

# Therapie von Substanzabhängigkeitserkrankungen mithilfe neuer Medien

DISSERTATION  
zur Erlangung des Grades eines Doktors  
der Naturwissenschaften

vorgelegt von  
Tanja Joan Eiler, M.Sc.

eingereicht bei der Lebenswissenschaftlichen Fakultät  
der Universität Siegen  
Siegen 2021

Betreuer und erster Gutachter  
Prof. Dr. rer. nat. Rainer Brück  
Universität Siegen

Zweiter Gutachter  
Prof. Dr. Tim Klucken  
Universität Siegen

Vorsitzende  
Prof. Dr. Maria Maleshkova  
Universität Siegen

Tag der mündlichen Prüfung  
28.02.2022

## Kurzfassung

Die Abhängigkeit von schädlichen Substanzen ist noch immer ein großes Problem unserer Gesellschaft und kostet jedes Jahr nicht nur den Sozialstaat viel Geld, sondern auch unzählige Leben. Trotz der Möglichkeit, eine Goldstandard-Therapie durchzuführen, wird dieses Angebot kaum wahrgenommen bzw. ist die Wahrscheinlichkeit eines Rückfalls enorm hoch.

Die Cognitive Bias Modification (CBM) stellt eine vielversprechende neue Therapiemethode dar, welche darauf abzielt, Verzerrungen in kognitiven Informationsverarbeitungsprozessen direkt zu modifizieren. Eine große Schwachstelle der CBM, insbesondere bei der Modifizierung schädlicher Annäherungsverzerrungen mithilfe des Approach-Avoidance Task (AAT), sind die häufig wiederholten, monotonen Handlungen.

Aufgrund dieser Probleme wurde eine Übertragung des AAT-Trainings in die virtuelle Realität (VR) angestrebt. Eine begleitende mobile Anwendung soll es den Betroffenen zudem erlauben, das AAT-Training auch außerhalb der orts- und zeitgebundenen VR-Laborsitzungen durchzuführen.

Um diesen Forschungslücken zu begegnen, wurde zunächst eine umfangreiche Analyse des aktuellen Forschungsstands in diesem Bereich vorgenommen. Daran anschließend wurden jeweils zwei VR- sowie App-Demonstratoren entwickelt, welche eine Innovation im Feld der Therapie von Substanzabhängigkeitserkrankungen mithilfe neuer Medien darstellen. Dies liegt vor allem an der Verwendung von hochrealistischen Reizen und immersiven virtuellen Umgebungen (VE), welche das VR-Training unterhaltsam machen und dessen ökologische Validität steigern. Auch der Einsatz des Leap Motion Controllers verbessert die Übertragung in den Alltag, da dieser die Hand- und Armbewegungen der Probanden originalgetreu in die VE überträgt. Die exakte Zeitmessung erlaubt Bias-Messungen im VR-Kontext und erhöht damit die Validität der Messungen.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden nach der Anwendungsentwicklung diverse Machbarkeitsstudien mit den VR-Demonstratoren sowie den App-Demonstratoren durchgeführt. Darüber hinaus wurde der finale VR-Demonstrator in Form einer randomisierten, kontrollierten Studie (RCT) erfolgreich evaluiert.

Die Ergebnisse wiesen zwar nicht auf eine Modifikation der kognitiven Verzerrungen hin, jedoch konnte der Zigarettenkonsum signifikant reduziert werden. Zusätzlich kam es zu einer erfolgreichen Förderung eines positiven Gesundheitsverhaltens.



## Abstract

Addiction of harmful substances is still a major problem in our society and does not only lead to extreme monetary costs for our society, but also to costs of life and health of human beings. Despite the possibility of gold standard therapies, this offer is hardly used, and the probability of relapse is enormously high.

Cognitive Bias Modification (CBM) represents a promising new therapeutic modality that aims to directly modify cognitive biases. A major weakness of CBM, particularly in modifying harmful approach biases using the Approach-Avoidance Task (AAT), are the frequently repeated, monotonous actions.

Due to these problems, a transfer of the AAT training to virtual reality (VR) was pursued. An accompanying mobile application is intended to allow those undergoing the AAT training to do so outside of the VR lab sessions, which are bound by location and time.

To address these research gaps, a comprehensive analysis of the current state of research in this area was first conducted. Subsequently, two VR and two mobile application demonstrators were developed, each of which represent an innovation in the field of therapy of substance dependence disorders with the help of new media. This is primarily due to the use of highly realistic stimuli and immersive virtual environments (VE), which make the VR training entertaining and increase its ecological validity. Using the Leap Motion Controller also improves the transfer to everyday life, as it accurately transfers the hand and arm movements of the participants into the VE. The exact timing allows bias measurements in the VR context and thus increases the validity of the measurements.

To answer the research questions, after the application development, various feasibility studies were conducted with the VR demonstrators as well as the app demonstrators. In addition, the final VR demonstrator was successfully evaluated in the form of a randomized controlled trial (RCT).

Although the results show no modification of the cognitive biases, cigarette consumption was significantly reduced. Additionally, there was successful promotion of positive health behaviors.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Kurzfassung und Abstract</b>	<b>i</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>ix</b>
<b>Vorwort und Danksagung</b>	<b>xi</b>
<b>Widmung</b>	<b>xiii</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation und das Projekt ANTARES . . . . .	1
1.2 Forschungsziel und Forschungskontext . . . . .	2
1.3 Aufbau der Arbeit . . . . .	6
<b>2 Psychologische Grundlagen</b>	<b>9</b>
2.1 Einführung . . . . .	9
2.2 Das Duale Prozessmodell . . . . .	9
2.3 Cognitive Bias Modification (CBM) . . . . .	10
2.4 Der Approach-Avoidance Task (AAT) . . . . .	13
<b>3 Technische Grundlagen</b>	<b>17</b>
3.1 Einführung . . . . .	17
3.2 Virtual Reality (VR) . . . . .	17
3.3 Mobile Applikationen . . . . .	23
3.3.1 Arten mobiler Applikationen: Nativ, Hybrid, Cross-Plattform . .	23
3.3.2 Mobile Applikationen für die Gesundheit . . . . .	24
3.4 Game Design und Serious Gaming . . . . .	26
3.4.1 Game Design . . . . .	26
3.4.2 Serious Gaming . . . . .	29
3.5 Verwendete Hardware . . . . .	31
3.5.1 HTC Vive / Vive Pro . . . . .	32
3.5.2 Leap Motion . . . . .	34
3.6 Verwendete Software . . . . .	34
3.6.1 Game Engines . . . . .	34
3.6.1.1 Unreal Engine . . . . .	35
3.6.1.2 Unity Engine . . . . .	37

3.6.2	Entwicklungsumgebungen . . . . .	39
3.6.2.1	Visual Studio . . . . .	39
3.6.2.2	Android Studio . . . . .	40
3.6.2.3	Xcode . . . . .	41
3.6.3	3D-Modellierung . . . . .	41
3.6.3.1	Autodesk Maya . . . . .	41
3.6.3.2	MakeHuman . . . . .	42
<b>4</b>	<b>State of the Art</b>	<b>45</b>
4.1	Einführung . . . . .	45
4.2	Therapie im Sinne der CBM - Messung und Modifikation des Approach Bias . . . . .	46
4.3	Therapie mit virtueller Realität . . . . .	53
4.3.1	Behandlung von Suchterkrankungen . . . . .	53
4.3.2	Übertragung des AAT in die virtuelle Realität . . . . .	61
4.3.3	Weitere therapeutische und medizinische Anwendungsgebiete . . . . .	64
4.3.3.1	CBM und CET mit Smartphone-basierter VR . . . . .	65
4.3.3.2	Cue Exposure Therapy (CET) . . . . .	67
4.3.3.3	Rehabilitation und Schmerztherapien . . . . .	71
4.3.3.4	Essstörungen . . . . .	72
4.4	Therapie mit mobilen Applikationen . . . . .	73
4.4.1	Behandlung von Suchterkrankungen . . . . .	74
4.4.2	Übertragung des AAT auf mobile Geräte . . . . .	81
4.4.3	Weitere therapeutische und medizinische Anwendungsgebiete . . . . .	89
4.5	Forschungsbedarf . . . . .	94
<b>5</b>	<b>Anforderungsanalyse</b>	<b>99</b>
5.1	Einführung . . . . .	99
5.2	Allgemeine Anforderungen . . . . .	99
5.3	VR-Anforderungen . . . . .	100
5.4	App-Anforderungen . . . . .	102
<b>6</b>	<b>Technische Umsetzung</b>	<b>103</b>
6.1	Einführung . . . . .	103
6.2	VR-Demonstratoren . . . . .	103
6.2.1	Unreal-Demonstrator . . . . .	103
6.2.1.1	Konzept . . . . .	104
6.2.1.2	Implementierung . . . . .	110
6.2.1.3	Schwachstellen und Grenzen . . . . .	124
6.2.2	Unity-Demonstrator . . . . .	125
6.2.2.1	Konzept . . . . .	125

6.2.2.2	Implementierung . . . . .	129
6.2.2.3	Bewertung . . . . .	149
6.3	App-Demonstratoren . . . . .	151
6.3.1	Android Studio-Demonstrator . . . . .	151
6.3.1.1	Konzept . . . . .	152
6.3.1.2	Implementierung . . . . .	155
6.3.1.3	Schwachstellen und Grenzen . . . . .	164
6.3.2	Unity-Demonstrator . . . . .	165
6.3.2.1	Konzept . . . . .	166
6.3.2.2	Implementierung . . . . .	169
6.3.2.3	Bewertung . . . . .	188
<b>7</b>	<b>Experimentelle Validierung der VR-Demonstratoren</b>	<b>191</b>
7.1	Einführung . . . . .	191
7.2	Machbarkeitsstudien . . . . .	191
7.2.1	Unreal-Demonstrator . . . . .	191
7.2.1.1	Methodik und Teilnehmer . . . . .	192
7.2.1.2	Ergebnisse . . . . .	192
7.2.1.3	Fazit . . . . .	203
7.2.2	Unity-Demonstrator . . . . .	205
7.2.2.1	Methodik und Teilnehmer . . . . .	205
7.2.2.2	Ergebnisse . . . . .	206
7.2.2.3	Fazit . . . . .	207
7.3	Hauptstudie . . . . .	208
7.3.1	Methodik und Teilnehmer . . . . .	208
7.3.2	Ergebnisse . . . . .	218
7.3.3	Fazit . . . . .	227
7.4	Gesamtfazit der experimentellen Validierung . . . . .	230
<b>8</b>	<b>Machbarkeitsstudien zur Validierung der App-Demonstratoren</b>	<b>231</b>
8.1	Einführung . . . . .	231
8.2	Android Studio-Demonstrator . . . . .	231
8.2.1	Methodik und Teilnehmer . . . . .	231
8.2.2	Ergebnisse . . . . .	232
8.2.3	Fazit . . . . .	235
8.3	Unity-Demonstrator . . . . .	236
8.3.1	Methodik und Teilnehmer . . . . .	236
8.3.2	Ergebnisse . . . . .	237
8.3.3	Fazit . . . . .	239
8.4	Gesamtfazit der Machbarkeitsstudien . . . . .	239

<b>9 Schlussbetrachtung und Ausblick</b>	<b>241</b>
9.1 Zusammenfassung . . . . .	241
9.2 Fazit . . . . .	242
9.3 Ausblick . . . . .	248
<b>Literatur</b>	<b>251</b>
<b>Publikationsliste</b>	<b>321</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>325</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>327</b>
<b>Listings</b>	<b>327</b>

## Abkürzungsverzeichnis

AAT	Approach-Avoidance Task
ABM	Approach Bias Modification
ACT	Akzeptanz- und Commitment-Therapie
ADT	Android Developer Tool
AES	Advanced Encryption Standard
ApB	<i>Approach Bias</i> (Annäherungsverzerrung)
API	Application Programming Interface
App	<i>Application</i> (Anwendung)
AR	<i>Augmented Reality</i> (Erweiterte Realität)
ART	Android Runtime
AsImpl	Asynchronous Importer and run-time Loader for Unity
AUDIT	Alcohol Use Disorders Identification Test
AvB	Avoidance Bias
BIS	Barratt Impulsiveness Scale
BMI	Body-Mass-Index
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
CBC	Cipher Block Chaining
CBM	Cognitive Bias Modification
CBT	<i>Cognitive Behaviour Therapy</i> (Kognitive Verhaltenstherapie)
CET	Cue Exposure Therapy
CSS	Cascading Style Sheets
DB	Datenbank
DiGA	Digitale Gesundheitsanwendung
DR	Desktop-Room
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
DVG	Digitale-Versorgungs-Gesetz
EFRE	Europäischer Fond für regionale Entwicklung
EMA	Ecological Momentary Assessment
FIFO	First In – First Out

fMRT	Funktionelle Magnetresonanztomografie
FTND	Fagerström Test for Nicotine Dependence
GUI	<i>Graphical User Interface</i> (Grafische Benutzeroberfläche)
HMD	Head-Mounted Display
HTML	Hypertext Markup Language
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
HUD	Head-up-Display
IAT	Impliziter Assoziationstest
IDE	Integrated Development Environment
IP	Internet Protocol
ITT	Intention-To-Treat
JAAT	Joystick-AAT
KI	Künstliche Intelligenz
mHealth	Mobile Health
NPC	Non-Player-Character
ORM	Objektrelationales Mapping
OS	<i>Operating System</i> (Betriebssystem)
PMH	Positive Mental Health Scale
PTBS	Posttraumatische Belastungsstörung
RCT	<i>Randomized Controlled Trial</i> (Randomisierte Kontrollstudie)
REST	Representational State Transfer
RZ	Reaktionszeit
SIT	Stress Inoculation Training
SRC	Stimulus–Response Compatibility Task
STAI	State-Trait Anger Scale
TAU	Treatment-as-Usual
TPB	Theory of Planned Behaviour
UE	Unreal Engine
URL	Uniform Resource Locator
USCPG	US Clinical Practice Guidelines
VE	Virtual Environment
VR	<i>Virtual Reality</i> (Virtuelle Realität)
VRER	VR-Enrichment-Room

## Vorwort und Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen beteiligten Personen meinen großen Dank aussprechen, die mich bei der Anfertigung meiner Dissertation unterstützt haben. Insbesondere auch den Tändja's Twelve Korrekturlesern, die meine Arbeit in Rekordzeit gelesen und kommentiert haben.

Besonders danken möchte ich Herrn Prof. Rainer Brück und Herrn Prof. Tim Klucken für die Betreuung bei der Umsetzung der gesamten Arbeit.

Auch möchte ich (in alphabetischer Reihenfolge, ich habe euch alle lieb <3) Annika Gauges, Christian Gibas, Florian Gensing, Margarita Grinko, Armin Grünwald, Stephanie Koslowski, Oksana Kurz, Anna Pracht, Vanessa Schmücker, Christian Schneider, Katrin und Kai Schnieber, Anh Tran und Michael Wahl meinen Dank aussprechen, die mich im Rahmen meines Studiums und auf meinem Weg mit Rat, Anregungen, produktiven Gesprächen und lieben Worten begleitet haben.

Der Familie Haßler danke ich für ihre Geduld, ihre Ermutigungen und ihre Zusprüche während des Studiums und der Arbeit an dieser Dissertation.

Bei dieser Gelegenheit muss ich zudem meiner Projektkollegin Dr. Alla Machulska Danke sagen, die meine Arbeit durch ihre Unterstützung, Gedanken und psychologische Expertise beeinflusst hat.

Für die finanzielle Unterstützung des Projektes ANTARES muss ich dem Bundesministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes NRW sowie dem Jülich Forschungszentrum meinen Dank ausdrücken.

The interesting thing with  
virtual reality is that we can  
now have a patient  
experience all these different  
scenarios and scenes  
directly in a therapist's office.

---

*(Tony Hsieh, Limbix)*



## Widmung

Meinem Verlobten Benjamin Haßler möchte ich an dieser Stelle ganz besonderen Dank aussprechen, da er mich durch alle schönen und schweren Zeiten begleitet hat und mir immer mit einer starken Schulter, einem offenen Ohr sowie mit Rat und Tat zur Seite stand. Ohne ihn würde ich nicht stehen, wo ich heute stehe.

In dieser Arbeit steckt viel von Benjamin. Durch seine ständige Hilfe, seine Verbesserungen am finalen VR-Demonstrator, die ANTARES App, die ohne ihn nicht in diesem Umfang umgesetzt hätte werden können. Und nicht zuletzt wird immer ein Teil von ihm in mir weiterleben, geprägt und inspiriert durch die gemeinsame Zeit, die viel zu früh enden musste.

Aus diesen und noch tausend weiteren Gründen möchte ich Benjamin diese Dissertation widmen.

Ich danke dir für alles, du wirst immer in meinem Herzen bleiben!



# 1 Einleitung

Im ersten Kapitel dieser Dissertation wird dargelegt, warum es sinnvoll und notwendig ist, sich mit der Problematik von Suchterkrankungen, insbesondere im Bereich des Nikotinkonsums, auseinander zu setzen. Dabei wird zudem das Forschungsziel dieser Arbeit dargestellt. Zuletzt erfolgen Erläuterungen zum weiteren Aufbau der Ausarbeitung.

## 1.1 Motivation und das Projekt ANTARES

Obwohl die Prävalenzraten für das Tabakrauchen in den letzten Jahren zurückgegangen sind, gilt das Rauchen noch immer als die führende Ursache für Morbidität und vorzeitige Sterblichkeit [DON18]. In Deutschland sterben jährlich schätzungsweise 127.000 Menschen (13,3 % aller Todesfälle in Deutschland) an den Folgen des Tabakkonsums, die meisten davon an Krebs oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen [HOR20]. Neben den gesundheitlichen Schäden, welche mit dem Tabakkonsum einhergehen, stellt dieser auch einen enormen sozialen Kostenfaktor dar. So wird geschätzt, dass ein gesamtwirtschaftlicher Verlust von 79,1 Milliarden Euro erwartet werden kann [EFF15; EFF16]. Darüber hinaus gefährden Raucher durch Passivrauch auch die Menschen in ihrer Umgebung, insbesondere Kinder [DON18]. Trotz der gesundheitlichen Folgen rauchen nach aktuellen Angaben etwa 23,4 % der erwachsenen sowie 7,2 % der jugendlichen deutschen Bevölkerung [HOR20], die meisten von ihnen täglich [ALT19]. Damit gehören Tabakwaren, neben Alkohol, zu den am meisten konsumierten Suchtmitteln [BAT15]. Die relative Zahl der Raucher ist in Deutschland, wie in den meisten Ländern, seit vielen Jahren kontinuierlich rückläufig. Allerdings ist dieser Rückgang mit durchschnittlich weniger als einem Prozentpunkt pro Jahr eher gering [REI17].

Dennoch wird dieser Abhängigkeitserkrankung kaum Aufmerksamkeit zuteil (z. B. weil Nikotin legal ist und somit zu einer Alltagsdroge gezählt und verharmlost wird), woraus resultiert, dass nur wenige Therapie- und Präventionsmöglichkeiten angeboten oder (weiter-)entwickelt werden. Wer dennoch eine Therapie beginnen möchte, muss unter Umständen mit langen Wartezeiten und Angst vor Stigmatisierung rechnen. Ein weiteres Problem ist, dass viele begonnene Therapien frühzeitig abgebrochen werden und selbst nach einer erfolgreichen Therapie gelingt es nur jedem vierten ehemaligen Raucher, länger als sechs Monate abstinent zu bleiben, was auf eine alarmierend hohe Rückfallquote

hindeutet [BEA12; CUM05; HAJ13; HOL04; MAC16a; SCH10a]. Selbst nach einer professionellen verhaltenstherapeutischen Behandlung scheitern 60 - 75 % innerhalb eines Jahres [BAT17; MÜH15]. Ein Grund für die schlechten Behandlungsergebnisse könnte darin liegen, dass gängige Interventionen oft nicht auf automatische, implizite, schwer zu kontrollierende Prozesse abzielen, welche eine wichtige Rolle bei der Einleitung und Aufrechterhaltung von Suchtverhalten spielen [KAK17a; ROO08], sodass es zwingend erforderlich ist, die Vielfalt der Interventionen zur Raucherentwöhnung in diese Richtung zu lenken und damit ihre Wirksamkeit zu verbessern.

All diese Gründe haben das vom *Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen* geförderte EFRE-Projekt (Europäischer Fond für regionale Entwicklung) ANTARES ins Leben gerufen, welches einen interdisziplinären Verbund diverser Projektpartner darstellt. Zu diesen zählen die Professuren *Medizinische Informatik und Mikrosystementwurf* (Prof. Dr. Rainer Brück) sowie *Klinische Psychologie* (Prof. Dr. Tim Klucken) der Universität Siegen, das *Forschungskolleg Siegen* (Prof. Dr. Dr. h. c. Carl Friedrich Gethmann), das *Center for Responsible Innovation & Design* (Prof. Dr. Dr. Björn Niehaves) sowie das *Kreisklinikum Siegen* (Dr. med. Heiko Ullrich). „ANTARES“ steht hierbei für „Breitenwirksame Substanzabhängigkeitstherapie in der digitalen Gesellschaft mittels Virtual Reality-basierten Systemen“. Das Ziel des Projekts besteht darin, neue und innovative Interventionsmethoden zu entwickeln, welche für die Behandlung von Abhängigkeitserkrankungen eingesetzt werden und dabei den Therapieerfolg verbessern können. Durch den Einsatz digitaler Medizin [ELE15] in Form von virtueller Realität (VR) und mobilen Applikationen soll nicht nur die Hemmschwelle, eine Therapie zu beginnen, gemindert, sondern auch die Verfügbarkeit für die breite Gesellschaft und die Effektivität der Behandlung verbessert werden.

### 1.2 Forschungsziel und Forschungskontext

Um dies zu erreichen, wurde der Approach-Avoidance Task (AAT, [RIN07; SOL60]) zur Messung und Modifikation kognitiver Verzerrungen gewählt, da in der Vergangenheit durchgeführte Forschungen aus der Psychotherapie bereits erfolgversprechende Ergebnisse liefern konnten. Diese belegen, dass das AAT-Verfahren eine wirksame Methode bei der Behandlung von Abhängigkeitserkrankungen darstellt (z. B. [KIM15; KON15; MAC16a; SCH16b; WIT15]).

Der AAT beruht auf dem Dualen Prozessmodell der Sucht (engl. *Dual Process Model of Addiction*) [HOF09; WIE06c], welches besagt, dass es zwei mentale Prozesse gibt, welche das Verhalten eines Menschen steuern. Dies sind zum einen reflektive Prozesse, welche langsam und kontrolliert erfolgen und zum anderen impulsive Prozesse, welche unwillkürlich und automatisiert vom Gehirn verarbeitet werden. Letztere werden bei

Suchterkrankungen zunehmend dominanter, was darin resultiert, dass Betroffene bei der Wahrnehmung von suchtrelevanten Stimuli instinktiv ihre Aufmerksamkeit auf diese richten und bewusste Absichten dominieren [DEU06; WIE07].

Während herkömmliche Therapiemethoden der Raucherentwöhnung die reflektiven Prozesse ansprechen, indem sie z. B. Patienten über die negativen Folgen ihres Verhaltens aufklären, nutzt der AAT die Methode der Cognitive Bias Modification (CBM), um neben der konventionellen Therapie auch auf impulsive Prozesse einzuwirken [CAB16; KOS09; MAC12]. Da kognitive Verzerrungen (engl. *Cognitive Bias*) für die selektive Verarbeitung von Stimuli in der Umwelt verantwortlich sind, beeinflussen sie somit auch die Emotionen und die Motivation des Betrachters [MAC12]. In diesem Zusammenhang zeigen Raucher ein spezifisches Annäherungsverhalten gegenüber rauchbezogenen Stimuli und gleichzeitig eine vergleichsweise reduzierte Annäherung an alternative, potentiell verstärkende Reize. Dieses Verhalten ist mit dem AAT messbar und spiegelt sich in einer Annäherungsverzerrung (engl. *Approach Bias*, ApB) für Rauchreize wider. Interessanterweise lässt sich diese Annäherungsverzerrung mithilfe des AAT nicht nur erfassen, sondern – in einer leicht modifizierten Trainingsversion (s. u.) – auch verändern. Aufgrund dieser Tatsache eignet sich der AAT-Ansatz als Add-on für konventionelle Rauchentwöhnungstherapien.

Bedauerlicherweise ist die Abbruchquote von CBM-Behandlungen relativ hoch, wodurch der Langzeiterfolg eher mittelmäßig ausfällt [BEA12; MAC16a; SCH10a]. Dies lässt sich u.A. mit der Monotonie der Trainings und des eher künstlichen Trainingsortes (meist Laborkontext) erklären. Aus diesem Grund wurde versucht, mithilfe der digitalen Medien neue Methoden zu entwickeln, um den Erfolg von Rauchentwöhnungsprogrammen zu verbessern. Hierbei soll jedoch betont werden, dass die traditionellen Goldstandard-Therapiemethoden (z. B. kognitive Verhaltenstherapie) nicht ersetzt, sondern ergänzt werden sollen.

Das primäre Ziel der vorliegenden Arbeit war es, hierfür eine Virtual Reality-Anwendung zu erstellen und anhand umfassender Studien zu evaluieren. Nach aktuellem Stand des Wissens [MEU19; LAU20] liegt es jedoch nahe, dass eine weitere Verbesserung der Effekte zu erwarten ist, wenn diese VR-Anwendung durch eine Smartphone-App ergänzt wird, die es den Nutzern im Therapieverlauf erlaubt, das AAT-Training zeit- und ortsunabhängig auch außerhalb der VR-Sitzungen durchzuführen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher zusätzlich die Umsetzung einer solchen Smartphone-App verfolgt. Die Konzeption und Implementation sowie eine erste Machbarkeitsstudie zu dieser App werden infolgedessen ebenfalls beschrieben.

Durch die Nutzung der Smartphone-Applikation soll die Hemmschwelle für potenzielle Therapieteilnehmer gesenkt werden, indem die Integration in den Alltag erleichtert und das Risiko einer sozialen Stigmatisierung verringert wird. Darüber hinaus wird sie als

eine Möglichkeit angesehen, das AAT-Verfahren der Allgemeinheit unabhängig von Zeit und Ort zugänglich zu machen. Die VR-Anwendung hingegen kann unterschiedlichste Kontexte darstellen, wodurch eine sehr hohe ökologische Validität erzielt werden kann. Auch die Übertragung der eigenen Handbewegungen in die virtuelle Umgebung sowie die Interaktion mit dreidimensionalen Gegenständen soll positiv dazu beitragen, die Generalisierung des Gelernten in den Alltag zu fördern.

Um die Wirksamkeit der unterstützenden Therapie mithilfe neuer Medien evaluieren zu können, müssen unterschiedliche Fragestellungen beantwortet werden. Im Einzelnen sind dies:

### **Technische Fragestellungen:**

- *Was sind wichtige Voraussetzungen, die bei der Übertragung unbedingt beachtet oder erhalten bleiben müssen?*

Zunächst müssen die wichtigsten Voraussetzungen eines Trainings im Sinne der CBM, insbesondere in Bezug auf das AAT-Verfahren, ermittelt werden. Da hierbei automatisch und unwillkürlich ablaufende kognitive Prozesse (um-)trainiert werden sollen, ist es äußerst wichtig, dass sich die Betroffenen allein auf das Training konzentrieren und es zu keinen internen oder externen Ablenkungen kommt. Schnell kann es passieren, dass das Training durch (zu viele) neue Elemente seine Wirkungsweise verliert oder diese abgeändert wird. Dies gilt es unbedingt zu vermeiden, da das Training so originalgetreu wie möglich bleiben sollte.

- *Wie kann das AAT-Verfahren technisch in die virtuelle Realität und in eine mobile Applikation übertragen werden?*

Nachdem die Voraussetzungen ermittelt wurden, wird ein Konzept entwickelt, wie eine Intervention, welche im Original mit zweidimensionalen Bildern arbeitet, in einen dreidimensionalen virtuellen Raum übertragen kann, ohne die Wirkungsweise des Trainings zu beeinflussen oder zu verändern. Mobile Applikationen können eine zwei- oder dreidimensionale Darstellung wiedergeben. Hier gilt es zu überlegen, welche Variante sinnvoller ist und wie das Training aufgewertet werden kann, um die Motivation der Nutzer trotz der hohen Ähnlichkeit zum Originalverfahren aufrecht halten zu können.

- *Welche Interaktionsvariante ist am sinnvollsten?*

Für die VR gibt es zwei Interaktionsmöglichkeiten, welche infrage kommen: Die Standard-Controller, welche zum VR-System gehören sowie der Leap Motion Controller, welcher real ausgeführte Handbewegungen in die virtuelle Welt übertragen kann. Hierbei gilt es herauszufinden, welche dieser Techniken die für das AAT-Training notwendigen Bewegungen am besten nachbilden können und gleichzeitig

von den Nutzern akzeptiert werden.

Im Falle von Apps sind ebenfalls diverse Interaktionsvarianten denkbar, welche entweder mit dem Touchscreen des Gerätes oder dem Gerät selber ausgeführt werden können. Die Ermittlung und Evaluation dieser Möglichkeiten stehen bei der Beantwortung dieser Frage im Vordergrund.

- *Wie kann und muss mit Patientendaten umgegangen werden?*

Im Idealfall werden die im Verlauf der Studien erhobenen Daten über das Internet an eine Datenbank gesendet, über welche diese zentral bezogen und ausgewertet werden können. Hierfür wäre auch ein Webinterface sinnvoll, um Zugang und Visualisierungen zu vereinfachen. Darüber hinaus ist ein User Management vonnöten, um Daten wie bspw. die Gruppenzugehörigkeit einer Versuchsperson, korrekt zuweisen zu können und um, insbesondere im Falle der mobilen Applikationen, einen kontrollierten Zugang zur Software zu erzielen. Generell muss ermittelt werden, welche (persönlichen/medizinischen) Daten von den Teilnehmern erhoben werden müssen, können und dürfen. Bei all diesen Punkten ist natürlich auch die Verschlüsselung der Daten vor allem bei der Übertragung ein äußerst wichtiger Teilaspekt.

### **Psychologische Fragestellungen:**

- *Werden durch das AAT-Training mithilfe der virtuellen Realität implizite Prozesse verändert?*

Studien haben bereits belegt, dass mit dem stationären Joystick-AAT-Training suchtbezogene impulsive Prozesse gemessen und modifiziert werden können. Die Ausprägung dieser Prozesse spiegelt sich im kognitiven Bias wider. Um diesen Bias – beim AAT-Training handelt es sich um den Approach Bias – zu messen, werden die Reaktionszeiten der Nutzer im Millisekunden-Bereich gemessen und ausgewertet.

Auf technischer Seite stellt sich hier die Frage der Machbarkeit, da die Genauigkeit solcher Messungen für gewöhnlich von der Hardware abhängt. Aus psychologischer Sicht soll herausgefunden werden, ob auch die VR-Variante des AAT dazu in der Lage ist, den Approach Bias mindestens genauso gut wie das stationäre Verfahren, zu modifizieren.

- *Wie hoch ist die Wirksamkeit des neuartigen VR-AAT?*

Neben der Frage, ob der Approach Bias überhaupt mithilfe der neuen Medien modifiziert werden kann, stellt sich natürlich auch die Frage, wie hoch die Wirksamkeit letztendlich tatsächlich ausfällt.

Um dies herauszufinden, sollen an mehreren Zeitpunkten (Prä-Post-Katamnese)

das subjektive (Selbstbericht) sowie das objektive (biochemische Maße) Rauchverhalten gemessen werden. Dieses Vorgehen verfolgt auch das Ziel, zu ermitteln, ob die erzielten Ergebnisse von Dauer sind („*State or Trait*“), oder ob es sich lediglich um einen kurzzeitigen Trainingseffekt handelt.

### 1.3 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit erfolgt nach technischen Gesichtspunkten. Zwar kann die Zweckmäßigkeit einer ergänzenden Smartphone-Applikation nach aktuellem Kenntnisstand als wahrscheinlich gelten, dies muss allerdings noch im Rahmen einer umfassenden Studie verifiziert werden. Da der Fokus dieser Arbeit im Bereich der VR liegt, befindet sich eine solche Studie außerhalb des Scopes dieser Arbeit und wurde somit auch nicht durchgeführt. Da beide Applikationen jedoch technisch-wissenschaftlich in engem Zusammenhang zueinanderstehen und sich vom Design gegenseitig beeinflussen, wurde ein Prototyp der Smartphone-Applikation im Rahmen dieser Arbeit entwickelt. Wegen der technischen Bezüge zueinander werden sie im weiteren Verlauf des Textes in den technischen Kapiteln als auch bei der Evaluation nebeneinandergestellt. Bei der Evaluation der Smartphone-Applikation erfolgte jedoch aus oben genannten Gründen lediglich eine technische Machbarkeitsstudie.

In Kapitel 2 *Psychologische Grundlagen* wird zunächst das **Duale Prozessmodell der Sucht** vorgestellt. Bei diesem handelt es sich um eine Theorie aus der Psychologie, welche darstellt, wie unser Verhalten als Ergebnis zweier verschiedener Prozesse (impulsive und reflektive) beeinflusst wird. Darüber hinaus stellt dieses Modells dar, wie Suchterkrankungen entstehen und aufrechterhalten werden. Im Anschluss wird eine Behandlungsmethode erläutert, welche sich auf das **Duale Prozessmodell** stützt. Dabei handelt es sich um die **Cognitive Bias Modification (CBM)**, welche durch zahlreiche Wiederholungen versucht, die impulsiven Prozesse so zu modifizieren, dass das Suchtverhalten wieder abgeschwächt wird. Um sogenannte Annäherungsverzerrungen (engl. *Approach Bias*, ApB) zu messen und zu modifizieren, wird der **Approach-Avoidance Task** eingesetzt, welcher im Darauffolgenden vorgestellt wird.

Das Kapitel 3 *Technische Grundlagen* befasst sich mit den technologischen Hintergründen des Hauptthemas dieser Arbeit. Hierbei werden zunächst zwei wesentliche Technologien vorgestellt: die **virtuelle Realität (VR)** sowie **mobile Applikationen (Apps)**. Im Anschluss daran werden **Game Design** und, in diesem Zusammenhang, **Serious Gaming** vorgestellt. Dabei handelt es sich um wichtige Aspekte, um ein Verfahren aus der Medizin oder Psychologie unterhaltsamer zu machen oder um die Motivation der Lernenden zu erhöhen. Den Abschluss der technologischen Grundlagen bildet ein Überblick

über die verwendete **Hardware** sowie die genutzte **Software**, welche für die Umsetzung und Verwendung der eigenen Anwendungen zum Einsatz kamen und kommen.

Kapitel 4 *State of the Art* stellt den aktuellen Stand der Forschung vor. Hierbei wird zunächst auf **Therapien im Sinne der CBM**, mit Schwerpunkt auf die Messung sowie die Modifikation des Approach Bias (**Approach Bias Modification, ABM**), eingegangen. Darauf folgen **psychologische und medizinische Therapien**, welche mithilfe von **VR** durchgeführt worden sind, wobei zwischen der Behandlung von Suchterkrankungen, weiteren Erkrankungen und der Übertragung des AAT-Verfahrens in die VR unterschieden wird. Auch das nächste Unterkapitel befasst sich mit dieser Thematik, jedoch in Bezug auf **mobile Anwendungen**. Das Kapitel schließt mit einer Beschreibung der sich daraus ergebenden Forschungslücke und damit des Forschungsbedarfs ab.

Im Kapitel 5 *Anforderungsanalyse* werden alle Voraussetzungen herausgearbeitet, welche für eine Übertragung des AAT-Verfahrens in die VR sowie in eine mobile Applikation obligatorisch sind. Hierbei werden als Erstes die **allgemeinen Anforderungen** vorgestellt und im Anschluss daran die **plattformspezifischen Anforderungen** an die Anwendungen.

Das folgende Kapitel 6 *Technische Umsetzung* bildet das Herzstück der Arbeit. Zunächst werden das Konzept sowie die Implementierung der beiden **VR-Demonstratoren** vorgestellt. Der erste Demonstrator wurde prototypisch mit der Unreal Engine entwickelt, während der zweite Demonstrator im Hinblick auf die Hauptstudie mit der Unity Engine implementiert wurde. Anschließend werden die Umsetzungen der **App-Demonstratoren** behandelt. Der erste Prototyp wurde mit Android Studio entwickelt und diente in erster Linie zur Evaluation diverser Interaktionsmöglichkeiten. Der finale App-Demonstrator wurde ebenfalls mit der Unity Engine entwickelt und kann dabei als zeit- und ortsunabhängige Erweiterung des stationären VR-Trainings angesehen werden.

Zum Abschluss der Arbeit werden die Demonstratoren anhand von **Machbarkeitsstudien** bezüglich ihrer Nutzerfreundlichkeit und Bedienbarkeit sowie ihrer Tauglichkeit für eine **Hauptstudie** überprüft. Im Falle des VR-AAT wurde eine solche Studie im Rahmen der Arbeit auch konzipiert und durchgeführt. Die VR-Studien werden in Kapitel 7 *Experimentelle Validierung der VR-Demonstratoren* vorgestellt, die Machbarkeitsstudien der mobilen Anwendungen in Kapitel 8 *Experimentelle Validierung der App-Demonstratoren*.

Eine **Zusammenfassung** der Ergebnisse der Dissertation, eine **Bewertung** hinsichtlich der gesetzten Forschungsziele sowie ein **Ausblick** auf mögliche zukünftige Arbeiten in diesem Themenfeld erfolgen in dem letzten Kapitel 9 *Schlussbetrachtung und Ausblick*.

Zuletzt ein Hinweis, welcher beim Lesen dieser Arbeit beachtet werden sollte:  
Jede Personenbezeichnung impliziert immer alle Geschlechter. In dieser Ausarbeitung  
wird stellvertretend die männliche Form verwendet.

## 2 Psychologische Grundlagen

### 2.1 Einführung

In diesem Kapitel werden die psychologischen Grundlagen erläutert, welche für das Verständnis der Arbeit vonnöten sind. Zunächst wird das *Duale Prozessmodell der Sucht* vorgestellt, mit welchem die Entstehung sowie Aufrechterhaltung von Suchterkrankungen erklärt werden kann. Anschließend wird das Therapieverfahren der *Cognitive Bias Modification* (CBM) erläutert, auf welchem der *Approach-Avoidance Task* (AAT) aufbaut. Dieser wird in Kapitel 2.4 detailliert erklärt.

### 2.2 Das Duale Prozessmodell

**Duale Prozessmodelle** der Sucht [DEU06; WIE09; HOF09] gehen davon aus, dass zwei unterschiedliche kognitive Prozesse zwischen Input (Stimuli) und Output (Verhalten) vermitteln. Dies sind zum einen reflektive und zum anderen impulsive Prozesse. Während die reflektiven Prozesse dem Bewusstsein zugänglich sind, laufen die impulsiven Prozesse automatisiert und unwillkürlich ab.

Impulsive Prozesse können zur Entstehung von kognitiven Verzerrungen (engl. *Cognitive Biases*) beitragen, welche sich in unterschiedliche Unterkategorien einordnen lassen und für die selektive Verarbeitung von Reizen sorgen. Somit können sie auch die Entstehung bestimmter Emotionen sowie die Motivation des Individuums beeinflussen [MAC12]. Zu diesen Unterkategorien gehört neben dem **Attentional Bias** und dem **Association Bias** der **Approach Bias** [MAC15; WIE13], welcher für die hier vorstellte Forschung von enormer Wichtigkeit ist.

Dies liegt vor allem daran, dass der Approach Bias zu einer automatischen Annäherung von Suchtreizen führt, welche letztendlich darin resultiert, dass der Suchtstoff konsumiert wird. Dies ist damit zu erklären, dass die oben genannten Prozessarten im Falle einer Sucht in ein Ungleichgewicht geraten. Während die reflektiven Prozesse, z. B. das Wissen über die schädliche Wirkung der Stoffe, immer mehr in den Hintergrund rücken, werden die impulsiven Prozesse zunehmend dominanter. Letztendlich ist ein Entgegenwirken durch die reflektiven Prozesse immer weniger möglich [DEU06; HOF09; MAC15; WIE13]. Damit verbunden weichen systematische Tendenzen, wie das Erinnerungs-

Denk- oder Urteilsvermögen, von einem rationalen Standard ab. Dies ist eine mögliche Erklärung dafür, warum kognitiven Verzerrungen für die Beibehaltung und Verstärkung von Abhängigkeitserkrankungen verantwortlich sein können [WIE13].

Etablierte Goldstandard-Therapien versuchen, die reflektiven Prozesse anzusprechen und zu stärken, bspw. indem ein Therapeut den Betroffenen über die negativen Auswirkungen seiner Sucht aufklärt. Im Gegensatz dazu sprechen Therapien, welche die impulsiven Prozesse abschwächen wollen, den kognitiven Bias an. Diese Verfahren werden unter dem Namen **Cognitive Bias Modification** zusammengefasst [MAC12].

### 2.3 Cognitive Bias Modification (CBM)

Ein Verfahren bei der Behandlung von Suchterkrankungen, welches die impulsiven Prozesse adressiert, ist die **Cognitive Bias Modification** (deu. *Modifikation von kognitiven Verzerrungen*, CBM). Hier wird durch systematisches Üben und längere Expositionszeiten von Suchtreizen versucht, die Verzerrung direkt zu modifizieren. Dadurch wiederum soll die selektive Verarbeitung von Stimuli in geregelte und erwünschte Bahnen umgeleitet werden – das Verhalten gegenüber Suchtreizen wird demnach (um-)trainiert [CAB16; KOS09; MAC12].

Es wird davon ausgegangen, dass suchtbezogene Reize motivierende Vorgänge auslösen, da sie die Verfügbarkeit des Suchtmittels vorhersagen, den Konsum dieser prädisponieren und/oder mit einer belohnenden Wirkungsweise der Substanzen verbunden werden [MUC98; WAT13].

Wenn sich also der gelegentliche Konsum allmählich in Richtung Sucht entwickelt, wird die Informationsverarbeitung zugunsten drogenbezogener Reize verzerrt, wodurch der Drogenkonsum erleichtert und die sogenannten kognitiven Verzerrungen (engl. *Cognitive Bias*) weiter verstärkt werden. Kognitive Verzerrungen können als voreingenommene Informationsverarbeitung zugunsten von Reizen definiert werden, welche die Verfügbarkeit von Suchtmitteln signalisieren. Bspw. kann ein Raucher automatisch drogenbezogene Reize wie Aschenbecher erkennen (Attentional Bias [MOG05; WAT03]) oder bestimmte Situationen und Gefühle mit dem Drogenkonsum in Verbindung bringen (Association Bias [WIE06b]). Die Tendenz, sich suchtbezogenen Reizen automatisch anzunähern (Approach Bias [MAC15; WIE13]), kann als ein weiteres Beispiel für eine kognitive Verzerrung angesehen werden und wird mit dem Drogenkonsum, der Intensität der Abhängigkeit sowie dem Zigarettenverlangen in Verbindung gebracht [MAC15; RIN07; WIE13].

Sobald Personen beginnen, das Zigarettenrauchen auszuprobieren, können sie lernen, dass die Teilnahme an rauchenden Aktivitäten mit belohnenden Ergebnissen verbunden

ist (z. B. der Griff zur Zigarette, um Teil einer Peer-Group zu sein). Dieses anfänglich zielgerichtete Verhalten kann im Laufe der Zeit hochgradig automatisiert werden, was bedeutet, dass allein die Anwesenheit in einer Gruppe von Rauchern automatische Handlungen in Richtung Zigaretten auslösen kann [WAT13]. Gleichzeitig konnten Studien mit Rauchern zeigen, dass Personen, welche aufgrund von negativen sozialen Konsequenzen mit dem Rauchen aufhören wollen [ROS96] oder sich deswegen nicht mehr zugehörig fühlen [WES05], dabei erfolgreicher sind und länger abstinent bleiben.

Dennoch sollte dem Approach Bias (ApB) besondere Beachtung geschenkt werden, da die verzerrte Informationsverarbeitung bei diesem mit einer tatsächlichen motorischen Bewegung einhergeht [MAC19]. Der Übergang von kontrolliertem Verhalten zu automatisch ausgelösten Annäherungsverzerrungen zugunsten des Nikotinkonsums veranlasste einige Autoren dazu, eine Verschiebung vom „Kopf zur Hand“ anzunehmen [MAC16a]. Der Approach-Avoidance Task (AAT) hat sich als nützlich erwiesen, um eine solche Verlagerung vom Kopf zur Hand zu erfassen: Während der Aufgabe betrachten die Teilnehmer verschiedene Bilder auf einem Computerbildschirm und werden angewiesen, auf diese zu reagieren, indem sie auf dem Computermonitor dargestellte Bilder reagieren, indem sie einen Joystick ziehen oder wegdrücken. In der Konsequenz werden herangezogene Bilder optisch größer und weggedrückte Bilder optisch kleiner. Es lies sich nachweisen, dass auch in AAT-Versionen, in denen der Bildinhalt für die Aufgabenbewältigung nicht relevant war, Reaktionszeiten in Abhängigkeit des Bildinhalts variierten. So zeigten Raucher eine schnellere heranziehende Reaktion auf rauchbezogene Bilder als auf neutrale Bilder, was in einem erhöhten ApB gegenüber rauchbezogenen Inhalten resultierte. Somit konnte der AAT bereits erfolgreich eingesetzt werden, um einen ApB nachweisen zu können. Zu den erforschten Substanzen gehören unter anderem Alkohol [WIE09], Cannabis [COU11], Heroin [ZHO12] und Nikotin [MAC15]. Bei Letzterem ist besonders interessant, dass ein nikotinbezogener ApB bei aktiven Rauchern nachgewiesen werden kann, jedoch nicht bei ehemaligen Rauchern oder Personen, die nie geraucht haben [WIE13], was für eine grundsätzliche Veränderbarkeit des Bias spricht.

Eine Messung des Attentional Bias kann mittels Visual-Dot-Probe-Aufgabe [DUK04; FIE04a] erfolgen. Hierbei werden die Reaktionszeiten (RZ) auf suchtbezogene Reize mit denen gegenüber übereinstimmenden Kontrollstimuli verglichen. Studien haben gezeigt, dass Personen mit einem erhöhten Alkoholkonsum schneller reagieren, wenn der zuvor kurz eingeblendete Sondenreiz sich seine Position mit alkoholbezogenen Bildern geteilt hat und dass Personen mit starkem Alkoholkonsum einen höheren Attentional Bias als Personen mit leichtem Alkoholkonsum oder Abstinenzlern aufweisen [TOW01; FIE04b].

Der Association Bias kann mit dem Impliziten Assoziationstest (IAT, [GRE98; GRE03]) ermittelt werden. Hierbei wird den Probanden ein einzelner Stimulus auf einem Bild-

schirm gezeigt, der so schnell und akkurat wie möglich einer bestimmten Kategorie zugeteilt werden soll.

Unglücklicherweise fallen Langzeiterfolge bei CBM-Methoden eher moderat bis gering aus, was vor allem daran liegen kann, dass die Abbruchquote im Vergleich zu anderen Verfahren sehr hoch ist [BEA12; MAC16a; SCH10a]. In einer kürzlich durchgeführten Metaanalyse zur Untersuchung der CBM bei Alkohol- und Nikotinsucht wiesen Boffo et al. [BOF19] darauf hin, dass die Effekte mit extrem weiten 95 % Konfidenzintervallen verbunden waren, was die Autoren dazu veranlasste, Zweifel an der Wirksamkeit von CBM-Interventionen zur Verhaltensänderung zu äußern. Mehrere Gründe können für diese widersprüchlichen Ergebnisse verantwortlich sein, die eine Einigung darüber erschweren, ob CBM im Allgemeinen und Approach Bias Modification (ABM) im Besonderen vielversprechende therapeutische Ergänzungen sind.

Zunächst einmal wird die CBM oft als eher monoton und repetitiv empfunden [BEA12; BRO11]. Als z. B. Schoenmakers und Kollegen [SCH10a] ihre Teilnehmer dazu aufforderten, zu erraten, ob sie ein echtes (Attentional Bias) Training oder ein Placebo-Training erhielten, dachten die Patienten in beiden Gruppen, dass sie dem Placebo-Training zugeteilt wurden. Obwohl für die ABM positivere Ergebnisse berichtet wurden [BEA12], kann eine geringe Motivation zur Teilnahme an den Trainings zu einer geringeren Trainingsakzeptanz und erhöhten Abbruchraten führen. Dies scheint besonders wichtig zu sein, da die Forschung darauf hinweist, dass CBM-Trainings mehrfach durchgeführt werden müssen, um stabile therapeutische Effekte über die Zeit zu erzeugen [EBE14], was die Bereitschaft der Teilnehmer voraussetzt, sich an ein tägliches oder wöchentliches Trainingskonzept zu halten. Selbst wenn Teilnehmer das Training weiterhin durchführen, besteht ein hohes Risiko der Ablenkung oder des Verlusts des Engagements, wenn das Training als langweilig oder ermüdend empfunden wird. Dies wiederum kann zu einer weniger aktiven Verarbeitung der Inhalte und Trainingskontingente und damit zu weniger Lernen führen.

Weitere Gründe, die zu diesen Ergebnissen führen, sind die anspruchsvollen Trainingsprotokolle, die Generalisierbarkeit der Trainingseffekte sowie die ökologische Validität der Trainingsaufgaben. Häufig finden die Sitzungen immer im selben Kontext statt, beispielsweise in einem Labor. Diverse Forschungen legen jedoch dar, dass die Generalisierung erschwert wird, wenn das Training nur in einem Kontext stattfindet, insbesondere, wenn dieser nicht mit Verlangen, Drogeneinnahme oder positiven Drogeneffekten assoziiert wird [CHE99; CON02; GUN98]. Dies führt nicht nur zu einem reduzierten Behandlungseffekt, sondern auch zu erhöhten Rückfallquoten. Darüber hinaus wurde argumentiert, dass die Interaktion mit zweidimensionalen Bildern den Realismus des Trainings reduziert und auch dies die ökologische Validität der Aufgabe zusätzlich einschränkt [BOR11; LEE04a].

## 2.4 Der Approach-Avoidance Task (AAT)

Der **Approach-Avoidance Task** (AAT, [RIN07; SOL60]) ist ein Verfahren aus der Psychologie, welches auf dem hierarchischen Modell der Approach-Avoidance-Motivation basiert. Dieses geht davon aus, dass jedes Individuum positive Stimuli verfolgt und sich diesen annähert (engl. *approach*), um diese sozusagen festzuhalten. Im Gegensatz dazu werden negative Stimuli, wie bspw. Schmerz, vermieden (engl. *avoidance*) – es entsteht eine Bewegung von diesen weg, um sie zu beheben oder um ihnen zu entkommen. Diese Bewegungen sind nicht nur physischer, sondern auch psychischer Natur, wodurch dieses Modell ein grundlegender Bestandteil ist, um Motivation und Selbstregulation zu verstehen und zu erzeugen [ELL06].

Studien haben gezeigt, dass Menschen nahezu alle Stimuli als positiv oder negativ bewerten [BAR97; OSG57] und entsprechend ihrer Beurteilung mit Annäherung oder Vermeidung auf diese reagieren [COR21; LEW13]. Darüber hinaus wurde mehrmals festgestellt, dass dies mit einer wegdrückenden oder heranziehenden Bewegung der Arme einhergeht [SOL60; MAR05; CHE16]. Mit diesem Kenntnisstand als Grundlage wurde das AAT-Verfahren von Solarz entwickelt und evaluiert [SOL60].

Rinck und Becker [RIN07] haben im Jahr 2007 damit begonnen, das AAT-Verfahren in der experimentellen Psychopathologie einzusetzen, um festzustellen, ob negative Tendenzen gegenüber bestimmten Reizen ermittelt werden können, ohne explizit danach fragen zu müssen. Nachteile expliziter Interviews, wie z. B. der Einfluss der sozialen Erwünschtheit bestimmter Antworten, sollen auf diese Weise vermieden werden können.

Im Rahmen ihrer Evaluation haben sie getestet, wie wirkungsvoll damit festgestellt werden kann, ob und wie stark Kinder Angst vor Spinnen haben. Dafür wurden den teilnehmenden Kindern einzelne Stimuli, in Form von Bildern, auf einem Computerbildschirm gezeigt, auf die sie mithilfe eines Joysticks reagieren sollten. Durch die Bewegung des Joysticks veränderte sich die Größe des aktuell gezeigten Bildes: Durch Heranziehen wurde es größer, um eine Annäherung zu implizieren, wohingegen weggedrückte Bilder kleiner wurden, um eine Vermeidung zu simulieren. Abb. 2.1 demonstriert diesen Vorgang. Hierbei wurden zusätzlich die Reaktionszeiten (RZs, in Millisekunden) für jeden Stimulus gemessen und ausgewertet. Diese Studien lieferten wichtige Hinweise auf einen sogenannten Kompatibilitätseffekt. Konkret bedeutet dies, dass die RZs zur Vermeidung von Spinnenbildern im Durchschnitt umso schneller waren, je ausgeprägter die negative Neigung einer Person gegenüber Spinnen war. Darüber hinaus wurde bei den Studien zwischen dem direkten AAT und dem indirekten AAT unterschieden. Während die Reaktion auf die Reize bei der direkten Variante direkt vom Bildinhalt abhängen („Vermeiden Sie alle Spinnenbilder.“), ist die erwartete Handlung bei der

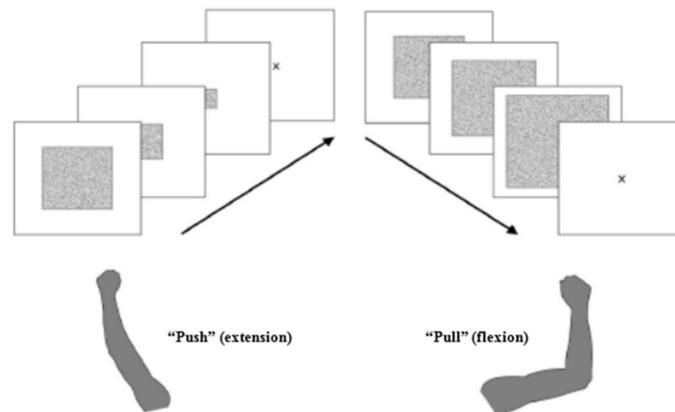


Abbildung 2.1: Demonstration des AAT-Verfahrens (Quelle: [PAS17]).

indirekten Variante von einem Unterscheidungsmerkmal abhängig, welches keinen direkten Zusammenhang zum Bildinhalt hat („Vermeiden Sie alle nach rechts gekippten Bilder.“).

Die Ergebnisse der Studie haben gezeigt, dass sich mittels AAT überdurchschnittlich gut erkennen lässt, wie stark das vermeidende Verhalten der Kinder gegenüber Spinnen ist. Im Anschluss an ihre Studie stellten Rinck und Becker die Hypothese auf, dass das AAT-Verfahren möglicherweise auch zu therapeutischen Zwecken eingesetzt werden kann, um, bspw. bei Angsterkrankungen, negative Einstellungen abzuschwächen. Dafür sollte im Gegensatz zu der Messversion des AAT eine Kontingenz zwischen Bildinhalt und Armbewegung eingeführt werden. Im Kontext der Spinnenangst, in der sich Betroffene durch einen ausgeprägten Avoidance Bias (d. h. schnelleres Wegdrücken als Heranziehen von Bildern mit Spinnen) charakterisieren, wäre somit ein sinnvolles Training die Herstellung einer Kontingenz zwischen Spinnen-bezogenen Bildern und einer Annäherungsbewegung. Im Kontext der Abhängigkeit wiederum, in welchem Betroffene eher durch einen pathologischen ApB gekennzeichnet sind, wäre ein sinnvolles Training die Herstellung einer Kontingenz zwischen suchtbezogenen Bildern und einer Vermeidungsbewegung. Seitdem haben es sich Wissenschaftler zur Aufgabe gemacht, dies herauszufinden (Übersicht siehe [KAK17a]): Ab dem Jahr 2010 begannen Wiers und sein Team [WIE10b; WIE11; WIE15] damit, die Wirksamkeit des AAT-Trainings bei der Reduzierung des Alkoholkonsums von alkoholabhängigen Patienten zu studieren. Diese sollten dabei Bilder mit auf Alkohol bezogenem Inhalt vermeiden. Dabei kamen sie zu dem Ergebnis, dass die Teilnehmer der Trainingsgruppen im Anschluss weniger Bier konsumierten sowie geringere Rückfallquoten hatten als die der Kontrollgruppen. Studien der Arbeitsgruppen um Eberl [EBE13; EBE14], Sharbanee [SHA14a] und Lindgren [LIN15] konnten diesen Effekt bestätigen. Auf diese und weitere Studien mit dem AAT-Verfahren wird in Kap. 4 detaillierter eingegangen.

Basierend auf den Erkenntnissen dieser Studien konnte belegt werden, dass ein bestehender pathologischer ApB mit dem AAT nicht nur gemessen, sondern auch experimentell modifiziert werden kann. Dies geschieht durch eine Veränderung der Kontingenz zwischen Bildinhalt und Armbewegung. In der Trainingsversion werden suchtbetogene Bilder konsequent im Vermeidungsformat präsentiert, während alternative Bilder im Annäherungsformat präsentiert werden. So lernen die Teilnehmer während der Approach Bias Modification (ABM) implizit, wiederholt eine Vermeidungsbewegung auszuführen, wenn sie mit suchtbetogenen Reizen konfrontiert werden.

Die Bewegungen sollen dabei so schnell und akkurat wie möglich erfolgen, wodurch die automatischen, impulsiven Prozesse angesprochen und unbewusst modifiziert werden sollten. Dementsprechend sind keine Handlungsketten oder komplizierte Bewegungen erlaubt. Darüber hinaus sollte es während des Trainings keine externen oder internen Ablenkungsfaktoren geben, da sich die Anwender vollständig auf die Aufgabe konzentrieren müssen. Dementsprechend sollte auch das Unterscheidungsmerkmal der Stimuli nicht zu dominant und ablenkend sein, da sonst die Stimuli selbst nicht schnell genug erkannt werden können. Das bedeutet, dass sowohl das Unterscheidungsmerkmal als auch die Stimuli unverwechselbar und sofort erkennbar sein müssen.

Für die Bias-Messung werden jeweils 50 % der suchtbetogenen Stimuli weggedrückt und 50 % herangezogen. Gleiches gilt für die neutralen Reize. Anschließend kann mit den ermittelten RZs die Bewertung der Reaktionstendenz erfolgen, wobei für jeden Stimulus folgende Formel angewendet wird [RIN07; MAC16a]:

$$Bias = MedianRT[PUSH] - MedianRT[PULL]$$

Ein positiver Wert entspricht einem ApB, welcher eine positive Haltung gegenüber dem Stimulus abbildet, welche sich in einem Annäherungsverhalten widerspiegelt. Ein negativer Wert steht für einen Avoidance Bias (AvB), der eine negative Einstellung, welche in einem vermeidenden Verhalten resultiert, repräsentiert.

Die Modifikation des Vermeidungsverhaltens hat sich als vielversprechend erwiesen, um die Ergebnisse der Suchtbehandlung zu verbessern, einschließlich reduziertem Konsumverhalten, niedrigeren Rückfallraten und Verbesserungen bei selbstberichteten Verhaltensmessungen [KAK17a]. Bspw. führten vier ABM-Sitzungen als Zusatz zu einer kurzen Raucherentwöhnungsintervention in einer Gruppe stationärer psychiatrischer Raucher zu einem reduzierten Nikotinkonsum bei einer dreimonatigen Nachuntersuchung im Vergleich zu einem Scheintraining [MAC16a]. Weitere randomisiert-kontrollierte Studien konnten zeigen, dass die AAT-basierte Version der CBM, verglichen mit Placebo- oder Nicht-Trainingsgruppen, die Rückfallraten um bis zu 13 % reduzieren kann [CAB16; EBE13; WIE11]. Jedoch haben einige Studien über gemischte Ergebnisse berichtet. Manchmal wurde keine konsistente Veränderung des ApB nach dem Training gefunden

[KAK17a] und/oder es konnten keine verbesserten Behandlungsergebnisse im Vergleich zum Scheintraining gefunden werden [PRE20; WIT19b].

Eine vielversprechende Strategie, um die Motivation zum Training zu erhöhen, das Engagement zu verbessern und komplexe reale Umgebungen zu simulieren, ist die Anwendung neuer Technologien wie der virtuellen Realität (VR). Es gibt mehrere Vorteile, die mit VR-basierten Interventionen verbunden sind. Während therapeutische Prinzipien durch VR reproduziert werden können, wird die ökologische Validität durch Immersion und Engagement erhöht. Folglich sind die Probanden nicht mehr passive Beobachter von Bildern, die nacheinander auf einem Computerbildschirm gezeigt werden, sondern sie nehmen aktiv in einer virtuellen 3D-Umgebung teil. Gleichzeitig ermöglicht VR die experimentelle Kontrolle über die therapeutische Umgebung sowie über die Art und Dauer der Stimulus-Präsentation, wodurch die interne Validität gewährleistet wird [FOR18].

## 3 Technische Grundlagen

### 3.1 Einführung

Das folgende Kapitel befasst sich zunächst mit den wichtigsten Grundlagen der virtuellen Realität sowie von mobilen Applikationen, da im Rahmen dieser Arbeit mithilfe der beiden Technologien Demonstratoren entwickelt wurden. Im Anschluss daran werden Game Design und Serious Gaming erläutert – Methodiken, welche ebenfalls in die Implementierung der Anwendungen eingeflossen sind. Den Abschluss bilden die verwendete Hardware sowie die genutzte Software.

### 3.2 Virtual Reality (VR)

Die **virtuelle Realität** (engl. *Virtual Reality*, VR) wird als eine computergenerierte alternative Realität definiert, in welcher der Nutzer dazu in der Lage ist, zu interagieren und sich zu bewegen [SHE03; SIM00]. Diese virtuelle Umgebung (engl. *Virtual Environment*, VE) kann vielfältig eingesetzt werden, bspw. in den Fachbereichen der Medizin (OP-Simulation), Psychologie (Therapie von Ängsten), Architektur (Hausbegehungen), Bildung (Training von Herangehensweisen) oder der Unterhaltungsindustrie (Videospiele) [GIR03]. Aber auch für die Visualisierung komplexer Daten ist die VR geeignet [PIC94; SIM00].

Ein wichtiges Merkmal, das VR von anderen Arten der Mensch-Computer-Interaktion unterscheidet, sind die Phänomene der **Immersion** sowie der **Präsenz**, welche der Benutzer beim „Eintauchen“ erfahren kann [RIV05]. Dies bedeutet, dass die Umgebung als real und unvermittelt wahrgenommen wird, obwohl der Benutzer weiß, dass sie computergeneriert ist [LEE04b; LOM97].

**Immersion** kann durch visuelle, auditive und haptische Reize erreicht werden und führt dazu, dass Nutzer so tief in eine virtuelle Welt „eintauchen“ können, dass sie das Gefühl bekommen, sich körperlich tatsächlich in einer anderen Welt zu befinden [SCH99]. Im Vergleich zu konventionellen Systemen ist die VR dazu in der Lage, eine deutlich höhere Immersion zu erreichen, was zu einer erhöhten Motivation und Konzentration beitragen kann [SCH10b].

Unter **Präsenz** (engl. *presence*, Kurzform von *telepresence* [MIN80]) wird das Gefühl, sich kognitiv tatsächlich in der virtuellen Welt zu befinden, verstanden. Dabei interagieren die Nutzer mit sowie innerhalb der VE und passen ihr eigenes Verhalten an diese an [SAN05]. Während eine Person durch Immersion das Gefühl bekommt, sich physisch in einer anderen Welt zu befinden, ist Präsenz ein psychologisches Phänomen [SCH99]. Gemäß Slater [SLA97; SLA99b] umfasst der Präsenz-Begriff drei Aspekte [SLA99b: S. 560-561]: „*Das Gefühl, sich in der von der VE dargestellten Umgebung zu befinden*“, „*das Ausmaß, in dem die VE zur dominanten wird, d. h., dass die Teilnehmer eher auf Ereignisse in der VE als in der realen Welt reagieren werden*“ sowie „*das Ausmaß, in dem sich die Teilnehmer nach der VE-Erfahrung daran erinnern, einen Ort besucht zu haben, anstatt nur von einem Computer generierte Bilder gesehen zu haben*“. In diesem Sinne kann VR die Wirksamkeit einer psychologischen Therapie verbessern, da sie den Unterschied zwischen der Realität des Computers und der konventionellen Realität verringern kann [ALS10; RIV02; RIV03b; RIV05].

Das allgemeine Gefühl der Präsenz wird in zwei große Pfeiler unterteilt: die **soziale Präsenz** sowie die **physische Präsenz** [GUT08; PFE08]. Erstere vermittelt das Gefühl einer Zusammenarbeit mit anderen Personen und kann bspw. auch beim Telefonieren entstehen [PFE08]. In Bezug auf (VR-)Videospiele kann die soziale Präsenz z. B. durch eine kooperative Multiplayer-Funktion gestärkt werden.

Die physische Präsenz spielt in Hinblick auf VR eine besonders wichtige Rolle und kann die Phänomene der **Ortsillusion**, der **Plausibilitätsillusion** sowie der **Involviertheit** hervorrufen [DÖR19]. Eine optimale physische Präsenz fordert jedoch einen enormen Programmierungsaufwand ein, damit diese Phänomene auch tatsächlich in vollem Umfang eintreten können.

Die Ortsillusion beschreibt, als wie real ein Nutzer die VE, in welcher er sich befindet, wahrnimmt. Wichtige Bausteine sind hierbei die grafische Aufarbeitung der Umgebung, die Perspektive des Nutzers (egozentrisch vs. exozentrisch) oder eine Kamera, welche sich ohne merkliche Latenzen mit dem Verwender bewegt. Doch auch die verwendete Hardware ist von Bedeutung, z. B. die Auflösung und Pixeldichte des verwendeten Head-Mounted Displays (HMD) [DÖR19; GUT08].

Für die Plausibilitätsillusion ist es zwingend erforderlich, dass sich die Inhalte und Objekte innerhalb der VE glaubwürdig verhalten, bspw. durch eine realistische Physik. Unabhängig davon, ob die Interaktion durch den Benutzer oder durch das Programm initiiert wurde, muss die Reaktion verlässlich und realistisch sein [DÖR19; GUT08].

Involviertheit beschreibt den Grad des Interesses sowie der Motivation, die Anwendung fortzusetzen, welche der Nutzer dem System entgegenbringt. Um den Fokus von den Schwächen der Technik abzulenken und die Präsenz zu steigern, muss die Anwendung

die Aufmerksamkeit auf ihre Inhalte lenken und dabei die Neugierde des Anwenders ansprechen [DÖR19; GUT08].

Um den Nutzer möglichst vollständig „eintauchen“ zu lassen, sollten folgende Punkte beachtet werden [BEI03]:

- Für eine real wirkende Navigation muss der Sichtbereich des Nutzers natürlich wirken.
- Stereoskopisches Sehen, um den Eindruck von Tiefe sowie ein Raumgefühl zu erzeugen.
- Die virtuelle Welt darf kein sichtbares Ende haben und der Maßstab befindet sich in korrekter Beziehung zu den menschlichen Proportionen.
- Interaktionen mit Objekten müssen realistisch wirken.
- Im Idealfall werden zusätzlich nicht-visuelle Technologien verwendet, wie Ton, haptisches Feedback oder künstliche Gerüche.

Letztere sind nicht essenziell, um den Nutzer effektiv in die virtuelle Welt eintauchen zu lassen, da sie unter den menschlichen Sinneswahrnehmungen eine eher untergeordnete Rolle spielen. Hören und insbesondere Sehen sind hierfür viel wichtiger, da diese Sinne die meisten Informationen unserer Wahrnehmung zum Gehirn weiterleiten: 70 % dieser Informationen kommen vom Sehsinn und 20 % vom Hörsinn – dagegen gerade einmal 5 % vom Geruchssinn, 4 % durch den Tastsinn und 1 % vom Geschmackssinn [HEI92].

Die Benutzereingaben können entweder durch Eye-Tracking oder Ganzkörperbewegung vom VR-System erfasst werden. Eyetracker messen, wie der Name schon sagt, ausschließlich die Richtung, in welche die Augen des Nutzers sehen, um das auf dem Bildschirm Wahrgenommene entsprechend zu aktualisieren. Die Ganzkörperbewegung des Nutzers kann auf zwei verschiedene Arten interpretiert werden: als passive oder aktive Selbstbewegung. Erstere kann z. B. für Flugsimulationen genutzt werden, da der Nutzer in einer Art „Kabine“ sitzt, um die herum das Fahrzeug mit all seinen Bedienelementen virtuell aufgebaut wird. Bei der aktiven Selbstbewegung hingegen kann der Nutzer sich relativ frei in der VE bewegen, wobei das „Sichtfeld“ der Sensoren hier die Grenzen setzt [GOB98].

Die meisten VR-Systeme nutzen ein Head-Mounted Display (HMD), einem auf dem Kopf getragenen Bildschirm bzw. Ausgabegerät, da mit diesem das menschliche Gehör sowie das stereoskopische Sehsystem angesprochen werden können [GIR03]. Typischerweise haben diese folgende Eigenschaften [BHA93]: Eine Kopfbedeckung oder eine Art geschlossene Brille über den Augen, in deren Inneren sich zwei Bildschirme in Augennähe befinden. Diese zeigen für jedes Auge unterschiedlich berechnete Bilder, um

stereoskopisches Sehen zu ermöglichen sowie ein Tracking-System, um den genauen Standort des Nutzers in Echtzeit feststellen und verfolgen zu können.

Da Menschen sich bei der Orientierung im Raum am stärksten auf ihre visuellen Sinne verlassen, ist es überaus wichtig, dass stereoskopisches Sehen garantiert wird und dabei Eigen- sowie Kopfbewegungen des Nutzers korrekt erfasst und berechnet werden, damit die VE entsprechend aktualisiert wird. Darüber hinaus sollte das Display des VR-Systems über eine möglichst hohe Bildauflösung und Bildwiederholungsrate, das volle Farbspektrum sowie ausreichende Helligkeit verfügen [GOB98].

Sollte es zu Konflikten zwischen der real ausgeführten (Kopf-)Bewegung und der visuellen Wahrnehmung der VE über das Display kommen, kann es zur sogenannten „Cybersickness“ (deu. *Computerkrankheit*, auch *VR-Krankheit*) kommen. Diese weist zwar ähnliche Symptome wie die Reise- oder Seekrankheit auf, hebt sich aber dennoch von dieser ab. Zu den häufigsten Symptomen der Cybersickness zählen überanstrengte Augen, Kopfschmerzen, Hautblässe, Schwitzen, Mundtrockenheit, Magenfülle, Orientierungslosigkeit, Schwindel, Ataxie (Störungen der Bewegungskoordination), Übelkeit sowie Erbrechen [LAV00].

Bei korrekter Umsetzung kann die virtuelle Welt eine hohe kognitive Absorption (engl. *Cognitive Absorption*) beim Nutzer erzeugen. Das bedeutet, dass dieser das Zeitgefühl verliert, sich besser fokussieren kann und dabei das Gefühl hat, dass die Inhalte für ihn unterhaltsam sind und ihn neugierig auf mehr machen. Währenddessen besteht darüber hinaus das Gefühl, die volle Kontrolle über das System zu haben und diesem nicht ausgeliefert zu sein. Vor allem im Bereich der Bildung oder bei Trainings-Simulationen wirkt sich dieser Effekt äußerst förderlich aus [AGA00].

Dieser Effekt kann durch die Verwendung von Game Design Elementen (siehe Kap. 3.4) verstärkt werden [BRE13]. Ziel ist es, die Nutzer zu gezielterem Handeln zu motivieren und damit ihre allgemeine Motivation zur Interaktion mit dem System zu erhöhen [SAI17]. Dies ist vor allem für die CBM ein wichtiger Faktor, insbesondere um sicherzustellen, dass die Nutzer ausreichend lange zur Durchführung der Therapie motiviert bleiben und nicht vorzeitig aussteigen [BOE15b].

Weitere Möglichkeiten, um die kognitive Absorption zu erhöhen, sind Embodiment und Body-Ownership, welche zur Folge haben, dass künstliche oder virtuelle Körper(-teile) als die des eigenen Körpers wahrgenommen werden [KIL12; SLA09]. Mögliche Hardware hierfür sind Kamera-basierte Hand-Tracking Systeme, Datenhandschuhe oder andere Peripherie-Geräte, dessen 3D-Koordinaten vom VR-System erfasst werden können (z. B. HTC Vive Tracker).

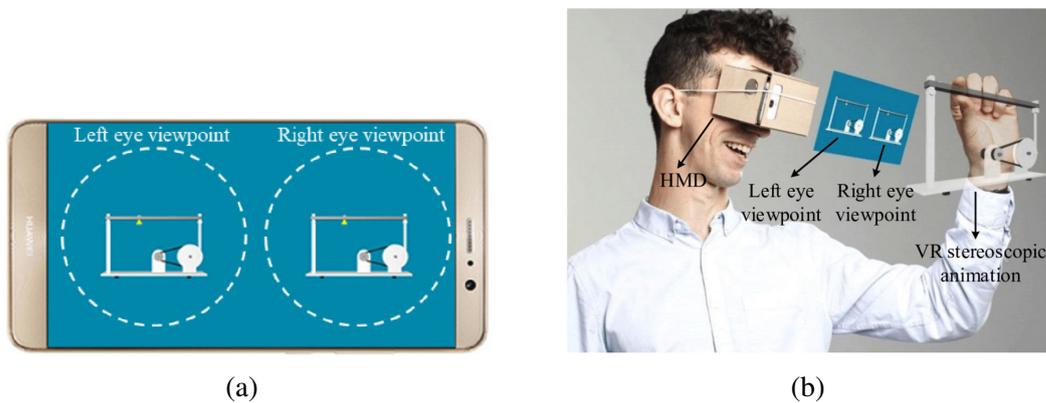


Abbildung 3.1: (a) zeigt den VR-Rahmen auf dem Bildschirm des Smartphones, welcher für jedes Auge ein Bild rendert. In (b) wird dargestellt, wie die beiden Bilder durch die VR-Brille zu einem stereoskopischen 3D-Bild gebündelt werden (Quelle: [YE18]).

Neben den High-End-HMDs, zu denen auch die HTC Vive (Pro) gehört (siehe Kap. 3.5.1), gibt es auch die Möglichkeit, ein leistungsstarkes Smartphone in eine dafür vorgesehene Halterung einzusetzen.

Ein erster Versuch in diese Richtung wurde 2014 mit dem Google Cardboard gestartet: Eine Halterung aus Karton, welche zusammengebaut werden muss, um anschließend ein geeignetes Smartphone einsetzen zu können. Wird nun eine Anwendung, die eine stereoskopische Ansicht unterstützt, auf dem Gerät gestartet, wird durch den Aufbau des Google Cardboards aus den zwei einzelnen Bildern ein 3D-Bild generiert (vgl. Abb. 3.1). Die mobilen VR-Anwendungen können anschließend mithilfe der Sensoren im Smartphone die Drehung des Kopfes zur App übertragen, wodurch es ermöglicht wird, sich in der VE umzusehen. Interaktionen mit der VE sind jedoch nicht möglich. Zur Entwicklung der Apps stellt Google ein SDK für Android und Unity zur Verfügung, für Webanwendungen kann WebVR (JavaScript) verwendet werden [GOO21a].

Ein Jahr später erschien mit der Samsung Gear VR, welche von Samsung in Kooperation mit Oculus VR produziert wurde, eine hochwertigere Smartphone-VR-Brille, welche allerdings ausschließlich mit Samsung-Galaxy-Geräten verwendet werden kann. Hier wird lediglich die Grafikausgabe vom Smartphone übernommen, während die VR-Brille Tasten, Sensordaten sowie die optischen Elemente zu Verfügung stellt. Ein weiterer Vorteil ist, dass Eingabegeräte, wie z. B. ein Gamepad, per Bluetooth verbunden werden können, was eine Interaktion mit der VE ermöglicht [SAM21]. Für die Entwicklung hat Oculus SDKs für Android, Unreal und Unity zur Verfügung gestellt, jedoch wurde der Support am 15. September 2020 eingestellt, wodurch keine weiteren Apps für Samsung Gear VR veröffentlicht werden können [FAC19].

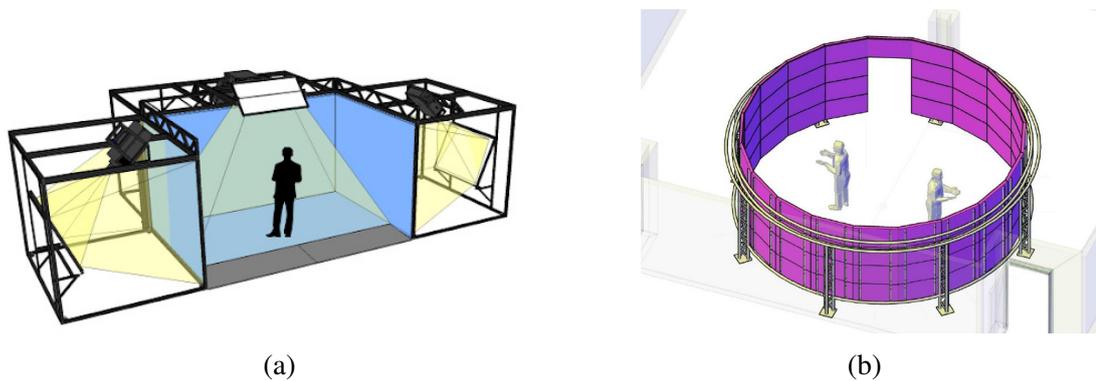


Abbildung 3.2: (a) Aufbau eines CAVE-Systems (Quelle: [MAN20]) sowie (b) eine Konzeptzeichnung des CAVE2-Systems (Quelle: [FEB13]).

Während Smartphone-VR einige Vorteile bietet, bspw. geringe Kosten als High-End-HMDs oder die Kompaktheit der Geräte, wodurch mobile VR-Apps im Prinzip ortsunabhängig eingesetzt werden können, hat es auch einige Nachteile: Im Vergleich zu höherwertigen, PC-fähigen VR-HMDs bieten sie eingeschränkte Tracking-Fähigkeiten, eingeschränkte Bewegung und eingeschränkte Interaktion. Die mobilen VR-Anwendungen sind darüber hinaus hauptsächlich für Innenräume, sitzende Interaktionen und Einzelspieler konzipiert, wodurch sich viele dieser Anwendungen auf relativ kurze und leicht teilbare Erlebnisse konzentrieren [HAR19].

Ein VR-System, welches nicht gemeinsam mit einem HMD verwendet wird, ist die CAVE (*Cave Automatic Virtual Environment*, deu. *Höhle mit automatisierter, virtueller Umwelt*), welche 1992 von Forschern der Universität Illinois entwickelt wurde [CRU92]. Dabei handelt es sich um eine immersive VR-Umgebung, in der Projektoren auf drei bis sechs Wände eines Würfels (meist  $3\text{ m} \times 3\text{ m} \times 3\text{ m}$ ) gerichtet sind (Abb. 3.2 (a)). Nutzer der CAVE tragen eine 3D-LCD-Shutterbrille, welche ein Bild für jedes Auge des Benutzers rendert. Zur Verfolgung der Position des Nutzers werden mehrere an der Decke montierte externe Infrarotkameras verwendet. Diese Kameras erfassen die Live-Position des Benutzers und senden die Daten an einen Computer, der wiederum die Anzeige entsprechend aktualisiert. Im Vergleich zu den meisten HMD-basierten VR-Erfahrungen können sich in einer CAVE mehrere Nutzer gleichzeitig aufhalten und mit der VE interagieren [MAN20].

Im Oktober 2012 wurde die CAVE2 vorgestellt, welche keine Projektionen mehr verwendet, sondern stattdessen 3D-fähige LCD-Displays einsetzt. Darüber hinaus wurden die Bildschirme kreisförmig angeordnet (Abb. 3.2 (b)) und das Tracking-System optimiert, damit der Nutzer in jeder Position vom System verfolgt werden kann [FEB13].

### 3.3 Mobile Applikationen

Mobile Applikationen (Apps) sind Programme, die auf mobilen Geräten, wie Smartphones oder Tablets, ausgeführt werden können [AIC14]. Aufgrund der stetig wachsenden Anzahl von Nutzern sind mobile Geräte inzwischen nahezu allgegenwärtig [MAS12]. Die Zahl der Smartphone-Nutzer liegt im Jahr 2021 weltweit bereits bei 6,3 Milliarden Menschen und wird in den nächsten Jahren voraussichtlich noch um mehrere hundert Millionen steigen [STA21b].

Derzeit wird der globale Markt von zwei Betriebssystemen (engl. *Operating System*, OS) dominiert: der Open-Source Android Plattform (83,8 % Marktanteil) sowie dem Apple iOS Betriebssystem (16,2 % Marktanteil) [STA21a].

Beide Plattformen verfügen über eine eigene integrierte Plattform für die Distribution der zuvor validierten Apps. Während Android-Apps auch aus anderen Quellen bezogen und installiert werden können, ist dies bei Apple iOS nicht möglich – es sei denn, es wurde zuvor eine inoffizielle Modifikation am Gerät durchgeführt („Jailbreaking“). Aufgrund der Open-Source-Lizenzierung des Android OS ist dieses auf den Geräten unterschiedlichster Hersteller zu finden, iOS hingegen läuft exklusiv auf mobilen Geräten von Apple [AIC16]. Letzteres führt zum einen zu einer höheren Homogenität der eingesetzten Hardware, zum anderen aber auch zu einer geringen Auswahl und Marktabdeckung der Geräte.

#### 3.3.1 Arten mobiler Applikationen: Nativ, Hybrid, Cross-Plattform

Mobile Applikationen lassen sich je nach verwendeter Technologie in native Apps, hybride Apps und Cross-Plattform-Apps einteilen. Nativ bedeutet in diesem Kontext, dass eine App für ein spezifisches OS in der dafür vorgesehenen Programmiersprache geschrieben wird [AIC16]. Der Großteil der mobilen Betriebssysteme Android und iOS, die auf dem Linux- beziehungsweise dem Unix-Kernel aufbauen, ist mit den Sprachen C oder C++ entwickelt worden. Dennoch sind die offiziellen Sprachen zur Entwicklung von Android-Apps Java und seit 2017 auch Kotlin. Ein Grund dafür ist der Aufbau der Android-Plattform, welche im Vergleich zu herkömmlichen Desktop-OS weitere Abstraktionsschichten besitzt, die die Sicherheit erhöhen und die Entwicklung von Apps vereinfachen sollen [AIC16; OTT18].

Alle APIs (Application Programming Interface) des Android-Frameworks sind in Java und Kotlin verfügbar und sorgen für einheitliche, objektorientierte Zugriffsmöglichkeiten auf Systemressourcen und bieten vorgefertigte Hilfsklassen und Elemente der grafischen Benutzeroberfläche (GUI, engl. *Graphical User Interface*). Der Java-Bytecode einer

fertig entwickelten mobilen Anwendung wird bei der Erzeugung eines App-Installationscontainers in einen Android-spezifischen Bytecode, den Dex-Bytecode, überführt. Bei der Installation der Anwendung wird dieser wiederum in einen auf dem jeweiligen Gerät ausführbaren Binärcode umgewandelt. Diese Aufgabe übernimmt die Android Runtime (ART), eine von Google speziell für Android entwickelte Laufzeitumgebung, in der die App nach erfolgter Installation auch ausgeführt wird [GOO20a].

Für iOS sind die nativen Programmiersprachen Objective-C und Swift verfügbar. Dies offenbart einen Nachteil nativer Apps: Sie sind nicht plattformübergreifend verwendbar. Soll eine native App für beide Plattformen angeboten werden, so muss sie in mehreren Sprachen parallel entwickelt werden [OTT18].

Hybride Apps basieren auf einer Realisierung der Inhalte mit Webtechnologien wie HTML (Hypertext Markup Language), CSS (Cascading Style Sheets) und JavaScript in einer vom Nutzer nicht unbedingt als solche erkennbaren Browser-Umgebung. Dadurch sind sie plattformübergreifend verwendbar und können unter iOS sogar ohne einen Bezug über den App Store gestartet werden. Sie besitzen aber im Vergleich zu nativen Apps tendenziell eine schlechtere Performance und aufgrund begrenzter System-APIs nur einen eingeschränkten Funktionsumfang. Der genaue Funktionsumfang hängt dabei von dem verwendeten Framework ab [AIC16; OTT18].

Genau wie hybride Apps können auch sogenannte Cross-Plattform-Apps auf verschiedenen Plattformen ausgeführt werden. Sie werden in einer nicht-nativen Sprache (z. B. JavaScript) programmiert und im Anschluss von einem Framework in nativen Code der verschiedenen Plattformen überführt. Dadurch müssen sie nicht in einer Browser-Umgebung ausgeführt werden und können auf die nativen GUI-Elemente der jeweiligen Plattform zurückgreifen. Ihre Performance ist tendenziell im Mittelfeld zwischen hybriden und nativen Apps einzuordnen [OTT18].

Bei hybriden Apps oder Cross-Plattform-Apps sorgt die Indirektion durch die zusätzliche Framework-API dafür, dass für den Entwickler nicht sofort ersichtlich ist, über welche plattformspezifischen Methodenaufrufe bestimmte Funktionen schlussendlich auf dem Gerät ausgeführt werden und ob dabei möglicherweise zusätzliche Verzögerungen oder Limitierungen auftreten. Auch sind nicht immer alle plattformspezifischen Funktionen oder Bibliotheken in diesen Framework-APIs verfügbar [AIC16; OTT18].

#### **3.3.2 Mobile Applikationen für die Gesundheit**

Mobile Applikationen werden zunehmend in medizinischen und therapeutischen Kontexten eingesetzt (siehe Kap. 4.4). Unter anderem, da sie alle vorteilhaften Eigenschaften von Websites und Textnachrichten-Interventionen haben, allerdings nicht deren Einschränkungen [ABR13; BUL14; CHE12]. Darüber hinaus haben sie ein hohes Potenzial,

das Engagement und damit den Erfolg der Nutzer zu steigern [CIV10; SHA09; WEB09; WHI16]. Konkret können mobile Apps diese wichtigen Eigenschaften haben [BRI14]:

- Die mobilen Geräte sind oft in direkter Reichweite,
- visuell ansprechendes Design,
- Video- und Audiofunktionen,
- uneingeschränkte Textfunktionen,
- Zugriff auf App-Inhalte ist oft auch ohne Mobilfunk- oder Internetverbindung möglich,
- sofortiger Zugriff auf Interventionsinhalte,
- optimiert für die Smartphone- oder Tablet-Bildschirmgröße,
- Inhalte, die über soziale Medien geteilt werden können,
- Verfolgung des eigenen Fortschritts ist überall und zu jeder Zeit möglich.

In Deutschland ist im Dezember 2019 das „Digitale-Versorgungs-Gesetz“ (DVG) in Kraft getreten, um „gleichzeitig die Chancen innovativer digitaler Ansätze für die medizinische Versorgung in Deutschland zu nutzen und für Patienten wie auch Leistungserbringer Transparenz, Sicherheit und Verlässlichkeit zu schaffen“ [LAU21: S. 1195]. Dieses erlaubt Ärzten und Psychotherapeuten sogenannte digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA, „App auf Rezept“) zu verordnen, wodurch die Kosten von den Krankenkassen übernommen werden können [LAU21].

Insbesondere bei der Bewertung von mentalen Prozessen, wie bspw. unter Verwendung der CBM-Verfahren, werden allerdings sehr genaue Zeitmessungen im Millisekunden-Bereich benötigt, um valide Ergebnisse zu erhalten. Die Gültigkeit und Reliabilität kann jedoch durch eine weniger genaue Zeitmessung gefährdet sein. Im Vergleich zu Software- und Hardware, welche auf die mentale Chronometrie spezialisiert ist (z. B. Response Pads), können andere Produkte diese Genauigkeit im Regelfall nicht bieten.

Aus diesem Grund untersuchten Pronk et al. [PRO20], wie zeitlich genau Webanwendungen Reize anzeigen und Reaktionszeiten (RZs) auf handelsüblichen Touchscreen- und Tastaturgeräten, mit einer Reihe von gängigen Webbrowsern, registriert werden können. Zusätzlich untersuchten sie die Genauigkeit einer Reihe von technischen Innovationen für das Timing sowie die Präsentation der Stimuli und die Schätzung der Stimulus-Anzeigedauer.

Unter kontrollierten Bedingungen, wie sie in einer Laborumgebung realisiert werden können, konnten sowohl auf Touchscreen- als auch auf Tastaturgeräten ein sehr genaues Stimulus-Timing und mäßig genaue RZ-Messungen erzielt werden, wobei die RZs

durchweg überschätzt wurden. Unter unkontrollierten Bedingungen, bspw. bei Online-Interventionen, kann die Stimulus-Präsentation weniger genau sein, insbesondere wenn kurze Zeitspannen (bis zu 100 ms) gefordert werden. Unterschiede in der RZ-Überschätzung zwischen den Geräten beeinflussen die Zuverlässigkeit der Messung, mit welcher Gruppenunterschiede gefunden werden können, möglicherweise nicht wesentlich, aber sie können die Zuverlässigkeit in Bezug auf individuelle Unterschiede beeinflussen.

Insgesamt scheinen Touchscreen-Geräte technisch in der Lage zu sein, eine beträchtliche Anzahl von Paradigmen der mentalen Chronometrie zu verwalten, sofern einige Einschränkungen berücksichtigt werden. Da der Besitz von Smartphones und der Zugang zum Internet allgegenwärtig werden, bietet dies verschiedene Möglichkeiten zur Verwaltung der mentalen Chronometrie in großem Maßstab und außerhalb des Labors [PRO20].

## 3.4 Game Design und Serious Gaming

Als Erstes werden die Grundlagen erfolgreichen Spieldesigns beschrieben, welche von jedem Spiel, egal ob analog oder digital, eingehalten werden müssen. Davon ausgehend wird Serious Gaming erläutert. Dabei handelt es sich, wie der Name bereits vermittelt, um digitale Spiele mit einem ernsten Hintergrund. In diesem Rahmen wird ebenfalls auf Gamification eingegangen, dessen Anwendung unter anderem die Motivation und Compliance der Benutzer signifikant verbessern kann.

### 3.4.1 Game Design

Erfolgreiches Game Design (deu. *Spieldesign*) ist von größter Wichtigkeit, wenn ein Spiel erschaffen werden soll, das Spieler unterhält und dazu motiviert, es zu einem späteren Zeitpunkt erneut oder weiterzuspielen. Der wichtigste Bestandteil, um dies zu erreichen, ist dem Spiel Bedeutung zu geben. Dies wiederum kann deskriptiv oder evaluativ geschehen. Deskriptiv sagt aus, dass Bedeutung aus der Beziehung zwischen den Aktionen des Spielers und der Reaktion des Systems auf eben diese entsteht. Evaluativ meint, dass die Aktionen des Spielers im Gesamtkontext des Spiels integriert sind und eine unverzüglich wahrnehmbare Reaktion auf diese erfolgt. Das System, welches aus

- Objekten (Modelle oder Variablen),
- Attributen (Eigenschaften des Systems und der Objekte),
- Umgebungen (Kontext, der das System umschließt) sowie
- internen Beziehungen zwischen den Objekten

besteht, macht auf programmiertechnischer Ebene jedes digitale Spiel aus. Um nun ein bedeutungsvolles Spiel zu werden, muss dieses auch interaktiv sein. Interaktivität bedeutet, dass dem Spieler eine Wahl in seinen Handlungen gegeben wird. Dies können entweder Mikro-Entscheidungen sein, die im Spiel nur eine Bedeutung für den Moment ihrer Ausführung haben, oder Makro-Entscheidungen, welche langfristigen Einfluss auf das Spielerlebnis haben. Unabhängig von der Entscheidungsart folgt darauf immer eine Reaktion des Systems. Sei es eine interne, welche vom System des Spiels angenommen und weiter verarbeitet wird, oder eine externe, die für den Spieler wahrnehmbar ist [SAL10].

Ein weiterer obligatorischer Bestandteil sind Regeln – die formale Struktur, welche jedes Spiel überhaupt erst definiert. Typische Merkmale von Spielregeln sind die Folgenden [SAL10]:

- Sie schränken die Aktionen der Spieler ein,
- sind unmissverständlich und explizit,
- gelten gleichermaßen für alle Spieler und
- sind unveränderlich, verbindlich und wiederholbar.

Spielregeln arbeiten darüber hinaus auf drei mögliche Ebenen [SAL10]:

- Die grundlegende Ebene: Die elementarsten Regeln des Spiels in abstrakter, mathematischer Form.
- Die operative Ebene: Die Spielregeln, an die sich Spieler beim Spielen halten müssen und für gewöhnlich in Form einer gedruckten Anleitung dem Spiel beiliegen. Sie steuern das Verhalten der einzelnen Spieler.
- Die implizite Ebene: Die „ungeschriebenen Regeln“, bspw. Fairness, die nicht explizit erwähnt werden müssen.

Die Kernkomponente jedes Spiels ist jedoch die Ungewissheit – das Gefühl von Zufälligkeit, wo es unter Umständen gar keinen echten Zufall gibt. Ein vollständig vordefiniertes Spiel würde dieses Gefühl nie vermitteln, da die Aktionen der Spieler keinerlei Einfluss auf dieses hätten, was wiederum bedeutet, dass kein bedeutungsvolles Spiel entstehen kann. Hier muss eine gute Balance zwischen vordefinierten und zufälligen Ereignissen gefunden werden, die sich natürlich anfühlt und Motivation erzeugt. Ein Spiel, in dem wenig Ungewissheit vorherrscht, kann sich schnell eintönig anfühlen, je nach Umsetzung kann ein solches Spielprinzip aber auch den Ehrgeiz der Spieler wecken. Spiele, in denen hingegen sehr viele unvorhersehbare Ereignisse auftreten, können als zu chaotisch angesehen werden – oder als bedeutungsvoll, sofern den Spielern die Möglichkeit gegeben wird, mit ihren eigenen Aktionen spürbare Veränderungen in diesem scheinbar

chaotischen System durchführen zu können. Auch ist ein Verständnis für das Konzept von Informationen äußerst wichtig. Damit sind Wissen oder Spielinhalte, die manipuliert, erhalten, versteckt oder gefunden werden können, gemeint. Hier wird zwischen Informationen, die allen Spielern bekannt sind („vollkommene Informationen“, z. B. beim Schachspiel), nur einem Spieler bekannt sind („unvollkommene Informationen“, z. B. beim Pokern) oder nur dem Spiel-System selbst bekannt sind unterschieden [SAL10].

Weitere wichtige Elemente sind die Spielzeit sowie das Interface. Ersteres legt fest, wie sich der Zustand des Spiels im Verhältnis zur realen Zeit, die wiederum vom Taktmodul des Schedulers ermittelt wird, verhalten soll. Beispiele hierfür sind Tag-Nacht-Rhythmen oder Objekte, die nach einer festgelegten Verzögerung ein bestimmtes Event auslösen. Das Interface kann den Spieler entweder mit Informationen versorgen oder eine Art Sammelpunkt für dessen Aktionen sein. Für Letzteres sind externe Interfaces, wie bspw. eine Tastatur oder Computermaus, zuständig. Viel wichtiger sind allerdings deren interne Repräsentation in Form von Input Events (deu. *Eingabe-Ereignisse*). Auch ein Spielfeld kann teilweise als Interface angesehen werden, z. B. bei Brettspielen [NAR10].

Neben diesen grundlegenden Bausteinen eines jeden Spiels, die es überhaupt erst spielbar machen, müssen auch Elemente eingebracht werden, die den Spieler dazu motivieren, das Spiel zu beginnen und danach auch fortzusetzen. Laut Reeves und Read [REE09] bestehen die „Ten Ingredients of Great Games“ (deu. *Zehn Zutaten großer Spiele*) unter anderem aus der Selbstdarstellung durch Avatare, narrativem Kontext, Feedback, Wettkampf und Teams. Für Werbach und Hunter [WER12] gehören Avatare, Teams, Abzeichen, Bestenlisten und Punktesysteme zu den wichtigsten Bestandteilen eines Spiels, um Motivation zu erzeugen. Auch eine bedeutungsvolle Geschichte kann viel dazu beitragen [KAP12], da sie den Aktionen des Spielers eine Bedeutung geben und Interesse für das ansonsten womöglich eher eintönige Thema erwecken kann, indem sie die realen Aktionen und Kontexte in gewisser Weise „überlagert“ [NIC15]. Darüber hinaus können, insbesondere in Lernszenarien, Leistungsdiagramme eingesetzt werden, die den Fortschritt des Spielers über einen bestimmten Zeitraum grafisch darstellen. Dies soll dazu beitragen, dass die Spieler sich mehr auf ihre Leistungsverbesserungen konzentrieren und diese noch weiter ausbauen wollen [DWE86; NIC84; SAI13].

Weitere wichtige Punkte sind die Nutzerfreundlichkeit, insbesondere am Anfang eines Spiels, sowie der Schwierigkeitsgrad. Anstatt dem Spieler die Regeln durch Texteinblendungen beizubringen, sollten ihm diese, so gut es geht, durch Ausprobieren zugänglich gemacht werden. Diese sogenannten „Hidden Tutorials“ (deu. *versteckte Anleitungen*) helfen dem Spieler später, weit komplexere, dabei aber ähnliche, Probleme selbstständig lösen zu können [GEE03]. Ein langsam steigender Schwierigkeitsgrad fordert den Spieler dazu auf, seine Fähigkeiten weiter auszubauen, um das nächste Hindernis zu überwinden. Beides trägt dazu bei, dass der Spieler sich in seinen Entscheidungen freier

fühlt und darüber hinaus das Gefühl bekommt, das Spiel kontrollieren und meistern zu können [GUN15].

#### 3.4.2 Serious Gaming

Serious Games (deu. *ernste Spiele*) sind digitale Spiele, die einen ernsten, oftmals medizinischen oder sportlichen Hintergrund oder Einsatzzweck besitzen und aus diesem Grund auch „Exergames“ (eine Wortverschmelzung aus „exercise“ (deu. *körperliche Aktivität*) und „gaming“ (deu. *spielen*)) oder „Games for Health“ (deu. *Spiele für die Gesundheit*) genannt werden. Während Unterhaltungsspiele, wie der Name schon sagt, hauptsächlich den Zweck haben, die Benutzer zu unterhalten, werden Serious Games in der Bildung, für Therapien und andere ernste Zwecke eingesetzt.

Wie auch bei anderen Spielen gilt für sie, dass ihre Zielstrukturen einfach zu erfassen sein sollen und das, ohne spürbare Verzögerung, auf die Eingaben der Spieler reagiert werden muss. Neue Eingabeoptionen, wie z. B. virtuelle Realität oder Bewegungssensoren, eröffnen den Spielern die Möglichkeit, Spiele mit ihrem ganzen Körper zu steuern und zu erleben. Dies erhöht zum einen die Glaubwürdigkeit der Spielwelt und zum anderen wird dadurch der Energieverbrauch erhöht sowie Reaktions- und Gleichgewichtsleistungen verbessert.

Auch in der Präventionsforschung werden Serious Games häufig eingesetzt, um Verhaltensweisen der Spieler zu modifizieren. Dies soll laut Josef Wiemeyer durch „*verbessertes Wissen, eine veränderte Einstellung sowie eine erhöhte Motivation und Selbstwirksamkeitsüberzeugung*“ erreicht werden [WIE10a: 254]. Generell ist festzustellen, dass Serious Games großes Potenzial in den Bereichen Prävention und Rehabilitation besitzen, aber auch durch andere Genres, wie bspw. Shooter- oder Rollenspiele, eingesetzt werden können, da sie grundlegende Reaktions- und Gleichgewichtsleistungen verbessern [WIE10a].

Ein weiterer wichtiger Bestandteil von Serious Games ist das Sammeln und Analysieren von Nutzerdaten. Diese werden, während der Spieler mit dem Spiel interagiert, aufgezeichnet und sollen zum einen zur Verbesserung des Spiels beitragen und zum anderen dem Nutzer Feedback über seine (um-)geschulten Aktionen geben. Dabei ist zu beachten, dass alle involvierten Parteien ausreichend Einsicht in die Daten und den Umgang mit diesen haben [LOH15].

In den meisten Fällen sind Serious Games mit Gamification (deu. etwa *Spielifizierung*) verbunden. Gamification bedeutet, dass Spieldesign-Elemente in einem Kontext verwendet werden, der eigentlich nichts mit Spielen zu tun hat. Hiermit soll erreicht werden, dass die Nutzer Motivation verspüren und aufgrund dessen zielgerichteter handeln. Die

häufigsten Einsatzgebiete von Gamification sind in der Bildung und Medizin, aber auch in der Datensammlung oder in sozialen Netzwerken zu finden [SAI17].

Boendermaker et al. [BOE15b] haben zusammengefasst, welche Schritte und Elemente notwendig sind, um Gamification in Serious Games zu erreichen. Aktuelle Studien haben gezeigt, dass dies im Bereich der Cognitive Bias Modification (CBM) äußerst wichtig ist, da diese, rechtzeitig eingesetzt, viel zu einer frühen Intervention beitragen kann. Gamification soll hier sicherstellen, dass die Nutzer für eine ausreichende Dauer motiviert bleiben, um die Therapie bis zum Ende durchzuführen und diese nicht vorzeitig abbrechen. Hier muss zwischen extrinsischer und intrinsischer Motivation unterschieden werden: Extrinsische Motivation bedeutet, dass gehandelt wird, weil diese Handlung persönliche Vorteile bringt, wohingegen bei intrinsischer Motivation gehandelt wird, weil das daraus resultierende Ergebnis unterhaltsam oder interessant ist. Die intrinsische Motivation wird im Allgemeinen als die Wirkungsvollere angesehen, allerdings geht die Self-Determination-Theory (deu. *Selbstbestimmungstheorie*) von Ryan und Deci davon aus, dass die Effektivität der extrinsischen Motivation stark von der Persönlichkeit eines Individuums abhängt [RYA00]. Unter Berücksichtigung dieser Erkenntnisse sollte laut Boendermaker et al. folgendermaßen vorgegangen werden [BOE15b]:

**Schritt 1: Dem „Original-Verfahren“ werden Spielelemente hinzugefügt:** Motivierendes Feedback, z. B. durch Geräusche oder Animationen, soll dem Nutzer signalisieren, wie seine Leistungen im Spiel sind. Darüber hinaus kann eine Fortschrittsleiste, die zeigt, wie weit eine Sitzung abgeschlossen ist, angezeigt werden. Ebenfalls sinnvoll ist ein Punktesystem, bei dem, je nach Leistung oder Häufigkeit der Verwendung, Punkte vergeben werden.

**Schritt 2: Intrinsische Integration mit dem „Original-Verfahren“ als Basis:** Hier wird das Verfahren zum Spiel, wobei in den meisten Fällen Änderungen am Original-Konzept des Trainings vorgenommen werden müssen. Es kommt zu einer signifikanten Steigerung der Motivation des Nutzers, wenn der Kontext, in dem Punkte oder andere Belohnungen erhalten werden, enger mit den ausgeführten Handlungen verknüpft ist – selbst dann, wenn es keine Geschichte oder Charaktere gibt [DOV12]. Der dadurch erhöhte Spielspaß steigert wiederum die intrinsische Motivation weiter zu trainieren.

**Schritt 3: Intrinsische Integration, bei welcher das Trainingskonzept des „Original-Verfahrens“ erhalten bleibt:** Um aussagekräftige Ergebnisse über den Mehrwert der Gamification-Integration zu erhalten, sollte der Spieler immer nur einem Bias zur gleichen Zeit ausgesetzt werden. Das bedeutet, dass er nicht gleichzeitig neutralen und negativen Stimuli gegenüberstehen darf, auf die entsprechend reagiert werden muss.

**Schritt 4: Eine Spielhülle um das „Original-Verfahren“ herum aufbauen:** Hier bleibt das Trainingskonzept des „Original-Verfahrens“ strukturell gänzlich unverändert und die Spieler erhalten weiterhin Punkte, sofern sie gute Leistungen erbringen. Allerdings

müssen diese Punkte nun eingesetzt werden, um im Spiel weiter voranzukommen. Z. B., indem neue Level erst bei einer bestimmten Punktzahl freigeschaltet werden oder indem die Punkte gegen Minispiele oder andere Boni innerhalb des Spiels eingetauscht werden können.

**Schritt 5: Die intrinsische Integration mit der Spielhülle verbinden:** In diesem Schritt würde ein Spiel erreicht werden, welches sowohl intrinsische, als auch extrinsische Motivation erzeugt. Bisher wurde extrinsische Motivation ausschließlich erreicht, indem den Teilnehmern reale Belohnungen, wie bspw. ein bestimmter Geldbetrag, gegeben wurde. Hier ist das Ziel jedoch, dass die Spielhülle so ausgereift ist, dass sie allein dafür ausreicht.

**Schritt 6: CBM in ein kommerzielles Spiel überführen:** Als letzten Schritt würde ein vollwertiges kommerzielles Spiel entwickelt werden, in welchem das CBM-Training integriert wurde. Allerdings ist dies im Falle von CBM eine eher ungeeignete Verknüpfung, da so keine zuverlässigen Daten über die Wirksamkeit des Trainings erfasst werden könnten.

Weitere Studien haben gezeigt, dass der Einsatz von Gamification-Elementen, wie ein Punktesystem oder Errungenschaften, den Nutzern erlauben, Erfolge erneut zu erleben. Highscores und Avatare eignen sich besonders gut für soziale Interaktionen mit anderen Spielern. So können die Nutzer sich darüber austauschen oder gegeneinander antreten, wodurch sie mehr Interesse und Motivation, selbst gegenüber eher langweiligen Aufgaben, entwickeln können [BLO13; BOE15a]. Auf diese Art und Weise kann Serious Gaming dazu beitragen, das Engagement sowie die Motivation deutlich zu verbessern, wodurch wiederum die Abbruchquoten gesenkt werden [LUM16]. Jedoch kann auch ein mit Spielelementen angereichertes Training nach häufiger Anwendung monoton werden, wodurch die Motivation wieder abnehmen wird [VER13]. Die beste und nachhaltigste Wirkung konnte durch soziale Spielelemente erzielt werden [BOE15a].

## 3.5 Verwendete Hardware

Für die Verwendung von VR-Anwendungen wird spezielle Hardware benötigt. Zum einen, um die Applikation stereoskopisch wahrnehmen zu können und zum anderen, um mit der virtuellen Welt interagieren zu können. Die für die im Rahmen dieser Dissertation entstandenen Demonstratoren benötigte Hardware wird im Folgenden vorgestellt.



Abbildung 3.3: Funktionsweise des Lighthouse-Systems (Quelle: [NIC17]).

#### 3.5.1 HTC Vive / Vive Pro

Bei der HTC Vive handelt es sich um ein Head-Mounted Display (HMD), welches von HTC in Zusammenarbeit mit dem amerikanischen Softwareunternehmen Valve Corporation produziert wurde [NIK15]. Im Vergleich zu anderen VR-Brillen, wie z. B. der Playstation VR oder der Oculus Rift, verwendet die HTC Vive nicht eine einzelne Kamera, um die Position des Kopfes und der Gliedmaßen des Nutzers festzustellen, sondern zwei Basisstationen, welche an der Wand oder einem höher gelegenen Ort befestigt werden. Dieses sogenannte „Lighthouse-System“ (deu. *Leuchtturm-System*) ermöglicht Bewegungen innerhalb eines dreidimensionalen Raumes von maximal 25 m<sup>2</sup> (5 m × 5 m) zu verfolgen und möglichst originalgetreu in die VE zu übertragen. Im Detail funktioniert dies so, dass die Basisstationen bestimmte Sensoren, 32 auf dem Headset und 24 je Controller, lokalisieren und dadurch den genauen Standort berechnen können.

All dies hat den Effekt, dass der Nutzer durch eine 360°-Bewegungsverfolgung tiefer in die VE eintauchen kann, da seine eigenen Bewegungen originalgetreu in diese übertragen werden und er sich, zumindest in der Theorie, frei bewegen kann. Doch natürlich muss die VE ihre Grenzen haben. Diese Grenze wird von dem Bereich gebildet, welchen die Basisstationen optisch einfangen können. Der Nutzer selbst sieht diese Grenzen in Form von hellblauen Wänden, die ihn innerhalb der Begrenzung halten sollen. Dieser sogenannte „Chaperone Mode“ sorgt gleichzeitig dafür, dass der Benutzer nicht gegen Gegenstände oder Wände außerhalb dieses Bereichs läuft [NIC17; HTC17a]. Abb. 3.3 demonstriert, wie das Lighthouse-System in der Praxis funktioniert.

Das Sichtfeld der HTC Vive umfasst 110° bei einer Auflösung von 2160 × 1200 Pixeln. Die beiden OLED Bildschirme laufen dabei mit einer Bildwiederholungsrate von 90 Hz,



Abbildung 3.4: (a) Diverse Ansichten eines HTC Vive Controllers (Quelle: [VR 17]) und (b) die notwendigen Komponenten (HMD, Controller, Basisstationen) zum Betrieb der HTC Vive (Quelle: [HTC17a]).

was negative Effekte von VR, wie Übelkeit und Unwohlsein, deutlich reduziert, da Bewegungen vom menschlichen Sehsystem als flüssig wahrgenommen werden [HTC17b].

Zur Ausstattung der HTC Vive gehören darüber hinaus zwei Controller. Diese besitzen jeweils ein anklickbares Touchpad auf der dem Nutzer zugewandten Seite sowie einem Druckschalter, mit zwei Stufen, auf der dem Nutzer abgewandten Seite. Zusätzlich haben sie jeweils eine Start- und Verbinden-Taste unter und über dem Touchpad sowie zwei seitliche Knöpfe, die mit dem Ringfinger und der Handfläche betätigt werden können. Abb. 3.4 (a) zeigt, wie ein solcher Controller, von allen Seiten betrachtet, aussieht.

Abb. 3.4 (b) zeigt noch einmal zusammengefasst die einzelnen Komponenten, die zur Verwendung der HTC Vive benötigt werden: das HMD, zwei Controller sowie die beiden Basisstationen.

2018 brachte das Unternehmen die weiterentwickelte Vive Pro auf den Markt. Diese weist mit einem  $2880 \times 1600$  Pixel AMOLED-Display eine deutlich verbesserte Auflösung auf. Darüber hinaus wurde sie um eine zweite, nach außen gerichtete Kamera, aufsteckbaren Kopfhörern, einem Mikrofon zur Analyse der Geräuschunterdrückung und einem neuen Design mit einer „ausgewogeneren“ Form, geringerem Gewicht und einem Größeneinstellrad an der Kopfhalterung erweitert. Auch die Lighthouses wurden durch die Integration von Steam 2.0 verbessert, wodurch die erfassbare Fläche auf  $10 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  erweitert werden kann, insofern vier Basisstationen dafür verwendet werden [HTC20].

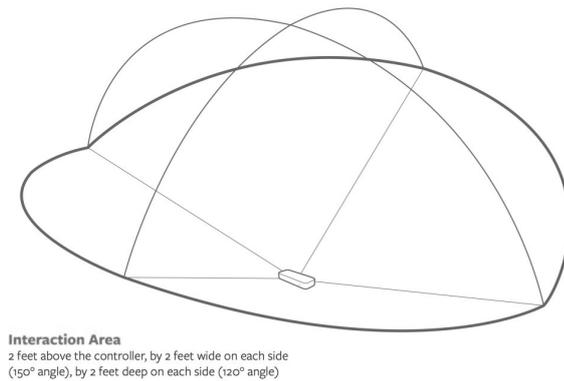


Abbildung 3.5: Der Interaktionsbereich des Leap Motion Controllers (Quelle: [COL14]).

#### 3.5.2 Leap Motion

Der Leap Motion Controller [ULT20] besteht aus drei Infrarot-LEDs sowie zwei Kameras, welche Infrarotlicht mit einer Wellenlänge von 850 nm erfassen. Der Sichtbereich liegt etwa 80 cm vor dem Gerät, begrenzt durch die LED-Lichtausbreitung im Raum (siehe Abb. 3.5). Die von den binokularen Kameras erfassten Signale werden über einen USB-Controller in den lokalen Speicher übertragen und anschließend an die Tracking-Software gestreamt, wo fortschrittliche Algorithmen auf die Sensor-Rohdaten angewendet werden. Nach der Analyse der Bilder wird eine dreidimensionale Darstellung dessen, was das Gerät erfasst, rekonstruiert. Zuletzt passt die Tracking-Ebene die Daten an, um Tracking-Informationen wie Finger zu extrahieren [COL14].

#### 3.6 Verwendete Software

Für die Programmierung der Anwendungen wurden sogenannte Game Engines sowie diverse Entwicklungsumgebungen verwendet, auf die im Folgenden detailliert eingegangen werden soll. Darüber hinaus wurden 3D-Modelle und Animationen für die Demonstratoren hergestellt. Die hierfür verwendeten Programme werden im Anschluss daran ebenfalls vorgestellt.

##### 3.6.1 Game Engines

Game Engines werden hauptsächlich für die Entwicklung von Videospielen, aber auch für die Herstellung von Animationsfilmen oder von VR- und AR-Anwendungen, ver-

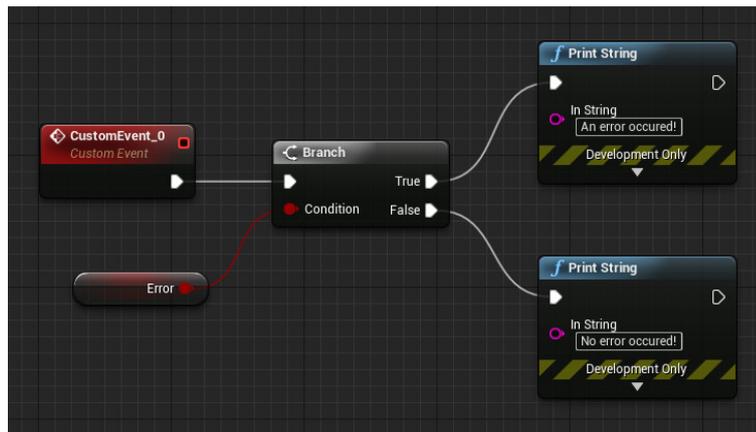


Abbildung 3.6: Simples Beispiel für einen Blueprint.

wendet. Im Rahmen dieser Arbeit wurden sowohl die Unreal Engine als auch die Unity Engine genutzt, welche nachfolgend beschrieben werden.

### 3.6.1.1 Unreal Engine

Die Unreal Engine (UE) [EPI20] von Epic Games ist eine Grafik-Engine, die zur Entwicklung von Videospielen auf Konsolen, PCs und mobilen Endgeräten eingesetzt wird. Ein Großteil der Arbeit findet in dem im Framework integrierten Leveleditor statt, in welchem Level, Objekte, Charaktere und Interaktionen, die darin stattfinden sollen, erstellt bzw. importiert und bearbeitet werden. Dabei kann sowohl mit der Programmiersprache C++, als auch den integrierten Blueprints, gearbeitet werden. Letztere sind eine Art visuelle Programmierung, mit deren Hilfe recht simpel interaktive Inhalte erstellt werden können, ohne Code schreiben zu müssen. Abb. 3.6 zeigt ein einfaches Beispiel für einen Blueprint: Nach dem Auslösen eines Events, welche rot dargestellt werden, folgt ein Branch, welcher als if-else-Abfrage angesehen werden kann. Ist die Bedingung, im Bild die Boolean-Variable *Error true*, wird durch die „Print String“-Funktion der String „An error occurred!“ ausgegeben, ist sie hingegen *false*, wird „No error occurred!“ angezeigt.

Darüber hinaus bietet die UE viele zusätzliche Features an, so z. B. fotorealistisches Rendering in Echtzeit, verschiedene visuelle Effekte und Partikel-Systeme sowie Werkzeuge, um umfangreiche Animationen erstellen zu können. Darüber hinaus werden Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) unterstützt [EPI20].

Seit 2015 ist die UE für den akademischen und kommerziellen Nutzen kostenfrei, sofern der Umsatz weniger als 3000 US-Dollar im Quartal beträgt. Andernfalls muss eine Beteiligung von 5 % an Epic Games erbracht werden [RAY14; TIM15].

Im Folgenden sollen die wichtigsten Begriffe, die für das Verständnis der Arbeit mit der UE notwendig sind, erläutert werden [EPI18]:

- **Objekte:** Die Grundbausteine der UE. Nahezu jedes Element erbt oder erhält Funktionalität von einem Objekt.
- **Actor:** Jedes Objekt, das in einem Level platziert und durch Translation, Rotation oder Skalierung bearbeitet werden kann. Diese können unter Einsatz von C++ oder Blueprints im Spiel spawnen (deu. *erzeugen*, *erscheinen*) oder zerstört werden.
- **Klassen:** Definieren das Verhalten oder Eigenschaften von Actors und Objekten. Sie sind hierarchisch aufgebaut und können von anderen Klassen erben oder als Eltern-Klasse selber Informationen an ihre Unterklassen vererben. Sie können mit C++ oder Blueprints umgesetzt werden.
- **Komponente:** Funktionalität, die einem Actor hinzugefügt werden kann.
- **Pawn:** Eine Actor-Unterkategorie, die als Spielcharakter eingesetzt wird. Kann sowohl vom Spieler, als auch in Form eines Non-Player-Characters (deu. *Nicht-Spieler-Charakter*, NPC) von der künstlichen Intelligenz (KI) des Spiels gesteuert werden.
- **Character:** Eine Unterklasse des Pawn Actors, die bereits wichtige Funktionalitäten für den Spielcharakter, wie bspw. Collision und Input Mapping, enthält.
- **Input Mapping:** Event für Eingabeparameter, z. B., dass der Spielcharakter beim Drücken der Leertaste springen soll.
- **Static Mesh:** Die Standardklasse für Objekte, die eine Physik haben können.
- **Collision:** Event, das bei der Berührung zweier Static Meshes aufgerufen wird.
- **Materials:** Die Oberfläche von Objekten, z. B. Texturen.
- **Mobility:** Gibt an, ob Objekte in der Welt fixiert (engl. *static*) oder beweglich (engl. *movable*) sind.
- **Post Process Volume:** Innerhalb des Post Process Volumes, einer Art Mischebene, können Postprocessing-Parameter manipuliert werden, um das Bild nachzubearbeiten. Dieses Mischen erfolgt dabei immer mittels linearer Interpolation. Sofern die Eigenschaft „Unbound“ deaktiviert ist, wird das Post Process Volume nur angewendet, wenn sich die Kamera innerhalb dessen Grenzen befindet.

- **Widget:** Vordefinierte Funktionen, um zweidimensionale grafische Benutzerschnittstellen umzusetzen, bspw. durch Head-Up-Displays (deu. wörtlich „*Kopf-oben-Anzeige*“, HUD), Menüs oder andere Grafiken im Interface, wie Buttons oder Fortschrittsleisten. Erstellt und bearbeitet werden sie durch spezialisierte Widget-Blueprints, in welchen sich zwei Tabs befinden: Zum einen der „Designer“-Tab, in welchem das visuelle Layout festgelegt wird und zum anderen der „Graph“-Tab, in welchem die Funktionalität des Widgets implementiert wird.
- **3D-Widget:** Ein an einen Actor gebundenes Widget. Dies ermöglicht es, das Widget in einem dreidimensionalen Raum zu platzieren, in welchem der Spieler, falls gewollt, auch mit diesem interagieren kann. Vor allem in VR ist dies die bevorzugte Variante, Widgets einzusetzen.
- **Media Player:** Ermöglicht das Editieren von importierten Medien-Dateien, z. B. durch das Selektieren von verschiedenen Video- und Tonspuren oder dem Festlegen allgemeiner Wiedergabeoptionen.
- **Media Texture:** Ein spezielles Material, welches auf einen Static Mesh angewendet werden kann und dazu in der Lage ist Videodateien abzuspielen.

### 3.6.1.2 Unity Engine

Bei der Unity Engine handelt es sich um eine Echtzeit-Entwicklungsplattform des Unternehmens Unity Technologies, welche in den Bereichen Unterhaltung (Videospiele, Filme, Animationen), Technik (Auto, Transport, Fertigung) und Architektur (Ingenieurwesen, Bau) eingesetzt wird. Plattformübergreifend basieren derzeit etwa 50 % der entwickelten Videospiele auf Unity. Plattformabhängig werden dabei 55 % der neuen Mobilspiele sowie 60 % aller AR/VR-Inhalte mit Unity erstellt. In die Entwicklungsumgebung wurde der AssetStore integriert, über welchen zusätzliche Komponenten wie Modelle, Texturen und Skripte bezogen werden können. Diese Assets werden in kostenloser oder kostenpflichtiger Form angeboten [UNI20c; UNI20d].

Es existieren aktuell vier verschiedene Bezahlmodelle für die Verwendung der Engine. Diese unterscheiden sich hauptsächlich im Support oder in der Verfügbarkeit zusätzlicher Funktionen. Darüber hinaus unterscheiden die Versionen sich jedoch nicht. Bei Einkünften von weniger als 100.000 US-Dollar innerhalb der letzten zwölf Monate kann Unity kostenfrei genutzt werden [UNI20a].

Nachfolgend solle die wichtigsten Begriffe erläutert werden, welche für das Verständnis der Arbeit notwendig sind [UNI20b]:

- **Szene:** Szenen enthalten alle Umgebungen, Objekte und Menüs eines Spiels. Jede Szene kann dabei als eigenständiges Level betrachtet werden, in welchem das Spiel designt und erbaut wird.
- **Asset:** Alle Medien oder Daten, die im Projekt verwendet werden können. Ein Asset kann aus einer Datei stammen, die außerhalb von Unity erstellt wurde, z. B. einem 3D-Modell, einer Audiodatei oder einem Bild. Es können allerdings auch einige Asset-Typen in Unity erstellt werden, wie z. B. einen Animator Controller (s. u.).
- **GameObject:** Das grundlegendste Objekt in Szenen, welches Charaktere, Gegenstände, Kameras, Wegpunkte und vieles mehr darstellen kann. Die Funktionalität eines GameObjects wird durch die ihm zugeordneten Komponenten definiert.
- **Prefab:** Ein Asset-Typ, in welchem ein GameObject mit allen Komponenten und Eigenschaften gespeichert wird. Prefabs können als „Schablone“ verwendet werden, aus welcher neue Instanzen eines Objekts erzeugt werden können.
- **Material:** Ein Asset, das angibt, wie eine Oberfläche gerendert werden soll, indem es Verweise auf die verwendeten Texturen, Kachelinformationen, Farbtöne und mehr enthält. Die verfügbaren Optionen für ein Material hängen davon ab, welchen Shader das Material verwendet.
- **Shader:** Ein kleines Skript, das die mathematischen Berechnungen und Algorithmen zur Berechnung der Farbe jedes gerenderten Pixels enthält, basierend auf der Beleuchtungseingabe und der Material-Konfiguration.
- **RigidBody:** Eine Komponente, die es einem GameObject erlaubt von simulierter Schwerkraft und anderen Kräften beeinflusst zu werden.
- **Collider:** Eine unsichtbare Form, die zur Handhabung physikalischer Kollisionen von und mit Objekten verwendet wird. Collider können darüber hinaus auch als Trigger benutzt werden.
- **Audio-Clip, Audio-Source und Audio-Listener:** Der Audio-Clip ist ein Container für Audiodateien im Mono-, Stereo- oder Multikanal-Format. Die Audio-Source ist eine Komponente, welche den Audio-Clip innerhalb einer Szene wiedergibt. Innerhalb der Szene fungiert der Audio-Listener wie ein Mikrofon, indem er den Ton von der Audio-Source aufnimmt und an die (Computer-)Lautsprecher weiterleitet.
- **Animator Controller:** Steuert Animationen durch Animationsebenen mit Animationszustandsmaschinen und Animation Blend Trees, gesteuert durch Animationsparameter. Derselbe Animator-Controller kann von mehreren Modellen mit Animator-Komponenten referenziert werden.

- **Event System:** Das Event System stellt eine Möglichkeit dar, Ereignisse an Objekte in der Anwendung zu senden, die auf Eingaben basieren. Dazu zählen Tastatur-, Maus-, Touch- oder benutzerdefinierte Eingaben.
- **Terrain:** Die Landschaft einer Szene. Das Terrain-GameObject fügt der Szene eine flache Ebene hinzu, welche anschließend in vielfacher Art und Weise modifiziert werden kann.
- **Skripte:** Code in der Programmiersprache C#, durch welchen bspw. eigene Komponenten erstellt, Events getriggert, oder Komponenten zur Laufzeit oder durch Nutzereingaben modifiziert werden können.
- **Tag:** Ein Referenzwort, das einem oder mehreren GameObjects zugewiesen werden kann. Dieses Wort kann anschließend in Skripten zur Identifizierung dieser Objekte genutzt werden.
- **Post-Processing:** Ein Prozess, der die Visualisierung verbessert, indem Filter und Effekte angewendet werden, bevor das Bild auf dem Bildschirm erscheint. So können Post-Processing-Effekte verwendet werden, um physikalische Kamera- und Filmeigenschaften zu simulieren, z. B. Blooming oder Tiefenschärfe.

### 3.6.2 Entwicklungsumgebungen

Integrierte Entwicklungsumgebungen stellen hilfreiche Werkzeuge für die Softwareentwicklung bereit. Für diese Dissertation wurde Visual Studio 2019 in Verbindung mit der Unreal Engine sowie der Unity Engine verwendet, um Code in den Programmiersprachen C++ bzw. C# zu schreiben sowie zu kompilieren. Beide App-Demonstratoren griffen auf Android Studio zurück. Die Kompilierung und Veröffentlichung der iOS-Version des zweiten App-Demonstrators setzte die Verwendung von Xcode voraus. Alle diese Programme werden im Nachfolgenden dargestellt.

#### 3.6.2.1 Visual Studio

Visual Studio ist eine von Microsoft entwickelte integrierte Entwicklungsumgebung (engl. *Integrated Development Environment*, IDE) für verschiedene Programmiersprachen, bspw. C, C++, C# oder Visual Basic .NET. Dies ermöglicht es native Win32/Win64-Programme, Webanwendungen oder Anwendungen für das .NET Framework zu entwickeln. Durch die Integration von Xamarin ist es darüber hinaus möglich, mobile Applikationen für Android, iOS oder Windows Phone zu programmieren [MIC20].

#### 3.6.2.2 Android Studio

Android Studio [GOO20b] ist eine freie IDE von Google, welche auf der IntelliJ IDEA Community Edition basiert. Seit das Android Developer Tool (ADT) für Eclipse nicht mehr offiziell unterstützt wird, ist Android Studio die offizielle Entwicklungsumgebung für die Programmierung von Android, Android Wear und Android TV Anwendungen [EAS15]. Durch die Verwendung des auf Gradle basierenden Build-Management-Automatisierungs-Tools können optimierte Apps für verschiedene Gerätetypen (z. B. Smartphones oder Tablets) erstellt werden. Auch ist es möglich, Google Dienste innerhalb von Android Studio zu konfigurieren und direkt auf die erstellte App anzuwenden. Die automatische App-Signierung hilft Entwicklern bei der Erstellung der App-Bundle bzw. .apk-Dateien, die für die Veröffentlichung im Google Play Store benötigt werden [GOO20b].

Im Folgenden werden einige wichtige Android-Klassen erläutert, welche für das Verständnis der Implementierung des ersten App-Demonstrators vorteilhaft sind [GOO21b]:

- **Activity:** Fast alle Aktivitäten einer App interagieren mit dem Benutzer, daher kümmert sich die Activity-Klasse darum, ein Fenster für sie zu erstellen, in welchem die Benutzeroberfläche platziert werden kann. Während Activities dem Benutzer oft als bildschirmfüllende Fenster präsentiert werden, können sie auch als schwebende Fenster, im Multi-Window-Modus oder eingebettet in andere Fenster dargestellt werden.
- **Aktionsleiste:** Eine primäre Symbolleiste innerhalb einer Activity, die den Titel der Activity, Navigationsmöglichkeiten auf Anwendungsebene und andere interaktive Elemente anzeigen kann.
- **BroadcastReceiver:** Basisklasse für Code, der Broadcast-Intents empfängt und verarbeitet.
- **ImageView:** Zeigt Bildressourcen an, wird aber auch häufig verwendet, um Farbtöne auf ein Bild anzuwenden oder um die Bildskalierung zu handhaben.
- **Intent:** Ein Intent ist eine abstrakte Beschreibung eines auszuführenden Vorgangs. Er kann eine Activity starten, an alle interessierten BroadcastReceiver-Komponenten gesendet werden und mit Hintergrunddiensten kommunizieren.
- **MotionEvent:** Die Klasse MotionEvent beschreibt ein Objekt, das zum Melden von Bewegungsereignissen verwendet wird. Sie beschreiben Bewegungen in Form eines Aktionscodes und eines Satzes von Achsenwerten. Der Aktionscode gibt die aufgetretene Zustandsänderung an, die Achsenwerte beschreiben die Position und andere Bewegungseigenschaften.

- **SensorManager:** Eine Klasse, über welche auf die Sensoren des Geräts zugegriffen werden kann.
- **SensorEventListener:** Wird für den Empfang von Benachrichtigungen vom SensorManager verwendet, sobald neue Sensordaten vorhanden sind.

### 3.6.2.3 Xcode

Bei Xcode handelt es sich um eine IDE von Apple für macOS, mit welcher Anwendungen für macOS, iPadOS, iOS, watchOS und tvOS entwickelt werden können. Zu den nativ unterstützten Programmiersprachen gehören C, C++, Swift und Objective-C unter Verwendung des Cocoa-Frameworks, jedoch können durch die Modularität der IDE auch andere Sprachen verwendet werden [APP20; APP21b].

Um eine Applikation signieren und veröffentlichen zu können, muss zunächst ein Apple Entwicklerkonto registriert und in Xcode hinterlegt werden. Zusätzlich muss ein von Apple ausgegebenes Zertifikat generiert werden, mit welchem die Apps letztendlich signiert werden können. Anschließend ist es möglich, die Anwendung direkt über die IDE an App Store Connect zu senden. Hier können unter anderem der App Store Eintrag bearbeitet oder die App zur Überprüfung an Apple gesendet werden. Nach einer erfolgreichen Prüfung wird die App im Apple App Store veröffentlicht [APP21a].

### 3.6.3 3D-Modellierung

Um 3D-Modelle zu erstellen oder zu bearbeiten, werden darauf spezialisierte Programme benötigt. Neben der Modellierung werden auch weitere Features angeboten, wie z. B. das Erstellen eines Rigs oder von Animationen. Für diese Arbeit wurde für nahezu alle dieser Aufgaben Autodesk Maya verwendet. Für die schnelle Erstellung anatomisch korrekter Menschenmodelle wurde auf MakeHuman zurückgegriffen. Beide Programme sollen in folgendem vorgestellt werden.

#### 3.6.3.1 Autodesk Maya

Maya ist eine Software von Autodesk, welche zu den bekanntesten und meistgenutzten Softwareprodukten im Bereich 3D-Modellierung, Computeranimation und Rendering gehört. Hauptsächlich wird Maya in der Film- und Fernsehindustrie sowie bei der Entwicklung von Computerspielen eingesetzt, allerdings zählen auch die industrielle Fertigung, Architekturvisualisierung, sowie Forschung und Entwicklung zu weiteren

Anwendungsgebieten der Software. Obwohl das Programm ohne Programmierkenntnisse genutzt werden kann, bietet das Maya SDK die interne Skriptsprache MEL (Maya Embedded Language) an. Diese erlaubt es, eigene Skripte zu schreiben und diese als Makros in die Entwicklungsumgebung zu integrieren. Darüber hinaus können grundlegenden Kerneigenschaften von Maya verändert und erweitert werden, da diese ebenfalls auf MEL basieren [AUT21; CIN17].

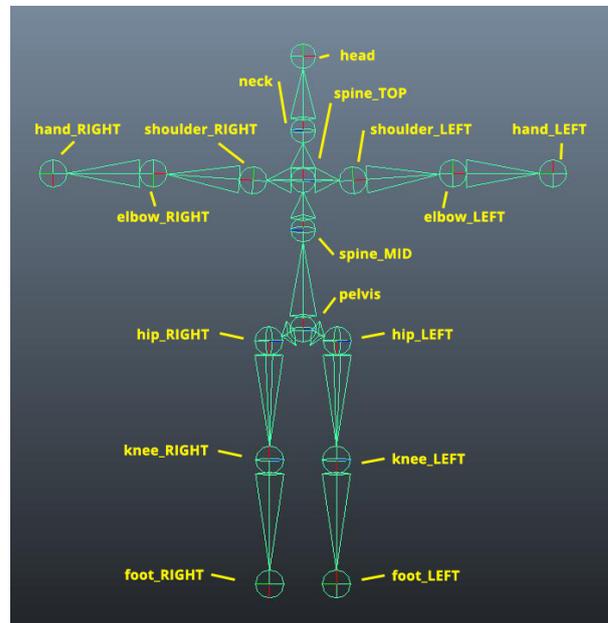
Nachdem ein 3D-Modell mit Maya modelliert wurde, kann ein Rigging für dieses erstellt werden. Unter Rigging versteht man das Erstellen von Bones (deu. *Knochen*) und Joints (deu. *Gelenke*) für das Modell, um dieses beweglich zu machen. Ein humanoides Rig sowie zwei Anwendungsbeispiele sind in Abb. 3.7 zu sehen. Anschließend können Keyframe-basierte Animationen angefertigt werden, welche unter anderem in Game Engines (siehe Abschnitt 3.6.1) importiert und dort weiterverwendet werden können [AUT21].

#### 3.6.3.2 MakeHuman

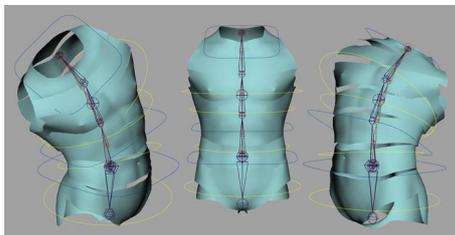
MakeHuman ist eine kostenlose Open-Source-Grafikanwendung für das Prototyping anatomisch korrekter Humanoide. Mittels einer 3D-Morphing-Technologie sowie linearer Interpolation kann ein androgyner humanoider Basis-Mesh in eine Vielzahl von Charakteren umgewandelt werden, wobei alle Geschlechter und Altersstufen möglich sind. Innerhalb der Software werden hierfür Schieberegler mit gängigen Parametern wie Größe, Gewicht, Geschlecht, Ethnie oder Muskulatur verwendet. Neben der Erstellung von Charakteren kann MakeHuman die Modelle direkt mit einem Rigging versehen, welches kompatibel mit gängigen Game Engines (siehe Abschnitt 3.6.1) ist [BAS08; MAK21].

Aufgrund der Lizenzfreiheit wird MakeHuman häufig für wissenschaftliche Zwecke verwendet. Bspw. in der VR-Forschung, um schnell Avatare für Messungen oder Kameraansichten zu erzeugen [PIÉ09; PIÉ11; VAN11a]. In der Biomechanik und Biomedizintechnik wurden MakeHuman-Charaktere eingesetzt, um das Verhalten des menschlichen Körpers unter bestimmten Bedingungen oder Behandlungen zu simulieren [CAS10; MOR12; VER11]. Die Software wurde ebenfalls für die Entwicklung eines visuo-haptischen chirurgischen Trainingssystems verwendet, welche den Tastsinn mit visuellen Informationen kombiniert und realistische Trainingsszenarien bietet, um die Fähigkeiten und das Wissen von Assistenzärzten und erfahrenen Chirurgen zu erwerben, zu verbessern und zu bewerten [HAM19].

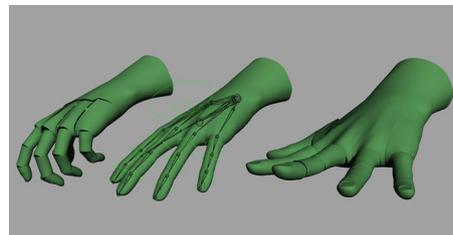
Im Jahr 2017 wurde das Projekt MakeTherapist angekündigt, welches Patienten erlauben soll, sich einen persönlichen Therapeuten zusammenzustellen [MAK17]. Gesichtsausdrücke werden hierbei mit dem Facial Action Coding System umgesetzt [GIL18].



(a)



(b)



(c)

Abbildung 3.7: Figur (a) zeigt ein einfaches Ganzkörper-Rig eines Humanoiden, welches mit Maya angefertigt wurde (Quelle: [COL18]). Die Figuren (b) und (c) demonstrieren an einem humanoiden Torso bzw. einer menschlichen Hand, welche Auswirkungen das Rigging auf den Mesh hat, um Bewegungen nachzubilden (Quelle: [AMI14]).



## 4 State of the Art

### 4.1 Einführung

Die Potenziale neuer Medien, welche für ein kognitives Training eingesetzt werden, wurden von Forman et al. [FOR18] evaluiert. Sie fanden heraus, dass die Nutzung von Heimcomputern die Effektivität von Trainings aufgrund der hohen Verfügbarkeit, des Internetzugangs und der einfachen Möglichkeit, Sitzungen so oft wie möglich und gewünscht zu wiederholen, verbessern und aufrechterhalten kann. Die Compliance der Patienten ist jedoch nicht gegeben, da eine hohe Motivation erforderlich ist und es keine externen Faktoren gibt, welche sicherstellen, dass die Trainingssitzungen regelmäßig und korrekt durchgeführt werden [ALL16; HOU16].

Mobile Anwendungen (Apps) haben den Vorteil, dass sie aufgrund der Verfügbarkeit und Mobilität von Smartphones und Tablets nahezu allgegenwärtig sind. Dies ermöglicht ein direktes Eingreifen, vor allem in Situationen, in denen Suchtdruck entsteht. Nachteile sind die Bildschirmgröße der mobilen Geräte und die damit verbundene schlechtere Reizerkennung. Darüber hinaus kann das Training mit mobilen Apps mit einer verminderten Konzentration und Aufmerksamkeit einhergehen [LAW15]. Die empirischen Ergebnisse bezüglich mobiler Apps sind, sofern überhaupt vorhanden, gemischt.

Der Einsatz der VR bietet viele Vorteile, wie z. B. ökologische Validität und hohe Immersion [POW08], die Möglichkeit, viele Umgebungen und komplexe kontextuelle Hinweise zu schaffen, sowie ein individualisiertes Training zu ermöglichen [BOR11]. VR-Trainings wurden mit verbesserten Behandlungsergebnissen, hohen Adhärenzraten sowie sehr guter Generalisierung bewertet. Damit einhergehend kommt es zu einer verstärkten Verhaltensänderung in der realen Welt [HOF04; REG98; SLA99a]. Nachteile von VR sind der Kostenfaktor, das mögliche Auftreten von Cybersickness und die erforderliche technologische Expertise zur Programmierung und Einrichtung von VR-Anwendungen [BOR11; LEO14]. Zum Zeitpunkt der Analyse von Forman et al. [FOR18] gab es kaum existierende Forschung zur Wirksamkeit therapeutischer VR-Anwendungen, die darauf abzielen, kognitive Verzerrungen zu modifizieren.

Aufgrund der vielen Vorteile und der positiven Ergebnisse von Trainings mit Apps und VR-Anwendungen ist es sinnvoll, diese auch im Rahmen von CBM-Therapien zu nutzen. Insbesondere durch die Kombination dieser beiden Techniken sollte es möglich sein, die oben dargestellten Nachteile zu entkräften und eine neue Form der Therapie mit digitalen

Medien zu erschaffen. Da dies zu den Zielen der hier vorgestellten Forschung zählt, wird in den folgenden Kapiteln auf den bisherigen Stand der Forschung bei der Verwendung der klassischen CBM (Kap. 4.2), der Virtuellen Realität (Kap. 4.3) sowie von mobilen Anwendungen (Kap. 4.4) eingegangen.

### 4.2 Therapie im Sinne der CBM - Messung und Modifikation des Approach Bias

In diesem Kapitel wird auf die Erkennung und Behandlung von Substanzabhängigkeitserkrankungen mithilfe der Cognitive Bias Modification (CBM) eingegangen. Der Schwerpunkt liegt hier bei der Approach Bias Modification (ABM) durch das AAT-Verfahren. Andere Formen der Messung und Modifikation des Approach Bias werden abgesehen davon ebenfalls vorgestellt.

#### Nikotin

Unter Verwendung von Verfahren, bei welchen explizit auf die dargestellten Stimuli geachtet werden soll (z. B. IAT oder Dotprobe-Aufgabe), weisen Raucher einen erhöhten Approach Bias (ApB) gegenüber rauchbezogenen Stimuli auf. Das bedeutet, dass ihre Annäherungsreaktionen schneller als die Vermeidungsreaktionen sind [MOG03; WOU16]. Interessanterweise kann der gemessene ApB bei Rauchern mit geringer Abhängigkeit stärker sein als bei Rauchern mit mäßiger Abhängigkeit [MOG05; WAT12], wobei es auch Studien mit einem gegenteiligen Ergebnis gibt [ELF16]. Dieser Befund könnte darauf hindeuten, dass sich die Annäherungstendenzen mit der Entwicklung der Abhängigkeit ändern. Ein Grund dafür könnten eine verringerte Anreizmotivation (engl. *Incentive Motivation*) gegenüber den Stimuli sein, sobald sich der Substanzkonsum nach anhaltender Aufrechterhaltung des Konsums von „mögen“ zu „wollen“ verschiebt [BER04]. In ähnlicher Weise könnte eine Verschiebung der Verhaltenskontrolle hin zum „Wollen“ auch die Ergebnisse einer Studie von Bradley et al. [BRA08] erklären, die impliziert, dass die Annehmlichkeit der Raucherreize eine Rolle spielen könnte. Hier zeigen Raucher auch gegenüber von eher unangenehmen rauchbezogenen Reizen, bspw. Aschenbechern, eine Annäherungstendenz, was bei Nichtrauchern nicht der Fall war. Die Beziehung zwischen Abhängigkeit und Verzerrungsstärke wird möglicherweise durch die genetische Anfälligkeit für eine verminderte natürliche Belohnungsreaktivität aufgrund verminderter dopaminerger Aktivität vermittelt [ZLO18].

Im Gegensatz dazu konnten zahlreiche Studien, welche das AAT-Verfahren eingesetzt haben, keinen rauchbezogenen ApB bei Rauchern finden [LAR14; MAC15; WEC17; WOU16]. Lediglich Wiers und Kollegen [WIE13] konnten mit dem AAT einen solchen feststellen. In einigen Studien konnte unter Verwendung des indirekten AAT-Verfahrens,

bei welchem auf ein bestimmtes Unterscheidungsmerkmal statt auf den Stimulus geachtet werden soll, ein Zusammenhang zwischen Suchtdruck und ApB ermittelt werden [WAT12; WIE13]. Bei der Studie von Bradley et al. [BRA08] konnte dieser Effekt jedoch nicht gefunden werden. Möglicherweise liegt dies daran, dass Bradley und seine Kollegen den *Stimulus-Response Compatibility Task* (SRC, auch *Manikin-Task*) verwendet haben, bei welchem ein Männchen mithilfe zweier Tasten bewusst auf einen Reiz hinzu- oder wegbewegt werden soll und somit deutlich kontrollierte Reaktionen hervorruft als der AAT. Mehrere Studien deuten auf eine Zustandsabhängigkeit des ApB für rauchbezogene Stimuli hin, welcher mit der Zeitspanne seit dem Konsum der letzten Zigarette zusammenhängt [LOI20]. Interessanterweise nimmt der ApB direkt nach dem Konsum von Zigaretten zu, statt abzunehmen [WAT13]. Auch konnte gezeigt werden, dass der ApB nach erfolgreicher Raucherentwöhnung mit der Zeit abnimmt [WIE13].

Einige Studien haben den ApB gegenüber anderen appetitlichen Reizen bei Rauchern untersucht. Unter Personen mit riskantem Trinkverhalten zeigten Raucher eine stärkere Assoziation gegenüber alkoholbezogenen Stimuli als Nichtraucher (IAT; [COH14]), während Raucher im Gegensatz zu Nichtrauchern keinen ApB gegenüber Lebensmitteln zeigten (AAT; [MAC15]). Rauchen kann demnach das Risiko erhöhen, andere Substanzabhängigkeiten zu entwickeln [CRE09], gleichzeitig aber auch die Empfindlichkeit gegenüber natürlichen Belohnungssystemen, wie bspw. Nahrungsmitteln, verringern [RUB11].

Aufgrund ihrer Wichtigkeit für das Thema dieser Dissertation werden im Folgenden einige der aktuellsten Studien detaillierter vorgestellt.

An die in Kapitel 2.4 angesprochene Fragestellung von Rinck und Becker knüpft die Pilotstudie von Wittekind und ihren Kollegen an [WIT15], mit der sie feststellen wollten, ob mittels AAT automatisierte Verhaltensweisen von Rauchern umgeschult werden können. Die verwendete Methodik war der von Rinck und Becker sehr ähnlich: Die Teilnehmer saßen vor einem Computerbildschirm und hatten einen Joystick in der Hand, mit dem sie auf die gezeigten Stimuli reagieren sollten. Nach dem Drücken eines „Start“-Knopfes wurde ein Bild auf dem Bildschirm eingeblendet – entweder im Hochformat mit auf Rauchen bezogenem Inhalt oder im Querformat mit neutralem Bildinhalt. Auf diese Bilder sollte, abhängig vom Dargestellten, mit Drücken oder Ziehen des Joysticks reagiert werden, wodurch das Bild kleiner bzw. größer wurde, bis es eine bestimmte Größe erreicht hatte und verschwand. Nach einem erneuten Drücken auf den „Start“-Knopf wurde das nächste Bild eingeblendet. An einem Teil der Teilnehmer wurde dabei eine modifizierte Variante des Verfahrens getestet, bei der ihnen nach jedem abgeschlossenen Bild ihre Reaktionszeit angezeigt wurde. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass das AAT-Verfahren bei den aktiven Teilnehmern, im Vergleich zur Kontrollgruppe, zu einem signifikanten Rückgang des Zigarettenkonsums geführt hat. Dabei schlossen die Teilnehmer der modifizierten AAT-Variante allerdings deutlich schlechter ab, als die der

Standardvariante. Sowohl in Hinblick auf Zigarettenabhängigkeit als auch im Rückgang ihres zwanghaften Verhaltens durch und gegenüber von auf Rauchen bezogene Stimuli. Als mögliche Erklärung wurde angenommen, dass die häufigen Einblendungen der RZ von den Teilnehmern als ablenkend empfunden wurden, da dadurch ihre Konzentration gestört wurde, oder weil schlechte Leistungen demotivierend gewirkt haben.

Kong et al. [KON15] führten eine Pilotstudie durch, um festzustellen, ob die CBM genutzt werden kann, um auf Rauchen bezogene Stimuli zu vermeiden sowie die Nikotin-Abhängigkeit zu verringern. Dafür wurden 60 erwachsene Personen, über einen Zeitraum von vier Wochen, mit kognitiver Verhaltenstherapie (engl. *Cognitive Behaviour Therapy*, CBT) behandelt. Gleichzeitig absolvierten sie ein AAT-Training, bei welchem 90 % der Bilder auf Rauchen bezogene Stimuli zeigten, die von den Teilnehmern weg gedrückt werden sollten. Bei der Kontrollgruppe bestanden lediglich 50 % aus solchen Bildern, die anderen 50 % zeigten neutrale Stimuli. Die Ergebnisse ergaben einen im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikanten Rückgang des Konsums der Probanden. Jedoch ist der Unterschied im Ganzen betrachtet eher mäßig ausgefallen. Bezüglich des ApB konnte kein Unterschied zwischen der aktiven Trainingsgruppe und der Kontrollgruppe festgestellt werden, beide Gruppen zeigten nach dem Training eine verminderte Annäherungstendenz. Dennoch kann daraus geschlussfolgert werden, dass die unterstützende Verwendung des AAT-Verfahrens zur Behandlung von Abhängigkeitserkrankungen vielversprechend ist.

Machulska und ihre Kollegen [MAC16a] evaluierten ebenfalls die Wirkung des AAT-Verfahrens bei der Behandlung von Abhängigkeitserkrankungen. Zunächst wurde ein Assessment-AAT durchgeführt, bei welchem die Teilnehmer Bilder, die um 3° nach links geneigt waren, schnellstmöglich zu sich hinziehen und solche, die um 3° nach rechts gekippt waren, so schnell wie möglich von sich wegdrücken mussten. Dabei sollte der Bildinhalt vollständig ignoriert und nur auf die Neigung der Bilder geachtet werden. Anschließend wurden die Studienteilnehmer in zwei Gruppen aufgeteilt: In der AAT-Gruppe wurden alle Bilder, die auf Rauchen bezogene Stimuli zeigten, im Vermeidungsformat dargestellt und alle Bilder, die jemanden beim Zähneputzen zeigten, im Annäherungsformat gezeigt. So wurden die Probanden dazu gebracht, sich den entsprechenden Stimuli unbewusst zu nähern bzw. sich von diesen zu entfernen. In der Kontrollgruppe hingegen war das Verfahren identisch mit dem Assessment-AAT. Bei der Studie wurden Bilder, die Zähneputzen zeigen, als Gegensatz gewählt, da zum Rauchen und Zähneputzen ähnliche Armbewegungen ausgeführt werden. Die Ergebnisse der Studie ergaben, dass sich der Nikotin-Konsum, nach einem Zeitraum von drei Monaten, nur bei der AAT-Gruppe stärker reduziert hat. Daher könnte sich das Verfahren durchaus anbieten, therapeutisch eingesetzt zu werden, um Patienten langfristig bei der Rauchentwöhnung zu unterstützen. Allerdings fiel der Rückgang des Nikotin-Konsums im Ganzen betrachtet eher spärlich aus, was darauf zurückzuführen sein könnte, dass

die Studienteilnehmer weder motiviert waren, mit dem Rauchen aufzuhören, noch explizit dazu angewiesen worden sind, während des Trainings keine weiteren Zigaretten zu konsumieren. Dennoch hat das AAT-Verfahren den Vorteil, dass Patienten damit nicht nur trainieren, bestimmte Stimuli zu vermeiden, sondern gleichzeitig lernen, stattdessen alternative Verhaltensweisen, wie in diesem Fall Zähneputzen, anzunehmen.

In der Studie von Baird et al. [BAI17] wurde über ein ähnliches Ergebnis berichtet: Die Entwicklung des ApB über vier Sitzungen eines aktiven Nikotinvermeidungs-Trainings sagte die Anzahl der Abstinenztage nach dem Training in einer Gruppe von Rauchern voraus, die zum Aufhören motiviert waren. Auch Wittekind et al. [WIT19b] untersuchten das AAT-Training als Unterstützung einer Standard-Rauchentwöhnungsintervention. Bei der Nachuntersuchung kam heraus, dass Teilnehmer, welche die Intervention und das aktive Training erhielten, keine signifikant größere Reduktion des täglichen Zigarettenkonsums hatten als diejenigen, welche die Intervention und ein Scheintraining erhielten.

Wittekind et al. [WIT15] wandten ein eigenständiges webbasiertes AAT-Training an, bei dem die Computermaus anstelle eines Joysticks verwendet wurde. Sie berichteten von einem Rückgang des Zigarettenkonsums und der Schwere der Symptome in der Trainingsgruppe nach vier Wochen. Es wurde jedoch nicht über Mediationsanalysen berichtet, es gab keine genaue Beschreibung des Scheintrainings und es war nicht bekannt, wie viele Trainingssitzungen die Teilnehmer tatsächlich absolvierten.

In einer späteren Studie der Forschungsgruppe [WIT19a] waren diese Einschränkungen nicht vorhanden. Hier wurden die 149 erwachsenen Teilnehmer nach einer ersten Beurteilung, welche über Online-Fragebögen erfolgte, zufällig einer von drei Gruppen zugeteilt: der Trainingsgruppe, der Placebo-Kontrollgruppe oder der Wartelisten-Kontrollgruppe. Sowohl die Trainingsgruppe, als auch die Placebo-Kontrollgruppe, führten jeweils sechs Sitzungen durch. Während für die Trainingsgruppe alle rauchbezogenen Reize im Vermeidungsformat und alle neutralen Reize im Annäherungsformat erschienen, war das Verhältnis in der Kontrollgruppe 50:50. Weitere Bewertungen des Rauchverhaltens erfolgten direkt nach dem Training sowie nach sechs Monaten. Bei der Nachuntersuchung zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede nach sechs Monaten, wobei das AAT-Training den täglichen Zigarettenkonsum direkt nach dem Training signifikant reduzierte. Es zeigte sich keine konsistente Veränderung des ApB durch das Training, wodurch diese Studie keine Unterstützung für die langfristige Wirksamkeit des CBM-Trainings als eigenständige Rauchintervention bietet.

### **Alkohol**

Die Therapie von Alkoholmissbrauch umfasst die Mehrheit der durchgeführten Studien (Zusammenfassung siehe [BAT19; FRI20; LOI20]). Diese zeigen, dass alkoholab-

hängige Patienten einen ApB gegenüber alkoholbezogenen Reizen aufzeigen [ERN14; WIE09; WIE11; WIE14b]. Während einige Studien von einem ApB bei schweren Trinkern, welche nicht abhängig sind, berichten [CHR12; FIE08; FIE11; KIM15; PEE12; VAN16; WIL13], kommen etwa genau so viele Studien auf ein gegenteiliges Ergebnis [COU14; ERN13; GRO16; JAN15a; JÜN17; VAN11b]. Darüber hinaus konnte bestimmt werden, dass der alkoholbezogene ApB zum einen auf eine genetische Veranlagung (Träger eines G-Allels des OPRM1-Gens haben eine besonders starke kognitive Verzerrung gegenüber Alkohol sowie anderen appetitiven Reizen) [WIE09] und zum anderen auf die Qualität der expliziten Kontrolle [SHA13] zurückzuführen ist. Der Einfluss der (vorbehandelten) Konsummenge könnte ein weiterer Prädiktor für einen ApB sein [BAR12a], während der Schweregrad des Alkoholmissbrauchs keinen Einfluss darauf zu haben scheint [VAN12]. Interessanterweise fanden Spruyt et al. [SPR13] eine positive Korrelation zwischen dem Vorliegen eines Avoidance Bias (AvB, im Gegensatz zu einem ApB) und einem Rezidiv des Alkoholmissbrauchs. Snelleman und Kollegen [SNE15] konnten dies jedoch nicht bestätigen, da sie keinen Zusammenhang zwischen dem Vorliegen eines AvB und klinischen Messungen finden konnten. Dafür zeigten ihre Studien, dass der AvB nach längerer Abstinenz abnahm. Messungen mit einem fMRT (funktionelle Magnetresonanztomografie) zeigten auf der einen Seite, dass die reflektiven Areale des Gehirns beim Vermeiden von alkoholbezogenen Stimuli eine erhöhte Aktivität aufweisen [ERN14]. Auf der anderen Seite konnten Wiers und Kollegen [WIE14b] herausfinden, dass das Belohnungssystem des Gehirns bei der Annäherung an Suchtreize aktiver ist und dass ein erhöhter ApB mit erhöhten suchbezogenen Aktivitäten in der Amygdala zusammenhängt. Bei Personen mit einem gesunden Trinkverhalten gab es keine Gesamteffekte des Alkoholkonsums auf das Annäherungsverhalten und die vorhandenen Annäherungstendenzen waren nicht konsistent prädiktiv für den Alkoholkonsum im Zeitverlauf [JAN15b; PIE14].

Studien, welche die Modifikation des ApB im Fokus hatten, konnten nur eine geringe Abschwächung der Annäherungstendenzen erzielen. Weder die Verabreichung von Oxytocin oder Baclofen, noch die Dosis der Alkoholverabreichung beeinflussten die Tendenzen [BER18; MIT16; SCH08]. Cousijn und Kollegen [COU14] stellten fest, dass ein erhöhter Schweregrad des Alkoholkonsums mit einem verminderten Einfluss des negativen emotionalen Primings auf die Annäherungstendenzen einhergeht. Sharbanee und Kollegen fanden heraus, dass Problemtrinker einen erhöhten alkoholbezogenen ApB zeigen, wenn sie generell eine geringe Arbeitsgedächtniskapazität [SHA13] oder eine geringe Gedächtnisbelastung [SHA14b] haben. Eine Studie von Wiers et al. [WIE10b] ergab, dass eine erfolgreiche Manipulation des ApB die Menge des Alkoholkonsums im Rahmen eines Geschmackstests beeinflussen konnte. Weitere Modifikationsstudien mit abstinenten alkoholabhängigen Patienten zeigten, dass ein aktives Vermeidungstraining zu geringeren Rückfallquoten führte [EBE13; MAN16; RIN18; WIE11]. Lediglich die Studien von Di Lemma und Field [DI 17] und Lindgren et al. [LIN15] zeigten keine

Auswirkungen des Trainings auf den ApB. In diesen Studien wurden jedoch nur subklinische Stichproben einbezogen und das Training wurde nicht als Zusatzintervention in einem Behandlungsszenario angewandt. Darüber hinaus wurden nur ein oder zwei Trainingssitzungen durchgeführt, während die Ergebnisse von Eberl et al. [EBE14] darauf hinweisen, dass wiederholte Sitzungen (6 bis 12) bessere Ergebnisse erzielen. Auch zeigen die oben genannten Studienergebnisse, dass der Einsatz des AAT-Verfahrens bei klinischen Patienten eine wirksame Intervention darstellt, welche die auftretende Reaktion auf Schlüsselreize (Cue Reactivity) sowie die Abbruchraten verringert. Jedoch scheint ein Online-Training [WIE15] möglicherweise nicht so effektiv zu sein. Auch die Neuromodulation kann den Trainingseffekt anscheinend nicht verstärken [UYL17], da viele Neurotransmitter- und Hormonsysteme (hauptsächlich Testosteron und Oxytocin) in einer komplexen und zeitabhängigen Weise beeinflusst werden, was einfache Schlussfolgerungen verhindern kann [CHA06; RAC13].

### **Cannabis**

In einer Studie von Cousijn et al. [COU15] konnte bei einer Gruppe Jugendlicher, welche bereit für eine Behandlung war, kein ApB für Cannabis-Stimuli gefunden werden. Wolf und Kollegen [WOL16] fanden ebenfalls keinen ApB in einer kleinen Gruppe moderater Konsumenten, jedoch entdeckten sie einen ApB in einer kleinen Gruppe schwerer Konsumenten. Aufgrund der sehr geringen Stichprobenmenge ( $n = 7$ ) kann hier jedoch nicht von einem validen Ergebnis gesprochen werden. Field et al. [FIE06] verwendeten das SRC-Verfahren und ermittelten dabei einen ApB für Cannabis-Konsumenten, welche das Risiko aufwiesen, eine Suchterkrankung zu entwickeln. Bei dieser Studie wurden die cannabisbezogenen Stimuli allerdings nicht mit Kontrollreizen verglichen. Ähnlich wie beim Nikotinkonsum scheint sich der ApB in Abhängigkeit von der Dauer seit dem letzten Konsum zu verändern [COU13].

In der fMRT-Studie von Cousijn et al. [COU12] sagte der ermittelte ApB für cannabisbezogene Stimuli einen erhöhten Drogenkonsum nach sechs Monaten voraus. Interessanterweise sagte eine erhöhte Aktivität in reflektiven Hirnarealen während der Annäherung cannabisbezogener Stimuli einen geringeren Folgeschweregrad der Abhängigkeit voraus. Eine erhöhte Aktivität in diesen Arealen während der Vermeidungsreaktionen sagte hingegen einen erhöhten Schweregrad der Abhängigkeit voraus.

Zwei Studien, welche sich mit der Modifikation des ApB befassten, fanden keine Trainingseffekte und konnten die gemessenen ApB-Werte zu Studienbeginn nicht mit der Menge des Cannabis-Konsums in Beziehung setzen [JAC18; SHE18]. Beiden Studien fehlt jedoch die statistische Aussagekraft, da die Stichprobe entweder sehr klein [SHE18] oder nicht behandlungsbedürftig [JAC18] war.

### Essstörungen

Studien haben das Vorhandensein eines ApB auch bei Personengruppen, welche unterschiedliche Essstörungen aufweisen, untersucht (Zusammenfassung siehe [FRI20; KAK19; LOI20]). Mehrere Untersuchungen zeigten, dass erwachsene Menschen mit Übergewicht oder Adipositas, nicht aber Personen mit gesundem Gewicht, durch Einsatz des Dot-Probe-Verfahrens [MOG98], des IAT [KEM15] oder des AAT [KAK17b; MEH18] einen ApB in Bezug auf Lebensmittel vorweisen. Im Gegensatz dazu konnte bei Kindern mit Übergewicht oder Adipositas kein stärkerer ApB für ungesunde, im Vergleich zu gesunden, Nahrungsmitteln bestätigt werden [SCH18]. Allerdings könnten die Ergebnisse der Studie dadurch verfälscht worden sein, dass die Kinder in einer Einrichtung zur Gewichtsabnahme rekrutiert und dadurch zuvor darauf hingewiesen wurden, ungesunde Nahrungsmittel zu vermeiden. In nicht-klinischen Studien konnte unter Verwendung des AAT gezeigt werden, dass der ApB gegenüber kalorienreicher Nahrung (im Vergleich zu Nicht-Nahrungsmitteln) bei Personen mit höherem Verlangen [BRO15a] und einer höheren Belohnungsempfindlichkeit [MAY16] stärker war. Zwei Studien [PAS16; VEE11] konnten durch den Einsatz einer Aufgabe mit irrelevantem Merkmal (engl. *Irrelevant-Feature Task*) herausfinden, dass Patienten mit Anorexia nervosa eine kognitive Verzerrung aufweisen. Während die gesunden Kontrollgruppen gegenüber Nahrungsmitteln eine Annäherungstendenz zeigten, diesen gegenüber demnach positiv eingestellt waren, war dies bei den Erkrankten nicht der Fall. Für Bulimie [PAS17] und „gestörtes Essverhalten“ [KHA15; LEI18b] konnte hingegen keine Annäherungsverzerrung nachgewiesen werden. Generell scheint es so, als wären ernährungsbedingte Pathologien und Gewohnheiten mit Annäherungs- und Vermeidungstendenzen verbunden, jedoch sind die Beweise oft nicht eindeutig [FRI20].

Die Arbeitsgruppen Khan et al. sowie Neimeijer et al. [KHA15; NEI15] überprüften, ob anhand des ApB die Entwicklung der Psychopathologie vorhergesagt werden kann. Jedoch fand keine der beiden Studien einen Zusammenhang zwischen Annäherungstendenzen gegenüber Lebensmitteln und den klinischen Messungen zu Beginn der Studie bzw. nach dem Kontrolltermin.

Brockmeyer und Kollegen [BRO15b] führten eine subklinische Machbarkeitsstudie mit an Bulimie erkrankten Patienten durch. Dabei konnte der anfängliche auf Lebensmittel bezogene ApB in einen AvB modifiziert werden. In dieser Proof-of-Principle-Studie war jedoch keine Placebo-Kontrollgruppe vorhanden, welche allerdings der randomisiert-kontrollierten Studie der Arbeitsgruppe hinzugefügt wurde [BRO19]. Innerhalb dieser Studie führten die Teilnehmer jeweils zehn AAT-Sitzungen durch. Die Ergebnisse waren gemischt: Während die Trainingsgruppe tendenziell eine stärkere Reduktion der Essstörungssymptome erzielen konnte, hat sich das Vorkommen von Essanfällen in beiden Gruppen gleichermaßen reduziert. Eine Veränderung der Nahrungsaufnahme konnte in keiner Gruppe bestätigt werden.

Schumacher, Kemps und Tiggemann [SCH16c] prüften 2016, ob mittels AAT-Training das Essverhalten von weiblichen Probanden beeinflusst werden kann, indem sie Bilder, die Schokolade zeigen, weg drücken sollten. Hier kam es zu einem positiven Ergebnis – die Teilnehmerinnen der Trainingsgruppe aßen nach den AAT-Sitzungen weniger Schokolade als die der Kontrollgruppe.

## 4.3 Therapie mit virtueller Realität

Neue Technologien, wie die virtuelle Realität (VR), haben das Potenzial, die Wirksamkeit sowie den Erfolg traditioneller psychotherapeutischer Goldstandard-Therapien zu verbessern. Auch könnte die VR einen positiven Einfluss auf den Zugang und die Akzeptanz einer Therapie haben. Darüber hinaus können Kosten eingespart und die ökologische Validität aufgewertet werden. Durch die Möglichkeit, Patienten in eine hochgradig kontrollierte, aber dennoch natürlich wirkende, Umgebung eintauchen zu lassen, ergeben sich Therapie-Möglichkeiten, die Probleme auf eine Weise angehen, die sonst teuer und/oder möglicherweise weniger wirksam wären [DAV13].

Gerade für die Behandlung von Panik-Störungen ist die Nutzung von VR sehr wertvoll, da die virtuellen Umgebungen (VE) an den Patienten angepasst werden und sogar verschiedenste Situationen simulieren können. Hierbei sollte jedoch, wie bei der klassischen Behandlung, ein Therapeut vor Ort sein, welcher auf eventuelle Panikattacken reagieren kann [MAT12; RIV03b]. Doch auch in Zusammenhang mit anderen Erkrankungen kann die Übertragung des in der VR Erlernen in das reale Leben Standard-Therapieverfahren weiter optimieren [OPR12]. Über die klinische Anwendung hinaus macht die hohe Kontrolle über die dargebotenen Stimuli unter Beibehaltung ihrer ökologischen Validität VR zu einem mächtigen Werkzeug für die Forschung [DAV13].

### 4.3.1 Behandlung von Suchterkrankungen

Im Folgenden wird die Behandlung von Substanzabhängigkeit mithilfe der virtuellen Realität vorgestellt (Zusammenfassung siehe [EMM21; LAN21]). Der Schwerpunkt liegt hier bei der Behandlung von Nikotin- sowie Alkoholabhängigkeiten. Auf weitere Substanzen wird am Ende des Abschnitts jedoch ebenfalls eingegangen.

#### Nikotin

Im Bereich der Rauchentwöhnung mithilfe von virtueller Realität wurden bereits zahlreiche Studien durchgeführt (Zusammenfassung siehe [KEI21]), welche die Wirkungsweisen der VR untersucht haben.

So verbanden Lee et al. [LEE04a] virtuelle Umgebungen mit der Cue Exposure Therapy (deu. *Reiz-Expositionstherapie*, auch *Reiz-Konfrontationstherapie*, CET), welche darauf abzielt, das Verhalten der Patienten „umzuprogrammieren“, indem sie lernen, anders mit Situationen, die Suchtdruck auslösen, umzugehen. Dazu werden sie regelmäßig Reizen ausgesetzt, die diesen verursachen, bis ihre Toleranz gegenüber solchen Stimuli so weit erhöht wurde, dass sie auch in Risikosituationen über ihr Handeln nachdenken können, statt unwillkürlich ihrem Drang nachzugeben [MUR14]. In dem Versuch von Lee und seinen Kollegen wurde eine virtuelle Umgebung aufgebaut, welche aus Suchtdruck auslösenden Milieus und Komponenten zusammengesetzt wurde. In diesem Fall handelte es sich um eine Bar, welche diverse Objekte, wie Aschenbecher, Zigarettenpackungen oder Feuerzeuge, einen rauchenden Avatar sowie den Audio-Track eines lauten Restaurants beinhaltete. Für all diese Objekte wurden dreidimensionale Modelle verwendet, da Lee et al. bereits in einer vergangenen Studie herausgefunden hatten, dass diese einen weitaus höheren Suchtdruck auslösen als zweidimensionale Bilder [LEE03] – ein Fund, den Gorini et al. [GOR10] bei ihren Forschungen zu diesem Thema bestätigen konnten. Die Studienteilnehmer, sechzehn Männer im späten Jugendalter, die mindestens zehn Zigaretten pro Tag konsumierten, wurden in sechs Sitzungen wiederholt den Suchtdruck auslösenden Reizen ausgesetzt. Die Resultate zeigten, dass im Laufe der Versuchsreihe die Anzahl der konsumierten Zigaretten sowie der Suchtdruck sukzessiv nachgelassen haben, weswegen davon ausgegangen werden kann, dass der VE-Einsatz innerhalb von Behandlungsprogrammen äußerst hilfreich sein kann. Forschungen von Gamito et al. [GAM14] sowie Bordnick et al. [BOR11] haben gezeigt, dass abhängige Menschen auf spezifische virtuelle Reize (z. B. Zigaretenschachteln, Aschenbecher) sowie auf virtuelle Umgebungen, die mit Konsum assoziiert werden (z. B. Bar, Party), mit starkem Verlangen reagieren. Die VR kann demnach verwendet werden, um das Erlernen und die Generalisierung von Fähigkeiten zur Rückfallprävention bei Rauchern zu verbessern, indem diese Fähigkeiten in natürlich wirkenden VEs verstärkt werden.

Ein früher Versuch Nikotinabhängigkeit mit VR festzustellen, wurde 2005 von Bordnick et al. durchgeführt [BOR05]. Um die Erforschung von Reaktionen auf Schlüsselreize (Cue Reactivity) zu verbessern, hat das Forschungsteam das virtuelle „Nicotine Cue Reactivity Assessment System“ (VR-NCRAS) entwickelt und im Rahmen einer kontrollierten Studie evaluiert. Zehn nikotinabhängige Raucher wurden in einem standardisierten, zeit- und computergesteuerten Experiment rauchbezogenen sowie nicht-rauchbezogenen Stimuli ausgesetzt. Subjektives Verlangen und physiologische Reaktionen wurden dabei aufgezeichnet, um die VR-NCRAS-Stimuli vergleichen zu können. Zehn Raucher, welche nicht nach einer Behandlung suchen und mindestens 21 Zigaretten pro Tag rauchen, wurden für diese Studie rekrutiert. Nachdem die Probanden direkt vor der Durchführung noch eine Zigarette geraucht hatten, wurden zur Überwachung der Hautleitfähigkeit SCR Klebelektroden an Zeige- und Ringfinger der dominanten Hand angebracht sowie das HMD (VFX-3D, Interactive Imaging Systems) aufgesetzt. Die Steuerung wurde über ein

Gamepad umgesetzt. Nach dem Starten des VR-NCRAS traten die Teilnehmer für fünf Minuten in eine Entspannungsphase ein, in der sie sich, während sie Musik hörten, in einem dunklen Raum befanden. Nach den fünf Minuten wurden die Teilnehmer gebeten, aufzustehen und das VR-NCRAS bewegte die Probanden auf einem vorprogrammierten Weg zum nächsten Stimulus. Jeder Teilnehmer betrat anschließend einen neutralen Raum, zwei Raucherräume (einen leblosen Raum und einen Raum für soziale Interaktion, in dem geraucht wurde) und endete in einem letzten neutralen Raum. Jeder Raum bot eine dreiminütige Exposition, die zeitgesteuerte Pausen vor den Stimuli beinhaltete, sodass jeder relevante Stimulus oder jede soziale Interaktion betrachtet werden konnte. Nach jedem Raum betraten die Teilnehmer einen Fragebogenraum und bewerteten die Intensität ihres Verlangens auf einer visuellen Analogskala (VAS) mit 100 Punkten. Ein vollständiger Durchgang dauerte etwa 26 Minuten. Resultate zeigen, dass das subjektive Verlangen nach Zigaretten signifikant zunahm und eine physiologische Reaktivität als Reaktion auf VR-Rauchreize auftrat. VR-neutrale Stimuli führten nicht zu subjektiven oder physiologischen Veränderungen, die mit dem Verlangen konsistent waren. Zusammenfassend deuten die Ergebnisse darauf hin, dass VR-NCRAS ein brauchbares Mittel ist, um das Verlangen nach und die Reaktionen auf Suchtmittel hervorzurufen und zu bewerten.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie von Girard und seinen Kollegen [GIR07] wurden 16 rückfällige Raucher rekrutiert, welche mit einem virtuellen Arm Zigaretten zerdrücken sollten. Die Teilnahme an der Studie umfasste eine körperliche Untersuchung, die Verschreibung von pharmazeutischen Hilfsmitteln (Nikotinkaugummi und -pflaster, Bupropion) sowie eine klinische Nachbeobachtung nach drei Monaten. Im Vergleich zu anderen Studien, welche meistens den Ansatz der CET verfolgen, basiert diese Studie auf der operanten Konditionierung, die sich durch eine Aktions- und Expositions-Strategie (engl. *Action-Exposure Strategy*) auszeichnet. Der virtuelle Arm wurde mit Softimage XSI und Autodesk 3DS Max erstellt (siehe Abb. 4.1 (a)). Neben seiner Bewegungsfähigkeit ist die Hand dazu in der Lage, virtuelle Zigaretten zu greifen und zu zerdrücken. Die VE, welche ein mittelalterliches Schloss mit diversen Kammern simuliert, sowie die Funktionalität des Demonstrators wurden mit der Unreal Engine (vgl. Kap. 3.6.1.1) erstellt. Innerhalb des Schlosses wurden 25 Zigaretten versteckt sowie rauchbezogene Stimuli hinzugefügt. Die Hardware umfasste einen Pentium IV PC mit einer Nvidia 7300GS Grafikkarte. Als HMD wurde das eMagin Z800, das eine Auflösung von 800 × 600 Pixeln aufweist, in Kombination mit einem Kopf-Tracker verwendet. Für die Steuerung des virtuellen Arms wurde ein kabelloses Game Pad von Logitech benutzt. Die Teilnehmer mussten insgesamt vier Trainingssitzungen durchführen (zweimal wöchentlich für zwei aufeinanderfolgende Wochen). Vor der ersten Sitzung wurde ein Fragebogen mit Informationen zur Immersionsneigung ausgefüllt. Anschließend wurde den Probanden die Steuerung des virtuellen Arms sowie die Fortbewegung in der VE beigebracht. Nachdem sich die Teilnehmer mit der VE vertraut gemacht hatten,



Abbildung 4.1: (a) zeigt das 3D-Gittermodell des virtuellen Arms, während in (b) zu sehen ist, wie in der virtuellen Umgebung von Girard et al. mit diesem eine Zigarette eingesammelt wird (Quelle: [GIR07]).

sollten sie die 25 Zigaretten finden, mit dem virtuellen Arm greifen und zerdrücken (siehe Abb. 4.1 (b)). Die Sitzung endete, nachdem alle 25 Zigaretten zerstört wurden. Zehn Teilnehmer (62.5 %) beendeten das Training, ein Proband brach, aufgrund von in der VE verspürter Höhenangst, nach der zweiten Sitzung ab. Fünf weitere Teilnehmer (31.5 %) brachen nach der zweiten oder dritten Sitzung ab, da sie sich noch nicht dazu bereit gefühlt haben, mit dem Rauchen aufzuhören. Die Abbruchquote liegt damit im Bereich der Evaluationen von Jorenby et al. [JOR99], welche besagen, dass im Schnitt 34,8 % der Probanden die experimentelle Behandlung (Bupropion, Nikotinpflaster oder Placebo) abbrechen. Acht Teilnehmer konnten im Anschluss mit dem Rauchen aufhören, wovon nur einer bei der Nachkontrolle rückfällig geworden ist. Gemäß Jorenby et al. liegt die Entwöhnungsrate nach einem Monat im Bereich der Doppeltherapie (Bupropion und Nikotinpflaster) bei 66,5 % [JOR99]. Bei den restlichen Probanden sank der Durchschnittswert der konsumierten Zigaretten signifikant von 22,8 Zigaretten/Tag auf 12,8 Zigaretten/Tag. Auf Basis ihrer Ergebnisse schlussfolgerten die Forscher, dass die Aktions-Expositions-Strategie das Potenzial zu haben scheint, angelernte Reaktionen wie das Rauchen blockieren zu können. Voraussetzung dabei ist allerdings, dass die Betroffenen dazu bereit sind, sich das Rauchen abzugewöhnen.

In der daran anknüpfenden Studie von Girard et al. [GIR09], welche auch eine Kontrollgruppe beinhaltete, sollten die Teilnehmer bis zu 60 Zigaretten, welche in einer mittelalterlichen VE versteckt wurden, finden, greifen und zerstören. Über einen Zeitraum von vier Wochen wurde wöchentlich je eine Sitzung durchgeführt, welche 30 Minuten lang dauerte. Die Kontrollgruppe hatte ähnliche Bedingungen, allerdings sollten hier keine Zigaretten zerstört, sondern Bälle aufgesammelt und mitgenommen werden. Die Ergebnisse ergaben eine im Vergleich zur Kontrollgruppe statistisch signifikante Reduzierung des Nikotinkonsums und der Abbruchrate des begleitenden Behandlungsprogramms so-



Abbildung 4.2: Bildschirmaufnahmen der virtuellen Umgebungen von Pericot-Valverde et al. (Quelle: [PER14]).

wie eine Erhöhung der Abstinenzrate. Darüber hinaus gaben 23 % der Teilnehmer an, sich immer wieder an das Zerstören der Zigaretten innerhalb der VE zu erinnern, was in der Kontrollbedingung auf gerade einmal 3 % der Teilnehmer zutraf. Dies könnte darauf hinweisen, dass eine erhöhte Selbstwirksamkeitsüberzeugung erreicht werden kann, wenn ein Individuum sich selbst beim Zerstören von Zigaretten zusieht sowie Zeit und Mühe darin investiert, weitere zu finden, um auch diese zu vernichten. Das verspürte Embodiment innerhalb der VE trug hierbei noch zusätzlich zur Wirksamkeit bei.

Ein Versuch, rauchbezogenen Suchtdruck mithilfe einer VR-Anwendung zu behandeln, wurde 2014 von Pericot-Valverde et al. evaluiert [PER14]. Als Therapiemethode wurde die CET eingesetzt, welche versucht den Suchtdruck durch wiederholte Konfrontation mit Suchtstimuli zu reduzieren [LEE04a; MUR14]. Das verwendete HMD war ein Vuzix iWear VR920, die Interaktion mit den virtuellen Objekten fand über eine mit dem Rechner verbundene Computer-Maus statt. 48 Raucher, welche nach einer Behandlung gesucht haben, nahmen an der Studie teil. Über fünf Wochen hinweg mussten die Probanden wöchentlich eine etwa 30 Minuten lange Sitzung mit dem VR-CET durchführen. Dieses bestand aus sieben interaktiven, virtuellen Umgebungen (ein Pub, Mittagessen zu Hause, Frühstück zu Hause, ein Café, Mittagessen im Restaurant, an der Straße warten, zu Hause nachts fernsehen) mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden. Beispiele hierfür sind in Abb. 4.2 dargestellt. Der Schwierigkeitsgrad wurde durch den Inhalt der VEs bestimmt, welche (keine) rauchbezogenen Stimuli enthielten oder indem soziale Interaktionen in diesen stattfanden, welche mit Rauchen in Verbindung stehen. Eine Evaluation der VEs, insbesondere in Bezug auf Suchtdruck, wurde zuvor bereits durchgeführt [FER10; GAR12]. Die Teilnehmer begannen mit der einfachsten virtuellen Umgebung und steigerten sich im Verlauf der Studie. Die Resultate zeigen, dass der reiz-

induzierte Suchtdruck sowie der Zigarettenkonsum im Verlauf der fünf Sitzungen immer weiter abnehmen, woraus sich schließen lässt, dass eine Kombination aus VR und CET etablierte Therapieverfahren verbessern kann.

Im Jahr 2016 haben Pericot-Valverde et al. ihren VR-CET in Hinblick auf ökologische Validität evaluiert, um herauszufinden, ob die in der VR erlernten Handlungen in den realen Alltag übertragen werden können [PER16]. 32 Raucher nahmen an der Studie teil, welche mit dem Rauchen aufhören wollten. Diese erhielten zunächst eine Psychoedukation, in deren Rahmen sie in der Anwendung von Selbstüberwachungsformularen geschult wurden. Darüber hinaus wurden sie gebeten, den Grad ihres Verlangens nach jeder Zigarette, die sie in den sieben Tagen vor Behandlungsbeginn und in den sieben Tagen nach der ersten und letzten VR-CET Sitzung geraucht haben, zu notieren. Im direkten Anschluss an das oben beschriebenen [PER14] fünfwöchige VR-CET-Training erhielten alle Teilnehmer ein physiologisches Feedback sowie eine Raucherberatung. Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass das Verlangen nach rauchbezogenen Stimuli im realen Alltag reduziert werden konnte, was Hinweise darauf liefert, dass der VR-CET die Generalisierung des Trainings verbessern kann. Dennoch muss bei beiden Studien von Pericot-Valverde et al. beachtet werden, dass die Stichprobe recht klein war und es keine Kontrollgruppen gab, um die Effektivität untermauern zu können.

Wiederhold et al. [GAO13; WIE17] haben gemeinsam mit dem Virtual Reality Medical Center (VRMC), im Rahmen des TeenSmoking Projekts, die CET eingesetzt, um ein internetbasiertes Spiel zu erschaffen, das Jugendlichen zwischen 14 und 17 Jahren helfen soll, mit dem Rauchen aufzuhören. Hierfür wurden zwei große Areale dreidimensional modelliert: das Zuhause sowie die Schule des Spieler-Avatars. Ersteres verfügt über zwei Etagen mit mehreren Räumen und einer Garage. Im Haus sind diverse auf Rauchen bezogene Stimuli, wie Zigaretten oder Aschenbecher, verteilt, die der Nutzer ignorieren, wegräumen oder verwenden kann. Um sich auf andere Gedanken zu bringen und somit dem Suchtdruck zu widerstehen, werden den Spielern diverse Minispiele oder andere Aktivitäten angeboten. Die Schule besteht aus einem Klassenraum, einer Cafeteria sowie einem Schulhof. In diesen Räumlichkeiten bieten Mitschüler dem Nutzer während der Pausen Zigaretten an, Abb. 4.3 zeigt eine solche Situation. Dies startet ein Minispiel, welches der Spieler gewinnen muss, um standhaft zu bleiben und abzulehnen. Sollte der Nutzer im Verlauf des Spiels seinem Suchtdruck nachgeben und Tabak konsumieren, nehmen die angezeigten Ausdauer- sowie Suchtdruck-Anzeigen ab und eine Lunge, die am unteren linken Bildschirmrand angezeigt wird, verfärbt sich zunehmend schwarz. Darüber hinaus gibt es einen Zähler, welcher die Anzahl der rauchfreien Tage anzeigt. Sobald die Ausdauer erschöpft ist, muss der Spieler sich ausruhen und der aktuelle Tag gilt als beendet. Eine Statistik über die eigenen Leistungen kann jederzeit eingesehen werden. Im ersten Teil der klinischen Studie sollte jeder der 15 jugendlichen Teilnehmer einen Vor-Fragebogen ausfüllen. Im Anschluss daran wurde jeder Teilnehmer in einen



Abbildung 4.3: Eine simulierte Gruppenzwang-Situation im VR-Spiel des TeenSmoking Projekts (Quelle: [WIE17]).

privaten Klinikraum gebracht, wo dieser mit dem VR-Training begann. Die Studienleiter standen für die Beantwortung von Fragen zur Verfügung, griffen jedoch nicht aktiv ein, sodass die Teilnehmer die VR-Umgebung in ihrem eigenen Tempo erkunden konnten. Nach Beendigung des Spiels oder nach Ablauf von dreißig Minuten, je nachdem, was zuerst eintrat, wurden die Teilnehmer dazu angewiesen, einen Post-Fragebogen zu beantworten. Die Ergebnisse zeigten, dass die Teilnehmer in der virtuellen Umgebung eintauchen konnten und im Anschluss das Gefühl hatten, dass sie mit dem Thema Rauchen und Rauchentwöhnung vertrauter waren als vor der Nutzung des Programms. Der Erfolg einer solchen Intervention könnte die Raucherquoten bei Jugendlichen senken und letztlich zu einer Verringerung der Rauchersterblichkeit, der Komplikationen sowie der Kosten insgesamt führen.

### Alkohol

Studien, welche die Behandlung von Alkoholmissbrauch mithilfe der virtuellen Realität untersuchten (Zusammenfassung siehe [AMI17; GHI18]), zeigten bereits sehr vielversprechende Ergebnisse, welche den Einsatz von VR unterstützen. So konnte ein Stimuli- und Kontextabhängigkeit bewiesen werden, da insbesondere stark betroffene Patienten in virtuellen alkoholbezogenen Situationen einen stärkeren Suchtdruck entwickelten als in neutralen virtuellen Situationen. Interessanterweise haben Studien [CHO08; LEE08], welche Avatare eingesetzt haben, gezeigt, dass sozialer Druck bei gesunden Personen einen höheren Suchtdruck auslöst als die in der VE vorhandenen alkoholbezogenen Stimuli.

In den Studien wurden Geräte verwendet, welche unterschiedliche Niveaus von Immersion erzeugten. Von Systemen mit geringer Immersion, wie z. B. 2D-Projektoren oder

stereoskopische Monitore, Zwischensysteme wie stereoskopische Projektoren, bis hin zu Systemen, die auf HMDs basieren, welche den höchsten Immersions-Grad erreichen. Allerdings haben die Studien, welche HMDs einbezogen haben, keine realistischen Modelle verwendet, wodurch das Immersionsniveau viel niedriger war, als es mit hochwertigen Modellen und höherem Arbeitsaufwand möglich gewesen wäre.

Drei Studien [HYU13; LEE09; SON15] haben eine VR-Aversionstherapie studiert. Bei dieser Behandlungsform werden unerwünschte Verhaltensweisen mit unangenehmen Reizen gekoppelt, um so eine Verhaltensänderung zu erreichen [LIN04]. Im Falle der oben genannten Studien wurde der Alkoholmissbrauch mit Übelkeit und Erbrechen gekoppelt. Alle drei Studien konnten zwar ihr Hauptziel – die signifikante Senkung des alkoholbezogenen Suchtdrucks – erreichen, jedoch waren die Abbruchquoten sehr hoch, z. B. aufgrund von negativen Erinnerungen, welche einen direkten Zusammenhang mit der Therapie hatten [SON15].

Ghiță et al. [GHI18] führten 2018 eine systematische Analyse von VR Anwendungen im Bereich der CET durch. Schwerpunkt der untersuchten Studien war die Behandlung von Alkoholabhängigkeit. Dabei fanden sie heraus, dass in den bisher durchgeführten Studien Grafiken und Modelle verwendet wurden, die nicht den aktuellen Standards entsprechen, was sich negativ auf die Immersion und die Präsenz ausgewirkt hat. Darüber hinaus sind der Einfluss der Immersion auf die Wirksamkeit therapeutischer VR-Anwendungen und die Generalisierung der Suchtdruck-Reaktionen in der realen Welt nicht direkt evaluiert worden. Ein weiterer wichtiger Faktor, der identifiziert wurde, ist die Tatsache, dass in keiner der Studien eine Nachuntersuchung der Langzeitwirkungen der VR-Behandlung vorgenommen wurde. Dennoch hatten alle Studien konsistente Ergebnisse hinsichtlich der Auslösung und Reduzierung des Suchtverhaltens.

Nichtsdestotrotz zeigten alle Studien, die subjektive, physiologische oder beide Arten der Bewertung durchführten, dass VRET den alkoholbezogenen Suchtdruck sowie den Konsum wirksam reduzieren konnte. Auch lieferten bildgebende Verfahren des Gehirns wichtige klinische Ergebnisse sowie Informationen über die Wirksamkeit des VRET. So gibt es bspw. Hinweise auf einen verminderten Hirnstoffwechsel und eine erhöhte EEG-Alpha-Leistung nach VRET-Behandlungen. Diese Werte können zur Beurteilung der Wirksamkeit bei der Verringerung des Alkoholhungers herangezogen werden.

Leider hat keine der 13 einbezogenen Studien eine Follow-up-Messung durchgeführt, um den Langzeiterfolg zu überprüfen. Dies ist besonders wichtig, da viele Patienten mindestens einen Rückfall im ersten Jahr nach der Behandlung erleiden [CHA10] und VR-Technologie dazu in der Lage sind, die bestehenden Therapien zu erweitern und zu verbessern. Gerade aufgrund der Tatsache, dass die VRET auf den gleichen Prinzipien wie traditionelle kognitiv-behaviorale Behandlungen aufbaut und sich dadurch eine hohe Ähnlichkeit zwischen dem Lernkontext und der realen Situation ergibt, kann mit

der VRET eine sehr gute ökologische Validität erreicht werden, die es den Patienten ermöglicht, Bewältigungsstrategien für das künftige wirkliche Leben zu entwickeln.

### Weitere Substanzen

Weitere Substanzabhängigkeiten, welche mit VR behandelt wurden, umfassen Heroin [KUN01], Kokain [SAL06], Methamphetamin [CUL10] sowie Cannabis [BOR09]. Entsprechende Studien sind zu dem Schluss gekommen, dass VR sehr gut dazu geeignet ist, um Suchtdruck auszulösen. Darüber hinaus sind die Therapieansätze vielversprechend. Allerdings weisen alle Studien eine sehr geringe Stichprobengröße ohne Kontrollgruppe auf und es wurde jeweils nur eine Sitzung durchgeführt, wodurch nicht von validen Ergebnissen gesprochen werden kann.

### 4.3.2 Übertragung des AAT in die virtuelle Realität

Zunächst soll auf die Forschung von Kim und Lee [KIM15] eingegangen werden. Diese verwendete das AAT-Training zwar in Verbindung mit VR, allerdings in einem sehr geringen Maß, da den Teilnehmern lediglich statische Videos gezeigt wurden. Für die Evaluation des von Kim und Lee „Virtual AAT“ (VAAT) betitelten Verfahrens wurden 36 männliche Teilnehmer rekrutiert, von denen 18 „schwere soziale Trinker“ (engl. *Heavy Social Drinkers*, HSD) und weitere 18 „leichte soziale Trinker“ (engl. *Light Social Drinkers*, LSD) waren. Diesen wurden, nach dem Aufsetzen des HMDs, fünf Sekunden lange Videoclips von sozialen Situationen gezeigt, in denen alkoholische oder nicht-alkoholische Getränke zu sich genommen wurden. Nach dem Abblenden wurde im Zentrum des Bildschirms ein roter oder grüner Punkt angezeigt. Im Falle des roten Punktes sollten die Teilnehmer einen Joystick so schnell wie möglich von sich weg drücken, während der grüne Punkt signalisierte, dass dieser schnellstmöglich herangezogen werden sollte. Die Resultate ergaben, dass die HSD-Gruppe deutlich mehr Probleme damit hatte, sich von Situationen, in denen Alkohol vorkam, zu entfernen. Darüber hinaus haben sie auf Alkohol bezogene Stimuli länger zu sich hingezogen. Bei der LSD-Gruppe gab es keine signifikanten Unterschiede. Wie schon andere Studien stellten auch Kim und Lee fest, dass das AAT- und damit auch das VAAT-Verfahren ein effektives Instrument in der Therapie von Abhängigkeitserkrankungen werden kann.

Im Jahr 2019 stellten Kim und Lee eine modifizierte Variante des VAAT vor [KIM19], welche die Möglichkeiten von VR besser ausnutzt. Nach dem Aufsetzen des HMDs konnten die 28 Teilnehmer sich in einem Gebäude bewegen, welches aus zwei Räumen bestand. Während einer der beiden Räume leer war, fanden in dem anderen soziale Situationen statt. Diese bezogen sich entweder auf alkoholische Getränke (z. B. eine Bar, in der mit Freunden alkoholische Getränke konsumiert werden) oder auf nicht-alkoholische Getränke (z. B. ein Café, in dem mit Freunden Saft getrunken wird). Nach dem

Betreten des Raumes wurde eine der beiden Situationen fünf Sekunden lang vorgespielt. Im direkten Anschluss erschien, wie schon in der Studie von 2015, ein roter oder grüner Kreis in der Mitte des Bildschirms, welcher signalisierte, in welche Richtung der Joystick bewegt werden sollte. Insgesamt sollten alle Teilnehmer innerhalb von zwei bis drei Wochen 44 Durchläufe durchführen, wovon die ersten vier Trainingsdurchläufe waren. Das Vermeidungstraining der Trainingsgruppe bestand hierbei zu 90 % aus alkoholbezogenen Situationen (18 Durchläufe) und zu 10 % aus nicht-alkoholbezogenen Situationen (zwei Durchläufe). Das Annäherungstraining hingegen bestand zu 90 % aus nicht-alkoholbezogenen Situationen (18 Durchläufe) und zu 10 % aus alkoholbezogenen Situationen (zwei Durchläufe). Die Trainingsgruppe führte je zehn Durchläufe aus jedem dieser Blöcke durch, um keine Assoziationen zwischen Situation und Reaktion zu bilden. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Trainingsgruppe zwar eine Verringerung des impliziten Approach Bias erreichen konnte, jedoch keine Verbesserung des expliziten Suchtdrucks gegenüber Alkohol. Dies deutet darauf hin, dass das VR-Training durch die virtuelle Konfrontation mit alkoholbezogenen Stimuli und Umgebungen automatische Annäherungstendenzen in Richtung Alkohol reduzieren kann. Bei den Teilnehmern der Kontrollgruppe haben die suchtbezogenen Reize und Umgebungen zu einer signifikanten Steigerung des Suchtdrucks geführt. Die Ergebnisse legen ebenfalls nahe, dass nicht nur visuelle, sondern auch auditorische Stimuli in einer virtuellen Umgebung ein Werkzeug zur Veränderung des ApB sein können.

Der erste Versuch einer Approach Bias Modifikation zur Behandlung von Essstörungen mithilfe von VR fand 2016 durch Schröder et al. [SCH16b] statt. Hier wurden 23 Teilnehmer darum gebeten, in einem VR-Szenario mit 3D-Objekten zu interagieren, die entweder ein Nahrungsmittel oder einen Ball repräsentierten, indem sie eine abweisende oder greifende Handbewegung ausführten. Dabei wurde die RZ an drei verschiedenen Zeitpunkten gemessen: Zu Beginn der Handbewegung, beim Objektkontakt und sobald das Objekt eingesammelt wurde. Während der Studie saßen die Teilnehmer auf einem Stuhl und trugen eine Oculus Rift DK2 als HMD. Darüber hinaus wurde der Leap Motion Infrarotsensor [LEA18] genutzt, um die Handbewegungen zu verfolgen und in die VE zu übertragen. Dass zusätzlich eine virtuelle Hand in dieser sichtbar war, sollte dem Nutzer suggerieren, dass es sich dabei um seine eigene Hand handelt (engl. *Body Ownership*). Implementiert wurde das Programm mit Unity3D sowie Code in C#. Auf visueller Ebene befanden die Teilnehmer sich in einem Baseball-Stadion. Das Training wurde gestartet, indem die dominante Hand in einem bestimmten Bereich platziert wurde, wobei die korrekte Position über farbige Lichter signalisiert wurde. Darüber hinaus musste das HMD für mindestens 1000 ms ohne Bewegung auf einen zentralen Punkt fixiert werden. Sobald diese Bedingungen erfüllt waren, erschien im Abstand von 20 cm ein 3D-Objekt vor dem Spieler, auf welches er entweder mit einer abwehrenden Handbewegung reagieren oder es greifen und in eine Schachtel unter ihm legen sollte. Während des Spielverlaufs füllte sich eine Fortschrittsleiste und die letzten sechs eingesammelten Objekte wurden am

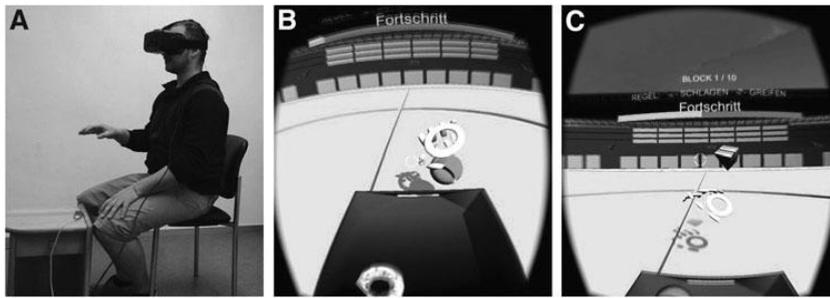


Abbildung 4.4: Aufbau der VR-Studie von Schroeder et al. (Quelle: [SCH16b]).

oberen Rand des Sichtfelds angezeigt. Der Aufbau dieser Versuchsreihe ist in Abb. 4.4 zu sehen. (A) zeigt einen Teilnehmer, welcher das Oculus Rift DK2 HMD trägt, (B) demonstriert eine greifende und (C) eine abwehrende Bewegung. Die Studienergebnisse ergaben, dass Nahrungsmittel-Objekte, vor allem mit steigendem Body-Mass-Index (BMI) der Testperson, signifikant schneller eingesammelt wurden als Ball-Objekte. Die Untersuchung, ob dies mit persönlichen Präferenzen gegenüber bestimmten Lebensmitteln zusammenhängt, hat gezeigt, dass dies nicht der Fall ist und das auf Nahrungsmittel-Objekte generell schneller reagiert wird. Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass VR in Verbindung mit CBM, eventuell auch zusammen mit anderen Technologien wie bspw. Eye-Tracking, ein hilfreiches Werkzeug bei der Erkennung und Behandlung von Abhängigkeitserkrankungen sein kann.

Die Forschungsgruppe um Lange et al. [LAN19] verband das AAT-Verfahren mit einem CAVE-System (4 m × 3 m × 3 m), um soziale Ängste zu untersuchen. Durch den Einsatz von Projektionsmethoden innerhalb des fünf-seitigen CAVE-Systems konnten sich die Teilnehmer natürlich und relativ uneingeschränkt von jeglicher VR-Ausrüstung bewegen. Darüber hinaus konnten sich die Probanden physisch wie in natürlichen Situationen bewegen und gleichzeitig ihren eigenen Körper sehen. Beide Faktoren werden als wichtig für eine ökologisch valide Beurteilung des Verhaltens in sozialen Situationen angesehen. Um die ökologische Validität sowie die Generalisierbarkeit des Erlernten weiter zu maximieren, sollten die Teilnehmer mit ihrem gesamten Körper eine annähernde oder vermeidende Bewegung durchführen. Dabei wurden diverse Parameter gemessen, darunter die Bewegungszeit und -geschwindigkeit, der Abstand zum sozialen Stimulus sowie das Blickverhalten, da diese komplexen Bewegungen eine ökologisch valide Form des Annäherungs- und Vermeidungsverhaltens darstellen. Mit der entwickelten Studie wurde untersucht, ob sich hochgradig sozial ängstliche Personen im Vermeidungsverhalten unterscheiden, wenn sie an einer anderen Person, hier einem virtuellen Menschen mit neutralem oder wütendem Gesichtsausdruck, vorbeigehen. Für die Studie wurden 50 Teilnehmer rekrutiert, wovon jeweils 25 Probanden der Trainingsgruppe bzw. der Kontrollgruppe zugewiesen wurden. Den Teilnehmern wurde vor Beginn der VR-Sit-

zung gesagt, dass die Studie die Bewegung in VR untersucht. Der eigentliche Zweck der Studie wurde nicht offengelegt, um Einflüsse auf das Verhalten der Teilnehmer zu vermeiden. Die virtuelle Umgebung bestand aus einem Raum mit den Maßen des CAVE-Systems. Die Teilnehmer konnten sich frei bewegen und waren mit einer 3D-Brille, einem Ansteckmikrofon zur Kommunikation mit dem Studienleiter und einem Handheld-Controller ausgestattet. Jede der vier Leinwände hatte ein rötliches Ziegelsteinmuster, das aus zwei Gründen gewählt wurde. Zum einen verbesserte es die Sichtbarkeit der Avatare und zum anderen vermittelte der Hintergrund das Gefühl, sich in einem Hinterhof zu befinden und verstärkte damit die ökologische Validität. Temporäre virtuelle Elemente markierten die Startposition (rote Fußstapfen) sowie die Zielposition (grüner Kreis). Abhängig von der Versuchsbedingung mussten die Teilnehmer an einem virtuellen Avatar vorbeilaufen, um die Zielposition zu erreichen. Dieser stand an einer bestimmten Position und besaß eine zufällige Idle-Animation. Je nach Versuchsbedingung zeigte der Avatar verschiedene Gesichtsausdrücke und folgte dem Teilnehmer mit seinem Blick sowie seiner Körperorientierung. Insgesamt wurden drei verschiedene männliche Avatare verwendet. Die Ergebnisse zeigten, dass virtuelle Passanten, die einen wütenden Gesichtsausdruck hatten, von allen Teilnehmern gemieden wurden. Darüber hinaus zeigten hochgradig sozial ängstliche Teilnehmer ein verstärktes Vermeidungsverhalten gegenüber virtuellen Personen, aber kein stärkeres Vermeidungsverhalten gegenüber solchen mit einem negativen Gesichtsausdruck. Die neu entwickelte VR-Aufgabe erwies sich als ökologisch valides Instrument zur Erforschung des komplexen Annäherung-Vermeidung-Verhaltens in sozialen Situationen. Die ersten Ergebnisse zeigen, dass das Ganzkörper-Annäherungs-Vermeidungsverhalten gegenüber passiven Umstehenden durch deren emotionalen Gesichtsausdruck moduliert wird und dass soziale Ängstlichkeit dieses Vermeidungsverhalten verstärkt.

### 4.3.3 Weitere therapeutische und medizinische Anwendungsgebiete

Die virtuelle Realität wurde im therapeutischen und medizinischen Kontext bereits in zahlreichen Kontexten eingesetzt und evaluiert [EMM21; HAN14; VAL16]. Dazu gehören z. B. erste Versuche, eine CBM-Therapie mit Smartphone-basierter VR umzusetzen. Doch vor allem für Therapien im Sinne der Cue Exposure Therapy (CET) sind VR-Anwendungen sehr beliebt, vor allem bei der Behandlung von Angststörungen oder von posttraumatischen Belastungsstörungen, da zahlreiche Situationen und Kontexte virtuell abgebildet werden können. Daneben gibt es Studien, welche die Effektivität von VR im Rahmen von Rehabilitationen und Schmerztherapien, aber auch für die Behandlung von Essstörungen evaluieren.

#### 4.3.3.1 CBM und CET mit Smartphone-basierter VR

Otkhmezuri et al. [OTK19] haben die CBM in Form einer Smartphone-basierten VR-Anwendung genutzt, um negativ verzerrte Interpretationen, welche Angstzuständen zugrunde liegen und diese verstärken, zu verändern. Hintergrund der Studie war die Frage, ob die durch VR verspürte Immersion die negativen Eigenschaften der CBM ausgleichen kann, da die sich wiederholenden und monotonen Aufgaben der CBM sich negativ auf die Einhaltung des Trainings sowie die Lernprozesse auswirken kann. Hierfür wurden 42 Studierende rekrutiert, welche stark unter durch Leistungsdruck verursachten Ängsten litten. Bewertet wurden das Gefühl der Immersion und Präsenz, die emotionale Reaktionsfähigkeit der Teilnehmer auf einen Stressor sowie Veränderungen in der Interpretationsverzerrung und dem Grad der Angstzustände. Zur Validierung der Ergebnisse wurden die Teilnehmer in zwei Gruppen aufgeteilt. Die Kontrollgruppe führte ein Standard-CBM-Training an einem Desktop-Rechner durch, bei welchem diverse Szenarien in Form von schwarzem Text auf weißem Hintergrund präsentiert wurden (siehe Abb. 4.5 (A)). Bei den Szenarien handelte es sich um 40 Ereignisbeschreibungen, die Probleme oder potenzielle Misserfolge in Prüfungs- oder Testsituationen beschrieben [MAC13]. Die Szenarien wurden in vier Blöcken zu je zehn Szenarien dargestellt, mit einer optionalen Pause am Ende jedes Blocks. Jedes Szenario bestand aus drei Textzeilen, die in Bezug auf ihre Bedeutung mehrdeutig waren. Der letzte Satz enthielt jeweils ein fehlendes Wort. Nach dem Verschwinden des Textes wurde das fehlende Wort als Wortfragment dargestellt, welches das Szenario in einen gutartigen, angst-irrelevanten Kontext brachte. Die Teilnehmer wurden nun angewiesen, das Wortfragment so schnell und genau wie möglich zu vervollständigen, indem sie die Leertaste drückten und den ersten fehlenden Buchstaben eintippten. Bei ausbleibender Reaktion oder nach zehn Sekunden Inaktivität, wurde die richtige Antwort auf dem Bildschirm angezeigt. Daraufhin erschien eine Verständnisfrage und die Teilnehmer mussten mit Ja oder Nein antworten. Anschließend wurden die Antwortgenauigkeit sowie interpretationsrelevantes Feedback angezeigt, um die positive Interpretation des Szenarios zu verstärken. Für das VR-CBM-Training wurden eine Samsung Gear VR als HMD sowie ein Samsung Galaxy S6 Smartphone verwendet. Für das VR-CBM-Training wurden sieben narrative virtuelle Umgebungen modelliert, um die gleichen 40 Schulungsszenarien darzustellen, die im Standard-CBM verwendet wurden, wobei jede Umgebung zwei bis sieben Szenarien kombinierte (z. B. Prüfungssaal, Klassenzimmer und Computerraum; siehe Abb. 4.5 (C)). Die virtuelle Umgebung, der Text sowie die Benutzeroberfläche wurden mit Unity 5.6.0f3 implementiert. Teilnehmer konnten durch Kopfbewegungen interagieren und die virtuelle Umgebung erkunden, wobei die unterschiedlichen Szenarien in Form eines Pop-up-Textfeldes präsentiert wurden, das in der VE erschien, sobald der Teilnehmer begann, seine Umgebung zu erkunden. Diese Präsentationsform war dem Standard-CBM-Training nachempfunden (siehe Abb. 4.5 (B)). Eine Spracherkennungsfunktion, welche

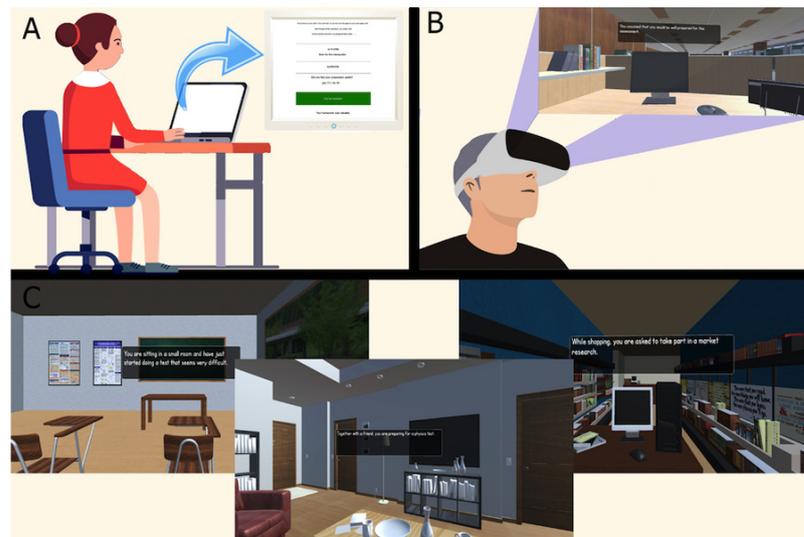


Abbildung 4.5: Darstellung der beiden Trainingsgruppen: (A) Standard-CBM-Training; (B) VR-CBM-Training (Sicht des Teilnehmers auf die virtuelle Umgebung des Computerraums); (C) Beispiele für virtuelle Szenarien: Klassenzimmer auf der linken Seite, Wohnzimmer in der Mitte und Buchladen auf der rechten Seite (Quelle: [OTK19]).

die Android-Spracherkennungsfunktion des Smartphones verwendet, wurde dem VR-Training hinzugefügt, damit die Teilnehmer das Wortfragment durch lautes Aussprechen des vollständigen Wortes benennen konnten. Ähnlich wie beim Standardtraining wurden richtige und falsche Antworten visuell grün oder rot hervorgehoben, gefolgt von dem interpretationsrelevanten Feedback in einem Pop-up-Textfeld. Die Resultate zeigen, dass das VR-CBM-Training zu einem größeren Immersionsgrad in den Trainingsszenarien führte. Auch übertraf das VR-Training das Standardtraining in Bezug auf die Veränderungen der Angstzustände sowie der emotionalen Reaktionen auf einen Stressor. Beide Trainingsvarianten erhöhten erfolgreich die Anerkennung positiver Interpretationen und verringerten die negativen Assoziationen. Darüber hinaus korrelierten Veränderungen in den emotionalen Ergebnissen mit verstärkten Gefühlen von Immersion und Präsenz. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass die Prinzipien des CBM-Trainings in virtuelle Umgebungen übersetzt werden können und dass auch die Smartphone-basierte VR vielversprechend ist, um die Effekte des Trainings zu verbessern.

Ziel der Studie von Goldenhersch et al. [GOL20] war es, die Adhärenz der Teilnehmer und die Ergebnisse der Raucherentwöhnung in einer randomisiert-kontrollierten Pilotstudie der digitalen Intervention „MindCotine“ zu bewerten, bei der eine selbstverwaltete Behandlung mit virtueller Realität in Kombination mit Achtsamkeit durchgeführt wurde. In Buenos Aires, Argentinien, wurde eine Stichprobe von 120 Teilnehmern rekrutiert.

Die Teilnehmer wurden nach dem Zufallsprinzip einer Behandlungsgruppe (TG) zugeteilt, die ein 21-tägiges Selbsthilfeprogramm auf der Grundlage von VR-MET-Sitzungen (Virtual Reality Mindful Exposure Therapy), täglichen Umfragen und von Psychologen moderierter Online-Peer-to-Peer-Unterstützung erhielt, oder einer Kontrollgruppe (CG), welche die Online-Version des Handbuchs zur Raucherentwöhnung des argentinischen Gesundheitsministeriums erhielt. Die Nachuntersuchungen erfolgten durch Online-Umfragen einmal direkt nach der Intervention und ein zweites Mal nach 90 Tagen. Das primäre Ergebnis war die selbst berichtete Abstinenz nach der Intervention, wobei fehlende Daten als „noch rauchend“ gewertet wurden. Zu den sekundären Ergebnissen gehörten die dauerhafte Abstinenz bei der 90-Tage-Nachuntersuchung, die Einhaltung des Programms und die Bereitschaft, mit dem Rauchen aufzuhören. Die App besteht aus einer 21-tägigen Behandlung, die jeden Tag zwei Hauptaktivitäten umfasst, die nach Abschluss der Aktivitäten des vorherigen Tages zur Verfügung stehen. Die Übungseinheiten zur informellen Achtsamkeit mit VR bestanden aus zwei VR-MET-Sitzungen von jeweils zehn Minuten Dauer. Diese Sitzungen umfassten eine Auswahl von zwei virtuellen Umgebungen, die das Bewusstsein für den Akt des Rauchens und die Wahrnehmung des Suchtdrucks aus einer Perspektive der Akzeptanz und des Engagements kombinierten. Diese Auswahl umfasste VEs, die in der CET verwendet werden und Suchtdruck auslösen. Die Aufnahmen wurden mit einer Insta360Pro-Kamera an verschiedenen Orten in Mexiko-Stadt und Buenos Aires aufgenommen. Die animierten Teile der Umgebungen wurden in der UE 4 erstellt und basieren auf früheren Untersuchungen zur Auslösung emotionaler Zustände der Ruhe und Entspannung. Das Achtsamkeits-Audio aus beiden Umgebungen wurde ausgewählt, um bewusst mit suchtdruckbezogenen Handlungen zu arbeiten („RAIN“: Recognize, Accept, Investigate and Nourish (deu. *Erkennen, Akzeptieren, Untersuchen und Nähren*) sowie „Act of Smoking“: bewusste Überprüfung jedes Moments der Handlung selbst). Jedes Video wurde über einen Zeitraum von 14 aufeinanderfolgenden Tagen wiederholt. Die Follow-Up-Rate am ersten Tag betrug 93 % für die TG und 100 % für die CG. Nach der Intervention meldeten 23 % der TG eine Abstinenz an diesem Tag, gegenüber 5 % der CG. Die TG meldeten eine anhaltende Abstinenz von 33 % nach 90 Tagen. Da nur 20 % der Teilnehmer der CG die 90-tägige Nachuntersuchung abschlossen, führten Goldenhersch et al. zu diesem Zeitpunkt keinen statistischen Vergleich zwischen den Gruppen durch. Von den Teilnehmern, die nach der Intervention noch rauchten, war die TG im Vergleich zur CG signifikant eher dazu bereit, mit dem Rauchen aufzuhören. Insgesamt schlossen 41 % der Teilnehmer die Behandlung in dem vom Programm empfohlenen Zeitrahmen ab.

### 4.3.3.2 Cue Exposure Therapy (CET)

Im Bereich der Therapie mithilfe von VR wurden bereits Studien durchgeführt, welche die Cue Exposure Therapy (CET), einsetzen. Diese zielt darauf ab, das Verhalten der Pati-

enten „umzuprogrammieren“, indem sie lernen, anders mit Situationen, die Suchtdruck oder Ängste auslösen, umzugehen. Dazu werden sie regelmäßig Reizen ausgesetzt, die diese verursachen, bis ihre Toleranz gegenüber solchen Stimuli und Situationen soweit erhöht wurde, dass sie auch in Risikosituationen über ihr Handeln nachdenken können, statt unwillkürlich nachzugeben [LEE04a; MUR14].

### **Angststörungen**

Eine Angststörung liegt vor, sobald eine immer wiederkehrende Furcht vor einem Objekt oder einer Situation so ausgeprägt ist, dass diese nicht mehr als normales Verhalten angesehen werden kann. Körperliche und mentale Symptome reichen von einer erhöhten Herzfrequenz über Angstschweiß bis hin zur Bewegungsstarre [HAN14]. Bei der Behandlung von Angststörungen (Zusammenfassung siehe [MEY10; DAV13; BOT17; FRE17]) gab es bspw. Studien in den Bereichen Flugangst, Höhenangst oder Panikstörungen. Diese zeigen, dass virtuelle Expositionstherapien (VRET) eine interessante Alternative gegenüber den bekannten systematischen Verhaltenstherapien darstellen.

Insbesondere bei der Behandlung von speziellen Phobien bietet die VRET ein sehr großes Potenzial, da Studienergebnisse gezeigt haben, dass diese mindestens so wirksam wie die herkömmlichen Therapieformen (z. B. Medikamente oder Verhaltensmanipulation) sind [DAV13]. Auch konnte bewiesen werden, dass sich die in der VRET erlernten Verhaltensweisen in die reale Welt sowie den Alltag übertragen lassen [MOR15]. Darüber hinaus bewirkte die VRET eine geringere Verweigerungs- und Abbruchquote [DAV13; GAR01; GAR07], insbesondere bei der Behandlung von Höhenangst, welche in vivo sehr hohe Quoten aufweist [BOT07].

Bei der Therapie von Panikstörungen kann eine VRET einen weiteren großen Vorteil bieten: Häufig nehmen stark Betroffene keine Therapie in Anspruch, da sie zu große Angst davor haben, ihren „sicheren Bereich“ zu verlassen. Mithilfe der virtuellen Realität könnten diese Patienten zunächst innerhalb ihrer Komfortzone erste Sitzungen durchführen, welchen über das Internet ein Therapeut zugeschaltet werden kann [BOT17; ROY03; HOD01; GAR07].

Ling et al. [LIN14] fanden durch ihre VR-Studien heraus, dass je größer die in der VR verspürte Präsenz ist, desto wahrscheinlicher und ausgeprägter die Angstsymptome der Patienten ausfallen. Auch die Verwendung von akustischen Stimuli kann eine Steigerung der Effektivität erzielen [TAF13]. Insbesondere die Verringerung der Kosten, die leichte Zugänglichkeit sowie Bedienbarkeit der VR-Hardware und das Potenzial der implementierten Therapie-Programme machen die VRET nicht nur für Patienten, sondern auch für Kliniker äußerst attraktiv [BOT17].

Eine VR-Therapie, welche die Angst vor Spinnen (Arachnophobie) adressiert, wurde bspw. von Bouchard et al. [BOU06] durchgeführt. Die Evaluation mit elf Teilnehmern

ergab signifikante Verbesserungen der Angstreaktionen: Vor dem Training haben es die meisten Probanden nicht geschafft, sich dem Behälter mit der Spinne weniger als 200 cm zu nähern. Nach der VR-Behandlung konnten sich die meisten neben den Behälter stellen und vier Teilnehmer haben sich sogar dazu überwinden können, die Spinne mit einem Stift zu berühren. Darüber hinaus konnte bestätigt werden, dass die Probanden das VR-Training akzeptabler fanden als eine Behandlung mit echten Spinnen.

Auch für die Therapie von sozialen Phobien (z. B. öffentliches Reden oder mit Fremden sprechen [GRI06; HER02]) wurden bereits erste Versuche mit VR unternommen. So fanden Slater et al. [SLA06] durch eine Studie mit 16 Freiwilligen heraus, dass diese sich bei einem virtuellen Vortrag wie bei einer Rede vor realem Publikum verhalten haben. Klinger et al. [KLI04] ließen einen Therapeuten an den VR-Sitzungen teilnehmen, welcher den Probanden während des Trainings Fragen stellen konnte, um kognitive und emotionale Prozesse evaluieren zu können. Mögliche Szenarien waren Gespräche mit Nachbarn und Freunden oder Smalltalk mit Fremden. Die Ergebnisse zeigten, dass das VR-Training die klassische kognitive Verhaltenstherapie (CBT) verbessern und unterstützen kann. Eine andere Form der sozialen Phobie ist die Schüchternheit von Männern gegenüber attraktiven Frauen. Pan und Slater [PAN07; PAN12] untersuchten hierbei, ob attraktive virtuelle Frauen dieselben physiologischen Reaktionen auslösen wie reale Frauen. Die Untersuchung mit biomedizinischen Sensoren, um den physiologischen Zustand der männlichen Probanden ermitteln zu können, zeigte, dass dies tatsächlich der Fall zu sein scheint.

Rothbaum et al. haben sich mit der VR-Therapie von Flugangst befasst, da die Betroffenen sich häufig mit Alkohol oder Medikamenten beruhigen müssen, was auf lange Sicht soziale Konsequenzen haben kann [ROT00; ROT02]. Eine Studie mit 49 Probanden, welche in drei Gruppen unterteilt wurden (VR-Behandlung vs. klassische CET vs. keine Behandlung), kam zu dem Ergebnis, dass die VR-Behandlung mindestens genauso gut wirkte wie die reale CET und beide Therapieformen signifikant besser abschnitten als gar keine Behandlung.

### **Posttraumatische Belastungsstörung (PTBS)**

Auch in Zusammenhang mit posttraumatischen Belastungsstörungen (PTBS) wurden bereits zahlreiche Studien durchgeführt [BER19; GON12; HAN14; RIG14; VAL16; WIE08].

PTBS ist ein mentaler Zustand, der Personen betrifft, welche enormen Druck durch ein traumatisches Ereignis (z. B. Krieg, Terroranschlag, plötzlicher Tod eines nahestehenden Menschen) erfahren haben. Typische Symptome sind häufiges mentales Wiedererleben des Ereignisses (Flashbacks), Konzentrationsverlust, Schlafstörungen, soziale Loslösung von der Gesellschaft und neuronale Übererregbarkeit [NAT18a; NAT18b]. Traditionell

wird PTBS durch CBT behandelt. Hierbei soll der Patient seine Ängste, negativen Gedanken und Emotionen, durch Expositionsmethoden im Sinne der CET, bewusst nacherleben. Eine weitere Strategie stellt die imaginäre Exposition dar, bei welcher das Trauma durch wiederholtes Nacherzählen gegenüber einem Therapeuten verarbeitet werden soll. Dadurch wird der Betroffene seinen Ängsten so lange wiederholt ausgesetzt, bis er dieser gegenüber ausreichend desensibilisiert wurde [HAN14].

Studien im Bereich PTBS wurden vor allem mit Kriegsveteranen evaluiert, da Vermutungen zufolge einer von sechs Irak-Kriegsveteranen an psychischen Störungen wie Angst, Depression oder PTBS erkrankte [RIZ05]. Da viele der Betroffenen Schwierigkeiten damit hatten, sich die Situation vorzustellen, die das Trauma verursacht hat, haben Rizzo et al. den „Virtual Iraq“-VR-Demonstrator entwickelt [RIZ05; RIZ09; RIZ11; RIZ17]. Dieser soll Patienten durch visuelle, auditive, olfaktorische und taktile Reize, die dem Ereignis entsprechen, welches die Symptome ursprünglich ausgelöst hat, beim Abrufen der Erinnerungen helfen. Eine solche VR-Umgebung hat den Vorteil, dass die Präsentation der Reizinhalt vom Therapeuten systematisch gesteuert werden kann, sodass der Patient dem Trauma-Kontext schrittweise ausgesetzt werden kann, um so die zu verarbeitenden emotionalen Erinnerungen hervorzurufen. Die daran angeknüpfte Studie mit 20 Kriegsveteranen lieferte positive Ergebnisse, welche für den Einsatz von VR zur Behandlung von PTBS sprechen. Negativ aufgefallen ist allerdings die hohe Abbruchquote, welche noch untersucht werden soll [RIZ09].

Auch Gerardi et al. [GER08] konnten mit ihrem VR-System eine erhebliche Verbesserung der PTBS-Symptome von Kriegsveteranen erreichen. Neben dem Vorteil, das virtuelle Geschehen an die Erfahrungen der Patienten anzupassen, schlugen die Forscher vor, dass auch die Therapeuten Anpassungen vornehmen können sollten, bspw. um verschiedene Herangehensweisen und Verfahren evaluieren sowie nutzen zu können.

Ein anderer Ansatz ist das sogenannte „Stress-Impftraining“ (engl. *Stress Inoculation Training*, SIT) [MEI77]. Anstatt das militärische Personal nach seiner Rückkehr zu therapieren, sollte dieses bereits vor dem Einsatz desensibilisiert werden. Während des Trainings sollen die Soldaten sich schrittweise an die traumatischen Aspekte des Einsatzes gewöhnen, ehe sie diese tatsächlich psychisch und physisch erleben. Dadurch soll die Sensibilität gegenüber diesen Erfahrungen ausreichend herabgesetzt werden, sodass es gar nicht erst zu einer Erkrankung an PTBS kommt. Auch hier hat der Einsatz von VR positive Ergebnisse erzielt [WIE08].

Eine größere Studie mit zehn Personen, welche nach den Geschehnissen vom 11. September 2001 an PTBS erkrankten, wurde 2004 von Coyle et al. [COY05] durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, dass mit einem VR-Training neun von zehn PTBS-Symptome [DIF02] signifikant verbessert werden konnten. Selbst bei den Teilnehmern, welche zu-

vor ohne Erfolg eine konventionelle Therapie in Anspruch genommen hatten, zeigte das VR-Training eine verbesserte Wirkung.

#### 4.3.3.3 Rehabilitation und Schmerztherapien

VR bietet ein großes Potenzial bei der Rehabilitation von Patienten, welche einen Schlaganfall oder eine Schädigung des Gehirns erlitten haben [WIE06a; LOH14]. Das VR-Training ermöglicht eine hohe ökologische Validität in einer sicheren und kontrollierten Umgebung, bietet sofortiges visuelles und taktiles Feedback und kann die Motivation steigern, wodurch die Abbruchrate verringert wird [SUB13; BRU14; CRO12]. Individualisiertes VR-Training ermöglicht es, spezifische Fähigkeiten und Neuroplastizität durch wiederholtes Üben zu verbessern, sowie Patienten beim Aufbautraining unterbeanspruchter Gliedmaßen zu unterstützen [YOU05]. Inkonsistente Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass weitere Evaluationen von VR in der motorischen und kognitiven Rehabilitation erforderlich sind [LAR11; YIN14]. Demgegenüber konnte jedoch gezeigt werden, dass VR-Interventionen eine höhere Wirksamkeit als kommerzielle Spiele haben [LOH14].

Der Einsatz von VR hat sich auch in der Schmerztherapie als äußerst wertvoll erwiesen und ist dazu in der Lage, traditionelle Therapien mit Arzneimitteln zu unterstützen oder sogar zu ersetzen [DAS17], bspw. nach einem Schlaganfall [RIZ09] oder nach schweren Verbrennungen [MOR09].

Gemäß Wiederhold et al. [WIE06a] hängt die Schmerzwahrnehmung eines Patienten davon ab, wie stark sich dieser auf einen bestimmten Reiz fokussiert. Eine Schmerzbewältigung kann demnach durch die Blockierung sensorischer Informationen mithilfe von Opioid-Analgetika erfolgen. Studien haben jedoch ergeben, dass diese häufig schwere Nebenwirkungen verursachen [GER04; PAR09]. Die Immersion in eine virtuelle Umgebung stellt demnach eine nützliche Alternative dar, um Patienten von ihren Schmerzen abzulenken. So berichteten Probanden von VR-Ablenkungsbehandlungen davon, dass sie durch die Behandlung weniger Zeit damit verbrachten, über Schmerzen nachzudenken und dass das Ausmaß des schlimmsten erlebten Schmerzes nachgelassen hat [CAR09; SCH11].

Eine Studie von Gold et al. [GOL06] hat untersucht, inwiefern Kinder von den Schmerzen beim Legen eines intravenösen Zugangs abgelenkt werden können. Die Studie wurde mit 20 Kindern durchgeführt, welche für die Kontrastmittelgabe im Rahmen einer MRT- oder CT-Untersuchung einen intravenösen Zugang gelegt bekommen mussten. Während die Kontrollgruppe nicht abgelenkt wurde, wurden die Kinder in der Verum-Gruppe mittels eines VR-Spiels abgelenkt. Die Ergebnisse zeigten, dass die Kinder der VR-Gruppe

weniger Angst vor dem Legen des Zugangs hatten. Nebenwirkungen, wie z. B. Cybersickness, sind nicht aufgetreten. Darüber hinaus haben die Kinder der Kontrollgruppe die Schmerzen im Vergleich zur Verum-Gruppe in vierfacher Stärke wahrgenommen.

Hoffman et al. [HOF07] untersuchten die schmerzlindernde Wirkung von Opiaten im Vergleich mit VR. Neun Studienteilnehmer wurden thermischen Schmerzen ausgesetzt, während mittels MRT der Sauerstoffgehalt in fünf spezifischen, schmerzbezogenen Regionen des Gehirns überwacht wurde. Darüber hinaus sollten die Teilnehmer die subjektive Intensität der Schmerzen beurteilen. Die Ergebnisse ergaben, dass die VR-Gruppe, sowohl in der subjektiven Wahrnehmung als auch bei der Beurteilung der Gehirnaktivität, weniger Schmerzen wahrgenommen hat.

Eine Untersuchung, welche die Wirksamkeit von VR bei ischämischen Schmerzen, die durch unzureichende Durchblutung von Organen ausgelöst werden, ermitteln sollte, wurde von Magora et al. [MAG06] durchgeführt. Bei dieser wurden 20 gesunden Probanden mittels einer Blutdruckmanschette Schmerzen zugefügt, welche ischämische Schmerzen simulieren sollten. Dabei wurde zum einen ein subjektiver Fragebogen zu ihrer Schmerzerfahrung erhoben, zum anderen wurde die Dauer der Schmerztoleranz gemessen. Die Ergebnisse deuteten einen signifikanten Unterschied zwischen den Teilnehmern, welche mit VR abgelenkt wurden und denen, die keine Ablenkung hatten, an.

### 4.3.3.4 Essstörungen

Bei der Behandlung von Essstörungen hat die Nutzung von VR zu einer Verbesserung des Körperbilds der Patienten geführt sowie die Selbstwirksamkeit erhöht und zu einer gesünderen Entscheidungsfindung mit einhergehendem Gewichtsverlust verholfen [WIE06a; FRE17]. Geeignete VR-Umgebungen können Heißhunger auf Nahrungsmittel hervorrufen [FER15], wobei die Reaktionen auf virtuelle Lebensmittel mit denen auf reale Nahrungsmittel vergleichbar sind [GOR10].

Mögliche Anwendungsbeispiele sind ein virtueller Supermarkt, in welchem gesunde Lebensmittel ausgesucht und gekauft werden müssen oder die Exposition gegenüber Bildern verschiedener Körpertypen, um zu einer weniger schädlichen (Selbst-)Wahrnehmung des Körperbildes ermutigt zu werden [FER13]. Auch kann der sogenannte „Proteus-Effekt“ ausgenutzt werden – ein Phänomen, bei welchem die eigene Einstellung des Patienten beeinflusst werden kann, indem das Aussehen seines virtueller Avatars von seinem tatsächlichen Äußeren abweicht [YEE07]. Diese Strategie konnte bei der Behandlung von körperdysmorphen Störungen, Essanfällen und Magersucht bereits äußerst erfolgreich eingesetzt werden [WIE06a].

In einer experimentellen VR-Studie haben Keizer et al. [KEI16] Patienten mit Anorexia nervosa mit einem virtuellen Körper ausgestattet, welcher einen gesunden Body-Mass-

Index (BMI) repräsentiert. Dies hat dazu geführt, dass die Probanden für mindestens zwei Stunden eine Verringerung der Überschätzung des eigenen Körpergewichts erzielen konnten.

In Zusammenarbeit mit anderen Therapiemethoden (z. B. CBT) sind Patienten dazu in der Lage, das Erlernte auf die reale Welt zu übertragen [DAS17]. So konnte die VR-CBT Patienten zu einer besseren Wahrnehmung des eigenen Körperbildes verhelfen [RIV03a; CES13; MAR13]. Weitere Forschungen deuten darauf hin, dass der Einsatz von Body-Ownership-Elementen in der VR die Behandlung von Essstörungen weiter verbessern kann [NOR11; MAS13].

## 4.4 Therapie mit mobilen Applikationen

Mobile Anwendungen, welche die Gesundheit des Menschen adressieren, werden auch unter dem Begriff **mHealth** (Mobile Health, deu. *mobile Gesundheit*) zusammengefasst. mHealth-Applikationen unterscheiden sich von traditionellen Medien, da sie nicht nur die Konvergenz früherer Grenzen von Massen- und zwischenmenschlichen Kommunikationsprozessen ermöglichen, sondern auch eine Plattform für verschiedene Formen der Gesundheitsförderung und der Kommunikation über soziale Netzwerke darstellen [CHI18]. Durch die mögliche Verknüpfung zwischen Anwendungen und Servern ist es zudem möglich, Nutzerdaten zu speichern und, verbunden mit verbesserten Berechnungsmöglichkeiten, auszuwerten. Sowohl auf Cloud- als auch auf individueller Nutzer-Ebene kann dies zu einer großen Datenmenge (Big Data) führen, die analysiert werden kann [SCH14]. Diese Analysen haben das Potenzial, sowohl das Gesundheitssystem als auch den individuellen Nutzer über Lebensstil und Behandlungsmöglichkeiten zu informieren, ohne dass eine menschliche Komponente eingreifen muss.

Ein wichtiger Faktor, weswegen mHealth-Applikationen akzeptiert und verwendet werden, ist deren Zugänglichkeit [WIE14a]. Die Apps werden auf Geräten installiert, welche die Benutzer stets mit sich tragen, sodass sie leicht zugänglich sind und keine externen Geräte benötigen [AHT13; KUH14].

Auch auf die Benutzerfreundlichkeit muss geachtet werden, da ein falsches Design schnell zu einem Hindernis für den produktiven Einsatz werden kann [PAT15]. Designstudien befassen sich mit der Frage, wie Anwendungen mit Blick auf eine bestimmte Zielgruppe gestaltet werden sollen, wobei insbesondere deren Einschränkungen und Präferenzen während der Benutzereingabephase im Fokus stehen. Die meisten Nutzer bevorzugten hierbei größere Schriftarten, deutliche Farbkontraste sowie intuitive Bildlaufleisten und Schaltflächen [SCH15]. Für Applikationen, die auf bestimmte Bereiche ausgerichtet sind, müssen auch deren Benutzerpräferenzen berücksichtigt werden. So bevorzugten Jugendliche bspw. *„lustige Grafiken, kräftige Farben und sprudelnde oder*

*coole Schriften*“ [SCH16a: S. 173] und waren motivierter, eine App zu nutzen, wenn eine Spielkomponente enthalten war [BOU15]. Junge Menschen hingegen waren der Meinung, dass „*Inhalte durch die Verwendung von Bildern, Musik, Videos und Spielen lustig und interaktiv gestaltet werden sollten*“ [KEN16: S. 27].

Für mHealth-App-Inhalte im Allgemeinen erhielten die Anwendungen, welche immersiv gestaltet waren, mehr positives Feedback von den Nutzern [DIR15]. Darüber hinaus wurde eine App, die ansprechender und interaktiver gestaltet wurde, von mehr Nutzern installiert [BRI14]. Erinnerungen und Eingabeaufforderungen halfen den Benutzern dabei, sich längerfristig mit der Applikation zu beschäftigen [AHT13; BOU15; GIR14]. Nicht zuletzt waren auch der Schutz der Privatsphäre sowie die Vertraulichkeit der Nutzerdaten von Bedeutung, insbesondere für Anwendungen im Bereich der psychischen Gesundheit [KEN16].

Der Einsatz von Gamification, z. B. durch den Einsatz von Belohnungen, erhöhte die Bereitschaft, eine App zu nutzen und sich an deren Vorgaben zu halten [BOU15; CAF12]. Einige Serious Games integrierten Gemeinschaften oder andere soziale Einflüsse, die das Gesundheitsverhalten förderten [LAN15; PLO14; SIL13], jedoch hat der Vergleich mit weniger immersiven Anwendungen keine signifikanten Unterschiede gezeigt [DIR15].

### 4.4.1 Behandlung von Suchterkrankungen

Im Folgenden wird die Behandlung von Substanzabhängigkeitserkrankungen mithilfe mobiler Anwendungen vorgestellt. Der Schwerpunkt liegt hier bei der Behandlung von Nikotin- sowie Alkoholabhängigkeiten, auf andere Substanzen wird am Ende des Abschnitts jedoch auch eingegangen.

#### Nikotin

Studien konnten zeigen, dass Smartphone-basierte Interventionen die Abstinenzraten nach 26 Wochen erhöhen konnten (Zusammenfassung siehe [CHI18; MAR18]). Der Versuch, die Dauer von biochemischen Behandlungen (ca. sechs Monate) durch eine SMS-basierte Rauchentwöhnung zu verkürzen, hatte keinen Erfolg [FRE13; WHI16]. Ploderer et al. [PLO14] entwickelten die mobile Anwendung „DistractMe“, über welche von Nutzern erstellte Tipps zur Rauchentwöhnung sowie Ablenkungsmöglichkeiten angeboten wurden. Die Studienteilnehmer merkten jedoch an, dass die textbasierten Hilfen nicht ausreichend interaktiv waren, was ihnen erlaubte während der Nutzung der App zu rauchen. Die App „Quit Advisor“ von BinDhim et al. [BIN14] bot ihren Nutzern fünf Informationskategorien, um die Entwöhnung zu unterstützen. Hier konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Nutzern, welche sich alle Kategorien angesehen und denen, die dies nicht getan hatten, gefunden werden. So zeigten die Analysen, dass die

Nutzer, welche sich darauf vorbereiten, mit dem Rauchen aufzuhören, oder dies in den nächsten 30 Tagen umsetzen wollen, mit hoher Wahrscheinlichkeit alle Kategorien bearbeitet haben. Zeng und Kollegen [ZEN15] fanden außerdem heraus, dass ein niedriger Bildungsgrad, starkes Rauchverhalten sowie Depressionen eine verringerte Nutzung von mHealth-Apps voraussagen können.

Eine der ersten randomisiert-kontrollierten Studien (engl. *Randomized Controlled Trial*, RCT) in diesem Bereich wurde von Bricker und Kollegen [BRI14] durchgeführt und untersuchte die Machbarkeit, Akzeptanz, vorläufige Wirksamkeit und den Mechanismus der Verhaltensänderung zweier App-Ansätze. So wurde eine Smartphone-gestützte Akzeptanz- und Commitment-Therapie (ACT; „SmartQuit“) mit einer Anwendung vom National Cancer Institute, welche den US Clinical Practice Guidelines (USCPG; „QuitGuide“) strikt folgt, verglichen. In der ACT bedeutet Akzeptanz, intensivem körperlichen Verlangen (z. B. dem Drang zu rauchen), Emotionen (z. B. Traurigkeit, die das Rauchen auslöst) und Gedanken (z. B. Gedanken, die das Rauchen auslösen) Raum zu geben und sie kommen und gehen zu lassen. Commitment bedeutet in der ACT, das zu artikulieren, was für den Einzelnen eine tiefe Bedeutung hat, um spezifische Handlungspläne zu motivieren und zu leiten. Zahlreiche Studien haben die Wirksamkeit von ACT bei einer Vielzahl von Problemen, einschließlich Depressionen und Drogenabhängigkeit, belegt [HAY06; HAY13]. Die USCPG haben folgende wesentliche Inhalte: Erfassung des Raucherstatus, Angebot von Rauchentwöhnungsplänen, Beratung zur Pharmakotherapie, Tools zur Motivationssteigerung sowie soziale Unterstützung beim Aufhören [FIO09]. An der zweifach blinden RCT nahmen 196 erwachsene Raucher teil, welche mindestens fünf Zigaretten am Tag rauchen, innerhalb der nächsten 30 Tage mit dem Rauchen aufhören wollen und ein aktuelles iPhone besitzen. Während die eine Hälfte (n=98) acht Wochen lang die SmartQuit-App nutzte, verwendete die andere Hälfte QuitGuide. Nachkontrollen fanden zwei Monate nach der Intervention statt. Die Inhalte von SmartQuit wurden von Bricker et al.'s web- und telefonbasierten ACT-Interventionen [BRI10; BRI13] übernommen und zu einem Interventionsprogramm mit Selbstlernfunktion weiterentwickelt. Zu den Hauptfunktionen der App zählen Erfahrungsberichte ehemaliger Raucher, ein persönlicher Plan zum Aufhören, ein audio- und textbasiertes ACT-Training sowie eine Nachverfolgung des Standorts, des Zigarettenkonsums und des Anwendungsgebrauchs. QuitGuide wurde als Vergleichs-Anwendung ausgewählt, da sie den USCPG folgt sowie inhaltlich und strukturell direkt an Smoke-free.gov angelehnt ist, der weltweit meistbesuchten Website zum Thema Raucherentwöhnung [CIV13; ETT06; HUT11; SHA09]. Zu den Hauptfunktionen zählen eine Auflistung von Gründen, die zum Aufhören motivieren (z. B. gesundheitliche Folgen), Hilfsfunktionen, um den Nutzern zu helfen, einen persönlichen Plan für das Aufhören zu entwickeln, um soziale Unterstützung oder Informationen über zugelassene Medikamente für die Rauchentwöhnung zu finden sowie die Vermittlung von Fähigkeiten zur Vermeidung des Rauchverlangens (z. B. das Finden von Ersatzverhalten) und für den Umgang mit Ausrutschern. Benutzer

können zusätzlich die Inhalte über Facebook, Twitter oder E-Mail teilen. Am Ende der Studie zeigte sich, dass SmartQuit-Teilnehmer ihre Anwendung im Durchschnitt 37,2 Mal öffneten, während QuitGuide-Teilnehmer ihre wiederum 15,2 Mal benutzen. Die Abstinenzrate betrug bei SmartQuit 13 % und lag für QuitGuide bei 8 %. Bei denjenigen, die zu Studienbeginn als starke Raucher klassifiziert wurden (d. h. mindestens eine Packung pro Tag; n=35), lagen die Abstinenzraten für SmartQuit bei 11 %, im Vergleich zu 6 % bei QuitGuide. Anhand der Resultate kamen die Forscher zu dem Ergebnis, dass die ACT als Smartphone-Anwendung durchführbar ist und sie im Vergleich zu einer Anwendung, die den USCPG folgt, ein höheres Engagement sowie vielversprechende Abstinenzraten aufweist.

Heffner et al. [HEF15] untersuchten, wie Probanden mit spezifischen Funktionen von Entwöhnungs-Apps umgehen und ob die Nutzung dieser Funktionen mit dem Aufhören assoziiert werden kann. Anhand von Daten aus der Pilotstudie einer neuartigen App zur Raucherentwöhnung wurden die zehn meistgenutzten App-Funktionen sowie deren Zusammenhang mit der Rauchentwöhnung ermittelt. Die 76 Teilnehmer stammten aus der oben vorgestellten Studie von Bricker und Kollegen [BRI14] und nutzten dort die App „SmartQuit“, deren Nutzungsdaten während der achtwöchigen Behandlungsphase automatisch verfolgt wurden. Bei der Nachuntersuchung nach 60 Tagen wurde die Dreißig-Tage-Prävalenz der Rauchabstinenz festgestellt. Die am häufigsten genutzten Funktionen waren der „Plan zum Aufhören“, die Nachverfolgung des Fortschritts und das Teilen von Ergebnissen. Nur zwei der zehn meistgenutzten Funktionen waren nachweislich mit dem Aufhören assoziiert: das Betrachten des Aufhörplans sowie das Verfolgen der Verlangensvermeidung. Die Nachverfolgung des Übens der ACT-Fähigkeiten wurde von weniger Teilnehmern genutzt (n=43), war aber ebenfalls mit dem Aufhören assoziiert. Demnach sind sowohl das Betrachten eines Aufhörplans als auch das Nachverfolgen des Fortschritts bei der Rauchentwöhnung nicht nur sehr beliebt, sondern werden auch mit dem erfolgreichen Aufhören assoziiert. Abgesehen von den oben genannten Funktionen gab es wenig Überschneidungen zwischen der Popularität einer Funktion und ihrer voraussichtlichen Assoziation mit der Entwöhnung.

Mit der Beurteilung der Effektivität von interaktiven mobilen Spielen, die darauf abzielen, das Rauchverhalten von Jugendlichen zu ändern, befassten sich Rath et al. [RAT15]. Für die Studie wurde das Spiel „Flavor Monsters“ (deu. *Geschmacksmonster*) ausgewählt, welches von truth® (Legacy, Washington, DC) entwickelt und publiziert wurde – einer amerikanischen Kampagne, die sich zum Ziel gemacht hat, junge Menschen vom Konsum Tabak beinhaltender Produkte, insbesondere mit Geschmack, abzubringen. In diesem Spiel sollen Spieler die namensgebenden Geschmacksmonster, welche eine virtuelle Stadt attackieren und sich dabei vermehren und regenerieren, mithilfe verschiedener Werkzeuge bekämpfen. Dabei werden sie von einem Teenager-Charakter unterstützt, der während des sechs Level umfassenden Spiels immer wieder Tipps zum Gameplay



Abbildung 4.6: Screenshot einer Nachricht im Spiel „Flavor Monsters“ (Quelle: [RAT15]).

gibt, die zusätzlich auf Tabak bezogene Fakten beinhalten, damit die Spieler ein Verständnis für die Gefahren des Rauchens entwickeln können. Eine solche Nachricht ist in Abb. 4.6 zu sehen. Das auf der Theory of Planned Behaviour (deu. *Theorie des geplanten Verhaltens*, TPB) basierende Spieldesign soll dem Nutzer darüber hinaus das Gefühl geben, dass er Teil dieser Nachrichten ist, anstatt ihnen nur ausgesetzt zu sein. Die Ergebnisse zeigten, dass die Anzahl der absolvierten Level ein guter Indikator für das positiv veränderte Rauchverhalten ist. Statistisch signifikante Unterschiede fanden sich bei den Teilnehmern, welche die ersten beiden Level beendet sowie bei jenen, die Level 3 oder das gesamte Spiel abgeschlossen hatten. Darüber hinaus hatte auch die Gesamtdauer, welche mit dem Spiel verbracht wurde, Einfluss auf die Verhaltensänderungen, unabhängig davon, über welchen Zeitraum diese kumuliert wurde. Dies alles zeigt, dass gesundheitsbezogene Nachrichten in Verbindung mit Gamification ein großes Potenzial haben, da die Spieler durch das Gameplay in diese eintauchen können, im Idealfall sogar Embodiment erleben und somit aktiv an der Geschichte und Strategie des Spiels teilnehmen, statt nur passiver Beobachter bzw. Zuhörer zu sein.

Die Designstudie von Armin et al. [ARM17] beschreibt die Entwicklung der mobilen mHealth-Applikation „See Me Smoke-Free™“ (SMSF, siehe Abb. 4.7), welche Frauen mit Hilfe von geführter Imagination bei der Raucherentwöhnung, einer gesunden Ernährung und der Steigerung der körperlichen Aktivität unterstützen soll. Zu den wichtigsten Funktionen der App gehören die Wiedergabe von Audiodateien zur geführten Imagination, Pop-up-Benachrichtigungen, das Teilen von Auszeichnungen in sozialen Medien, ein Kalender zur Nachverfolgung (z. B. Start- und Enddatum der App-Nutzung oder Antworten auf tägliche Fragen zu Zigarettenverlangen, Rauchen, Ernährung und Bewegung), Zugriff auf Verknüpfungen zu externen Webseiten mit Informationen zur Raucherent-

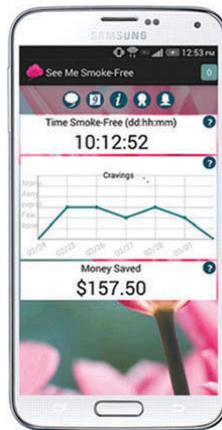


Abbildung 4.7: Start- und Hauptbildschirm der mHealth-Anwendung „See Me Smoke-Free™“ (Quelle: [ARM17]).

wöhnung sowie ein direkter Anruf bei der örtlichen Rauchtöhnungs-Hotline. Leider konnte die Forschergruppe letztendlich keine evidenzbasierte Studie durchführen, da trotz umfangreicher interner und Benutzer-Tests während der Einführung unvorhergesehene Probleme bei der Datenerfassung und Berichterstattung auftraten, die nicht nur auf die Vielfalt der Android-Software und -Hardware, sondern auch auf individuelle Telefoneinstellungen und -nutzung zurückzuführen waren.

### Alkohol

In Bezug auf die Wirksamkeit der evaluierten mobilen Interventionen zeigte die Mehrheit der Studien positive Ergebnisse (Zusammenfassung siehe [CAR20; CHI18]). Lediglich die Untersuchungen von Crane et al. [CRA18], Dermody et al. [DER18] (Texterinnerungen mit Hyperlinks zur Website für die Berichterstattung) und Wright et al. [WRI18] (Personalisiertes Feedback zum Alkoholkonsum gemessen durch Selbstauskunft) berichteten in Bezug auf die Wirksamkeit über keinen statistisch signifikanten Unterschied in der Interventionsgruppe. Die übrigen Studien können als mehrdeutig angesehen werden, da diese entweder gar nicht über die Wirksamkeit der untersuchten App berichten [FOR15; GIR14] oder den Nutzen nur in einer Unterpopulation zeigten [ATT17; SUF16]. Mehrere Studien berichten über einen signifikanten Unterschied bei engagierten Anwendern, welche bessere Ergebnisse und damit eine erhöhte Wirksamkeit erzielen konnten [ATT17; LEI18a; YOU17]. Langzeitstudien wiesen nachhaltige Verhaltensänderungen nach drei bis neun Monaten nach [GON14; GON15; GUS14], lediglich Barnett und Kollegen [BAR17] konnten nach einem Monat keine nachhaltige Veränderung feststellen.

Ein Beispiel für eine mobile Applikation zur Behandlung von Alkoholabhängigkeit ist „A-CHESS“ (Addiction-Comprehensive Health Enhancement Support System, deu.

etwa *Suchtübergreifendes System zur Förderung der Gesundheit*) [FOR15; GLA17; GUS14; MUR17]. Dieses bietet gezieltes, auf Selbstberichten basierendes Feedback und kann den Nutzer vor Situationen oder Aufenthaltsorten warnen, welche mit einem hohen Rückfallrisiko verbunden sind. Innovative Hauptmerkmale der App sind die Diskussionsgruppe sowie die Möglichkeit schnelle personelle Unterstützung in Anspruch nehmen zu können. Die Ergebnisse zeigen, dass es durch die Verwendung der App zu weniger Risikosituationen und damit zu einer erhöhten konsistenten Abstinenz während der Intervention sowie bei der Kontrolle nach 4 Monaten kam. Darüber hinaus wurden ambulante Suchtbehandlungen von den Teilnehmern eher in Anspruch genommen.

Eine weitere App zur standortbasierten Überwachung und Intervention wurde mit „Buddy“ entwickelt [DUL14; DUL17; GIR14; GON15]. Diese umfasste diverse Funktionen, darunter Verlangens- und Problem-Management, eine Überwachung des Alkoholkonsums, eine unterstützte Person (engl. „Buddy“) sowie eine Erfassung der individuellen Hochrisikostandorte. Die Studienteilnehmer berichteten von einem erhöhten Bewusstsein für den Alkoholkonsum und stuften die Benutzerfreundlichkeit als hoch ein. Darüber hinaus wurde das Verlangen nach Alkohol als vermindert wahrgenommen. Interessanterweise wurde die „Buddy“-Funktion als weniger hilfreich und wirksam als die anderen Funktionen der App, z. B. der Verfolgung des eigenen Fortschritts oder der Rechenschaftspflicht durch tägliche Eingabe der konsumierten Getränke, empfunden.

Crane et al. [CRA18] entwickelten die App „Drink Less“. Diese bot neben einem normativen Feedback basierend auf dem Trinkverhalten im Vergleich zu anderen App-Benutzern sowie einer Selbstüberwachung und Rückmeldungen zum eigenen Alkoholkonsum und dessen möglichen Folgen auch ein CBM-Training. Die Ergebnisse zeigten keine signifikanten Veränderungen des wöchentlichen Trinkverhaltens oder der kognitiven Verzerrung. Im Durchschnitt führten die Nutzer über den 28-tägigen Studienzeitraum 11,7 Sitzungen durch bzw. nutzen die App an acht der 28 Tage.

Die Arbeitsgruppe um Leonard und Kollegen [LEO17] verband ihre Anwendung „Mind the Moment“ mit einem Empatica Sensorarmband. Dadurch erhielten die Benutzer personalisierte Botschaften und Bildungsinhalte auf Grundlage der durch den tragbaren Sensor gemessenen Hautleitfähigkeit. Die Studie mit elf Teilnehmern verlief über einen Zeitraum von drei Wochen. Die Studienteilnehmer berichteten von einer hohen Akzeptanz und allgemeine Zufriedenheit mit der Anwendung. Durch die Warnungen, welche als korrekt und gerechtfertigt angesehen wurden, kam es zu einer Verringerung des risikanten Alkoholkonsums.

Eine mobile Tablet-basierte Anwendung, welche ein CBM-Training zur Reduktion des Alkoholkonsums zur Grundlage hat, wurde von Flaudias und Kollegen [FLA20] untersucht. Hierbei sollte der Attentional Bias unter Einsatz von Gamification-Elementen modifiziert werden. 41 Patienten wurden in die Studie eingeschlossen, von denen 33 einen

Attentional Bias aufwies und nach dem Zufallsprinzip der „CBM-Gruppe“ (n=18) oder der „Memory-Gruppe“ (n=15), die ein Gedächtnisspiel beinhaltete, zugeordnet wurden. Acht weitere Teilnehmer ohne einen auffälligen Attentional Bias bildeten die „Ohne-AB-Gruppe“. Die Wirksamkeit wurde für den Attentional Bias, Suchtdruck sowie Hemmungs- und Aufmerksamkeitsfähigkeiten vor und nach dem Training bewertet. Die Ergebnisse zeigten, dass die Reduktion des Attentional Bias in der „CBM-Gruppe“ höher war als in der „Memory-Gruppe“. Für die „Ohne-AB-Gruppe“ ergab sich kein signifikanter Unterschied des Attentional Bias. Somit konnte geschlossen werden, dass CBM-Anwendungen eine erhöhte Wirksamkeit aufweisen, wenn keine ablenkenden Gamification-Elemente verwendet werden.

Weitere Ansätze, welche in Form einer mobilen Anwendung zu positiven Ergebnissen geführt haben, sind unterstützende Benachrichtigungen beim Passieren einer geographischen Schwachstelle [ATT17], personalisierte Textnachrichten basierend auf eingegebenen Daten und Zielen bezüglich des Konsums [MUE17; SUF14; SUF15; SUF16] und zusätzlich von Stimmungssymptomen [LEI18a], monetäre Belohnungen für aufeinanderfolgende Tage, an denen kein Alkoholkonsum gemeldet oder von einem transdermalen Ethanol-Sensor festgestellt wurde [BAR17] sowie personalisiertes Feedback und Belohnungen auf der Grundlage der Nüchternheit (über einen mobilen Alkoholtester) [YOU17].

#### **Weitere Substanzen**

Weitere mobile Anwendungen zur Behandlung von Substanzabhängigkeiten wurden vor allem mit Cannabis, aber auch mit Opiaten untersucht. In Hinblick auf Cannabis konnten sehr positive Ergebnisse erzielt werden, bei Opiaten hingegen eine mittelmäßige Effektstärke (Zusammenfassung siehe [CAR20; CHI18]).

So haben bspw. Monney et al. [MON15] die App „Stop-cannabis“ entwickelt, welche den Nutzern personalisierte Nachrichten auf der Grundlage eines Rückfalls oder der vom Benutzer eingegebenen Ziele zukommen ließ. Der wahrgenommene Nutzen bei der Reduzierung des Konsums sowie die Akzeptanz wurden in einer Machbarkeitsstudie als hoch eingestuft, da mehr als 70 % der Teilnehmer die App täglich nutzten.

Auch die Forschungsgruppe um Shrier et al. [SHR14; SHR18] entwickelte in diesem Bereich eine mobile Anwendung auf Basis von personalisierten Benachrichtigungen. 70 Teilnehmer sollten die App über einen Zeitraum von zwei Wochen nutzen, um die Wirksamkeit feststellen zu können. Nach dem Zeitraum berichteten die Probanden von einem verringerten Verlangen, Marihuana zu konsumieren. Auch die Nachkontrollen nach drei Monaten zeigten, dass suchtrelevante Stimuli einen geringeren Konsum sowie ein verringertes Verlangen auslösten als vor der Studie. Darüber hinaus lobten die Teilnehmer die einfache Bedienbarkeit der Anwendung.

Zur Behandlung von Opiatmissbrauch wurden durch die Arbeitsgruppen Guarino et al. [GUA16] sowie Suffoletto et al. [SUF17] Forschungen durchgeführt. Beide Gruppen haben eine mobile Applikation entwickelt, die personalisiertes Feedback anbietet. Die Anwendung von Guarino et al. bietet zusätzlich Strategien zur Reduktion des Konsums. Während die App von Guarino et al. erreichen konnte, dass Teilnehmer (n=50) länger in Behandlung blieben und ihren Konsum reduzierten, haben die Teilnehmer der Studie von Suffoletto et al. (n=55) die App wenig genutzt und wiesen hohe Rückfallquoten auf.

#### 4.4.2 Übertragung des AAT auf mobile Geräte

Zech et al. [ZEC15; ZEC20] haben im Jahr 2015 den ersten Versuch unternommen, das AAT-Verfahren auf mobile Geräte zu übertragen, um den ApB zu messen. Für die Evaluation wurde eine Studie mit 64 Teilnehmerinnen durchgeführt. Während die eine Hälfte zunächst in einer stehenden Position den mobilen AAT ausführte, nutzte die andere Hälfte zuerst den klassischen Joystick-AAT. Der Versuchsleiter blieb während der Übungsversuche im Raum, um sicherzustellen, dass alle Bewegungen korrekt ausgeführt wurden, verließ aber den Raum während der experimentellen Versuche. Nach den beiden AAT-Trainings sollten die Probandinnen noch eine Stimulus-Bewertungsaufgabe ausfüllen sowie eine verbale Rückmeldung zur Anwendung geben.

Da die App mit Xcode entwickelt wurde, war sie lediglich auf iOS-Geräten nutzbar. Aus diesem Grund wurde die Studie mit einem vom Studienleiter zur Verfügung gestellten iPhone 3GS durchgeführt. Während des mobilen AAT wurden Bilder von glücklichen und wütenden Gesichtern auf dem Smartphone präsentiert, welches die Teilnehmer entweder zu sich hinziehen oder von sich wegschieben sollten. Die Teilnehmer absolvierten jeweils einen kongruenten sowie einen inkongruenten Block, wobei die Reihenfolge variieren konnte. Während im kongruenten Block glückliche Gesichter herangezogen und wütende Gesichter weggeschoben werden sollten, war die Anweisung im inkongruenten Block genau umgekehrt. Da hierbei bewusst auf den Bildinhalt geachtet werden sollte, handelt es sich um die direkte Variante des AAT. Vor jedem Block wurden den Teilnehmern zusätzlich zehn Übungsversuche präsentiert, auf die, im Gegensatz zu den experimentellen Versuchen, ein Antwort-Feedback folgte. So erschien für jede richtige Antwort ein grüner Bildschirm und für jede falsche Antwort ein roter Bildschirm. In jedem Block wurden fünf glückliche und fünf wütende Gesichtsstimuli (aus Rotteveel & Phaf [ROT04]) jeweils viermal präsentiert. Ein Durchlauf bestand demnach aus 80 Stimuli. Jedem Stimulus ging ein Fixationskreuz voraus, das für 1,5 Sekunden auf dem Bildschirm sichtbar war.

Während der gesamten Aufgabe wurden die Teilnehmer angewiesen, das Telefon in einer horizontalen Ausrichtung zu halten und zwischen den Stimuli-Präsentationen in



Abbildung 4.8: Bewegungen beim mobilen AAT. Armstellung in der Ausgangsposition (links), nach einer Annäherungsbewegung (Mitte) und nach einer Vermeidungsbewegung (rechts) (Quelle: [ZEC20]).

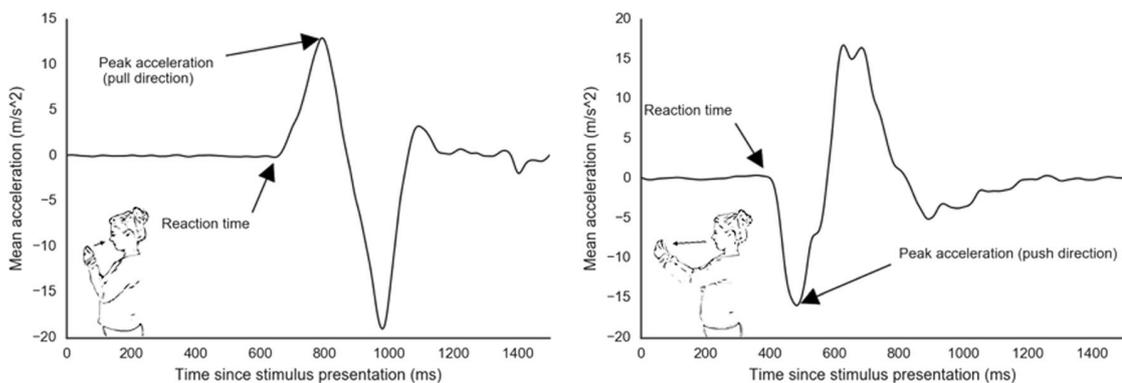


Abbildung 4.9: Prototypische Sensorausgabe des mobilen AAT. Beschleunigungssensor-Ausgabe für eine Annäherungs- (links) bzw. Vermeidungsbewegung (rechts) (Quelle: [ZEC20]).

eine Ausgangsposition zu bringen, aus der sie das Smartphone so schnell und genau wie möglich zu sich heranziehen oder von sich wegschieben konnten (siehe Abb. 4.8). Während jeder Reaktion verfolgten die Beschleunigungssensoren sowie Gyroskope des iPhones die schwerkraft- und drehungskorrigierte Beschleunigung der Bewegung senkrecht zur Bildschirmoberfläche mit einer Abtastrate von 100 Hz. Basierend auf dieser Beschleunigung wurden die Reaktionsrichtungen, Reaktionszeiten (RZ) und Reaktionskräfte (RK) berechnet (siehe Abb. 4.9). Wenn nicht innerhalb von zwei Sekunden eine Reaktion erfolgte, wurde eine Uhr auf dem Bildschirm angezeigt und der Versuch galt als abgelaufen.

Zur Kontrolle des Designs führte jede Teilnehmerin auch die Joystick-Variante des AAT-Verfahrens durch. Dabei wurden die Reaktionszeiten bei 30 % der maximalen Joystick-Auslenkung aufgezeichnet. Um Lerneffekte zu reduzieren, wurden die Stimuli nicht zwischen den beiden AAT-Varianten wiederholt, sondern ihre Präsentation wurde ausgeglichen, sodass über die gesamte Stichprobe hinweg jeder Stimulus gleich oft in der mobilen sowie in der Joystick AAT-Variante präsentiert wurde. Zusätzlich wurden die beiden

AATs durch eine unabhängige Zwischenaufgabe, eine lexikalische Entscheidungsaufgabe mit assoziativem Priming (engl. *Associative Priming Lexical Decision Task*; [GRO84; MAT15]), voneinander getrennt. Als zusätzliche Manipulationskontrolle wurde eine Stimulus-Bewertungsaufgabe durchgeführt, bei welcher die Teilnehmer gebeten wurden, die Valenz sowie die Ansprechbarkeit jedes Stimulus auf einer siebenstufigen Skala von 1 („überhaupt nicht positiv/ansprechend“) bis 7 („sehr positiv/ansprechend“) zu bewerten.

Für die Datenvorverarbeitung wurde die Beschleunigung des Telefons senkrecht zur ventralen Achse des Teilnehmers (siehe Abb. 4.9) analysiert. Die rohen Beschleunigungswerte wurden zunächst interpoliert. Als Nächstes ist basierend auf einer Ableitung im Nulldurchgang der erste Peak detektiert worden, dessen Amplitude mindestens 30 % der maximalen Amplitude der Reaktion beträgt. Dabei haben Peaks mindestens 10 ms voneinander entfernt sein sollen. Diese Grenzwerte wurden auf Grundlage der visuellen Inspektion einer zufälligen Auswahl von Versuchen gewählt. Die Richtung der Bewegungen wurden anhand des Vorzeichens des ersten Peaks kategorisiert: Ein zu Beginn positiver Peak zeigt eine Annäherungsreaktion an, während ein zu Beginn negativer Peak eine Vermeidungsreaktion anzeigt. Als Nächstes wurden die RZs basierend auf einem absoluten Beschleunigungs-Cutoff von  $0,5 \text{ m/s}^2$  auf der linken Seite des ersten Peaks ermittelt. Dieser Cutoff wurde auf Grundlage der visuellen Inspektion einer Zufallsstichprobe von Reaktionskurven gewählt, um die früheste erkennbare Änderung der Beschleunigung zu erreichen und gleichzeitig zu verhindern, dass der Algorithmus Sensorrauschen als Reaktion aufnimmt. Um RKs zu erkennen, wurde die Größe der ersten Beschleunigungsspitze als Stellvertreter verwendet. Die Hypothese der Forscher war hierbei die Folgende: Da die Masse des iPhones während des gesamten Experiments konstant war, sollte die Kraft direkt mit der Beschleunigung zusammenhängen und alle standardisierten Unterschiede in der Beschleunigung sollten genau die standardisierten Unterschiede in der Kraft widerspiegeln.

Bei der Auswertung der Ergebnisse mussten 7,2 % der Durchläufe, z. B. aufgrund fehlender Sensordaten, ausgeschlossen werden. Die Daten des mobilen AATs wurden mithilfe zweier Modelle analysiert, eines mit invertierter RZ und eines mit der abhängigen Variablen RK. Beim RZ-Modell gab es einen signifikanten Haupteffekt der Reaktionsrichtung, da die Teilnehmer im Allgemeinen schneller reagierten, wenn sie sich den Stimuli näherten. Dabei gab es keinen Haupteffekt des Stimulus-Typs. Allerdings gab es einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen Reaktionsrichtung und Stimulus-Typ. Wie angenommen, reagierten die Teilnehmerinnen schneller, wenn sie sich glücklichen Gesichtern näherten oder wütende Gesichter vermieden. Beim RK-Modell gab es einen signifikanten Haupteffekt der Reaktionsrichtung sowie einen Haupteffekt des Stimulus-Typs. Im Durchschnitt verwendeten die Teilnehmer weniger Kraft bei Annäherungsbewegungen im Vergleich zu Vermeidungsbewegungen und weniger Kraft bei der Reaktion

auf glückliche Gesichter im Vergleich zu wütenden Gesichtern. Vom Joystick-AAT mussten 7 % der Durchläufe ausgeschlossen werden. Hierbei kam es zu einem signifikanten Haupteffekt der Reaktionsrichtung auf die RZ, da die Teilnehmer im Allgemeinen schneller reagierten, wenn sie sich Stimuli näherten. Es gab keinen Haupteffekt des Stimulus-Typs auf die RZ. Jedoch gab es auch hier einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen Reaktionsrichtung und Stimulus-Typ auf die RZ.

Wie vermutet, initiierten die Teilnehmer Annäherungsreaktionen auf glückliche Gesichter schneller als auf wütende Gesichter und initiierten Vermeidungsreaktionen auf wütende Gesichter schneller als auf glückliche Gesichter. Die Ergebnisse der Stimulus-Bewertungsaufgabe zeigten, dass der Stimulus-Typ tatsächlich erfolgreich die Valenz und Annäherungswerte vorhersagen konnte, wobei glückliche Gesichter sowohl als positiver als auch ansprechender als wütende Gesichter bewertet wurden. Die Analysen der mobilen und der Joystick-Daten zeigten, dass der Annäherungs-/Vermeidungs-Effekt, der durch den mobilen AAT erkannt wurde, größer war als der des Joystick-AAT. In einer weiteren Analyse wurde die Korrelationen zwischen RZ-basierten Annäherungs-/Vermeidungs-Effekten im mobilen AAT, RK-basierten Effekten im mobilen AAT und RZ-basierten Effekten im Joystick-AAT untersucht. Keine dieser Korrelationen war signifikant. Letztendlich konnte diese erste Studie somit nachweisen, dass der mobile AAT dazu in der Lage ist, Annäherungs- sowie Vermeidungsreaktionen erfolgreich ermitteln zu können.

In einem zweiten Experiment der Arbeitsgruppe Zech et al. [ZEC20] wurde die App mit einer größeren Stichprobe sowie außerhalb des Labors evaluiert, um die Ergebnisse des ersten Experiments zu replizieren und weiter zu verallgemeinern. Aufgrund der Tatsache, dass der Modell-Vergleich im ersten Experiment signifikante Unterschiede zwischen den Annäherungs-/Vermeidungs-Effekten der Teilnehmer aufzeigte, wurde das Merkmal Wut als explorative Variable hinzugefügt, um diesen Effekt erklärbar zu machen. Hintergrund dieser Änderung ist, dass aktuelle Studien zeigen konnten, dass der Charakterzug Wut Annäherungs-/Vermeidungs-Effekte gegenüber glücklichen und wütenden Gesichtern beeinflusst und sogar umkehren kann [VEE17]. Insbesondere Letzteres macht den Effekt interessant, da Probanden durch ihn dazu neigen, sich negativen Stimuli anzunähern und positive Stimuli zu vermeiden. Die Daten von 151 Teilnehmern wurden hierfür analysiert.

Die im zweiten Experiment verwendete mobile AAT-App ähnelte der des ersten Experiments. Allerdings lief diese Version nicht auf iOS, sondern auf Android, da Android-Anwendungen einfacher und schneller bereitgestellt werden können und somit das Prototyping erleichtern. Anstatt das Smartphone des Studienleiters zu nutzen, haben die Teilnehmer die App heruntergeladen und auf dem eigenen Gerät verwenden können. Zusätzlich wurden die Probanden innerhalb der Anwendung instruiert, wodurch eine verbale Anleitung durch den Studienleiter nicht mehr erforderlich war. Ein letzter Unterschied

war die Anzahl der Durchläufe. So wurde nun jeder Stimulus sechsmal präsentiert, wodurch sich eine Gesamtzahl von 120 Durchläufen ergibt. Das Merkmal Wut wurde mit der State-Trait Anger Scale (STAI; [CLA16; SPI85; VEE17]) gemessen.

Im zweiten Experiment mussten 8,6 % der Daten ausgeschlossen werden. Wie schon im ersten Experiment gab es Haupteffekte der Reaktionsrichtungen sowie des Stimulus-Typs auf die RZs. Erneut reagierten die Teilnehmer schneller bei Annäherungsbewegungen sowie auf glückliche Gesichter. Glückliche Gesichter wurden schneller herangezogen als vermieden und wütende Gesichter wurden schneller vermieden als herangezogen. Ähnlich wie im ersten Experiment gab es signifikante Haupteffekte der Reaktionsrichtung sowie des Stimulus-Typs auf die RK. So verwendeten die Teilnehmer mehr Kraft, wenn sie auf wütende Gesichter reagierten. Im Gegensatz zum ersten Experiment verwendeten die Probanden dieses Mal jedoch mehr Kraft bei Annäherungsbewegungen. Im Gegensatz zu den Vorhersagen der Forscher gab es keinen signifikanten Interaktionseffekt zwischen Reaktionsrichtung und Stimulus-Typ. Zusätzlich gab es keine Drei-Wege-Interaktionen zwischen der Reaktionsrichtung, dem Stimulus-Typ und dem Merkmal Wut. Da einige Autoren die Vermutung geäußert haben, dass Frauen größere Annäherungs-/Vermeidungs-Effekte zeigen als Männer [ROT04; SOL60], wurde zusätzlich die Interaktion zwischen Reaktionsrichtung, Stimulus-Typ sowie Geschlecht analysiert. Diese Analysen bestätigten, dass weibliche Teilnehmer tatsächlich größere Annäherungs-/Vermeidungs-Effekte gegenüber glücklichen und wütenden Gesichtern zeigten als männliche Teilnehmer.

Beide Studien von Zech et al. konnten somit zeigen, dass ein mobiler AAT möglich ist. Der mobile AAT misst sowohl im Labor als auch im Feld Annäherungs-/Vermeidungs-Effekte auf Basis von Reaktionszeiten sowie Reaktionskräfte zuverlässig. Die Flexibilität eines mobilen AAT hat somit großes Potenzial, das AAT-Verfahren zu verbessern und unabhängig von Zeit und Ort verfügbar zu machen.

Im Jahr 2017 wurde die von Zech et al. entwickelte App erneut aufgegriffen. Bei der Studie von Cring et al. [CRI17] wurden, anstelle von verschiedenen Gesichtsausdrücken, Bilder von appetitanregenden Speisen mit neutralen, nicht essensbezogenen Bildern verglichen. Die Hypothese, dass Nahrungsmittel einen höheren ApB als neutrale Bilder zur Folge haben, konnte bestätigt werden. Jedoch konnte kein signifikant abweichender ApB für unterschiedlich appetitliche Speisen gefunden werden.

Eine weitere Studie wurde 2018 im Rahmen einer Bachelorarbeit durchgeführt [BUS18]. Die hier entwickelte App nutzt moderne Web-Technologien. Da die App in einem Webbrowser geöffnet wird, kann sie unabhängig vom Betriebssystem und somit von einer Vielzahl mobiler Geräte ausgeführt werden. Als Interaktionsmethode wurde die Wisch-Geste gewählt, welche mit einer Vergrößerung oder Verkleinerung der gezeigten Bilder einhergeht. Diese Entscheidung basiert auf einer Metastudie von Phaf et al. [PHA14],

welche zu dem Ergebnis kam, dass nicht die Armbewegung an sich, sondern der damit verbundene Zoom-Faktor ausschlaggebend ist, um eine Annäherung oder Vermeidung des gezeigten Stimulus zu simulieren. Die Machbarkeitsstudie der App wurde mit zehn Teilnehmern durchgeführt, dessen Reaktionszeiten gegenüber Videospiel-bezogenen Bildern gemessen wurden. Die Hypothese, dass Personen, welche regelmäßig Videospiele konsumieren, diesen gegenüber einen höheren ApB aufweisen, konnte durch die erfassten Daten jedoch nicht klar nachgewiesen werden.

Meule et al. [MEU19] versuchten erstmals einen App-basierten AAT zu nutzen, um den ApB zu modifizieren. Auch hier wurde die Wisch-Geste als Interaktionsmethode ausgewählt, um eine Reduktion des Schokoladenkonsums zu erreichen. Die 105 Teilnehmer wurden in drei Gruppen mit jeweils 35 Personen eingeteilt: Eine Trainingsgruppe, in welcher alle Schokoladen-Stimuli weggewischt werden sollten, eine Placebo-Kontrollgruppe, in der die Schokoladen-Bilder gleich oft heran- und wegwischt werden mussten und eine Wartegruppe. Die App wurde mit der Unity Engine programmiert und während der Studie auf einem Samsung Galaxy J3 Smartphone ausgeführt. Das AAT-Training bestand aus 16 Bildern, welche Schokolade beinhaltende Lebensmittel präsentieren, sowie 16 Bilder von nicht essbaren Objekten, die einer Datenbank entnommen worden sind [BLE14]. Hinsichtlich Farbe, Größe, Helligkeit, Kontrast, Komplexität, Erkennbarkeit und Vertrautheit waren die Bilder aufeinander abgestimmt und wurden zuvor in einem Joystick-basierten AAT verwendet, welcher einen ApB gegenüber Lebensmitteln feststellen konnte [LEN18]. Die Aufgabe bestand aus zwei Blöcken: Im ersten Block wurden die Teilnehmer angewiesen, mit dem Daumen der dominanten Hand Bilder von Lebensmitteln nach oben („von sich weg“) und Bilder von Objekten nach unten („zu sich hin“) zu streichen. Im zweiten Block war die Anweisung genau anders herum. Innerhalb jedes Blocks wurde jedes Bild zweimal in randomisierter Reihenfolge präsentiert, wodurch das mobile AAT-Training aus insgesamt 128 Durchläufen bestand. Ähnlich wie beim Joystick-AAT wurde ein Zoom-Effekt eingesetzt, welcher herangezogene Bilder größer und weggewischte Bilder kleiner werden ließ. Die Studie ging über zehn Tage, während denen fünf Trainings durchgeführt werden sollten. Sowohl in der Trainings- als auch in der Placebo-Kontrollgruppe waren die Interventions- und Ruhetage pseudorandomisiert mit maximal drei aufeinanderfolgenden Interventions- oder Ruhetagen. An den Interventionstagen war die Trainingseinheit zwischen 12 Uhr mittags und 20 Uhr verfügbar. Nach einem Vergleich der Selbstberichtsdaten (Ecological Momentary Assessment, EMA) vor und nach der Studie konnte zwar über alle Gruppen hinweg ein signifikanter Rückgang des Verlangens, des Konsums sowie der Körperfettmasse festgestellt werden, jedoch zeigten die täglich erfassten Daten keine Unterschiede zwischen Interventionstagen und Ruhetagen in Abhängigkeit von der Gruppe. Weder haben die Forscher einen auf Schokolade bezogenen ApB feststellen können noch hat eine Modifikation durch das Training festgestellt werden können. Das Smartphone-basierte Annäherungs-/Vermeidungs-Training hatte demnach keinen Einfluss auf essensbezo-

gene und anthropometrische Maße über die messungsbasierten Veränderungen hinaus. Zukünftige kontrollierte Studien müssen untersuchen, ob andere Techniken (z. B. Neigen des Smartphones) einen Zusatznutzen zeigen.

Ein erster Versuch, mithilfe einer mobilen Web-basierten Anwendung zwei kognitive Verzerrungen (Aufmerksamkeit und Annäherung) gleichzeitig zu modifizieren, stammt von Wen et al. [WEN19]. Für die doppelblinde RTC wurden 504 erwachsene Raucher rekrutiert, welche elf CBM-Trainingssitzungen durchführen sollten. Dabei wurden sie für beide Verzerrungs-Typen jeweils zufällig der Trainingsgruppe oder der Kontrollgruppe zugeteilt, wodurch es vier mögliche Versuchsbedingungen gab. Um die intrinsische Motivation der Teilnehmer zur Änderung ihres Rauchverhaltens zu erhöhen, erhielten alle Probanden zunächst ein kurzes automatisiertes, maßgeschneidertes Feedback. Das Hauptergebnis war die Punktprävalenz der Abstinenz über den Studienzeitraum. Zu den sekundären Resultaten gehörten der tägliche Zigarettenkonsum sowie Aufmerksamkeits- und Annäherungsverzerrungen. Alle Ergebnisse wurden vom Studienbeginn bis zur Nachbeobachtung nach drei Monaten wiederholt online abgefragt. Um den ApB zu beurteilen, wurde eine Onlineversion des AAT verwendet. In jedem Durchlauf wurde ein rauchbezogenes oder ein neutrales Bild, das um drei Grad nach rechts oder links gedreht war, in der Mitte des Computerbildschirms präsentiert. Die Teilnehmer wurden aufgefordert, so schnell wie möglich auf das Format und nicht auf den Inhalt des Bildes zu reagieren (indirekter AAT), indem sie die entsprechenden Tasten auf der Tastatur (U oder N) drücken. Die Annäherungs- und Vermeidungs-Reaktionen wurden dabei von einer Zoom-Funktion begleitet. Die Kontingenz zwischen dem Bildformat und der Reaktion war zwischen den Teilnehmern ausgeglichen. Um den ApB zu beurteilen, wurden rauchbezogene und neutrale Bilder gleich oft vermieden und angenähert. Das AAT-Training umfasste einen Übungsblock mit zwölf Bildern und einen Bewertungsblock mit 160 Bildern. Für die Beurteilung des Attentional Bias wurde die Visual Probe Task verwendet. Für die Modifizierung des ApB wurde eine modifizierte Version des AAT [BOF15; VAN13] verwendet. Die Teilnehmer in der aktiven Trainingsbedingung wurden darauf trainiert, alle rauchbezogenen Bilder zu vermeiden und alle neutralen Bilder heranzuziehen. Für die Probanden der Kontrollgruppe erschienen alle Stimuli-Typen zu jeweils 50 % im Vermeidungsformat und zu 50 % im Annäherungsformat. Jede Sitzung begann mit einem Übungsblock (zwölf Bilder) und einem Mini-Bewertungsblock (64 Bilder), danach erhielten die Teilnehmer die aktive oder Schein-Version der ApB-Modifikation (192 Bilder). Für die Modifikation des Attentional Bias wurde die Visual Probe Task verwendet. Von den Teilnehmern schlossen nur 10,7 % (n=54) alle elf Trainingseinheiten ab und 7,9 % (n=42) kamen zur Nachuntersuchung nach drei Monaten. Auch zeigten die Resultate, dass die CBM-Trainingsbedingungen im Laufe der Zeit weder die Abstinenzraten noch die Veränderungen des täglichen Zigarettenkonsums oder die kognitiven Verzerrungen verändern konnten. Der tägliche Zigarettenkonsum nahm hingegen unter allen Bedingungen ab. Daraus schlussfolgerten die Forscher, dass diese Online-Selbst-

hilfe-Intervention zur Raucherentwöhnung keine Unterstützung für die Effektivität eines Kombinations-Trainings zur Modifikation des Attentional Bias und des Approach Bias liefert. Die hohe Abbruchrate sowie die sehr geringe Häufigkeit der Trainingsnutzung weisen auf eine geringe Akzeptanz der Intervention hin, was eine Wirksamkeit des Programms ausschließt. Möglicherweise könnten andere Design- oder Rahmenbedingungen das Training attraktiver machen.

Auch Wittekind und Kollegen erprobten ein Web-basiertes AAT-Training, welches den ApB modifizieren soll (Approach Bias Modification, ABM) [WIT19b]. Die Pilotstudie wurde als randomisiert-kontrollierte Dreigruppenstudie mit 149 erwachsenen Rauchern durchgeführt. Nach Abschluss einer Voruntersuchung wurden die Teilnehmer nach dem Zufallsprinzip entweder in sechs Sitzungen ABM- bzw. Schein-Training oder in eine Kontrollgruppe mit Warteliste eingeteilt. In beiden Trainings wurden den Teilnehmern rauchbezogene und neutrale Bilder präsentiert. Während im ABM-Training alle rauchbezogenen Bilder mit Vermeidung und alle neutralen Bilder mit Annäherung assoziiert wurden, war die Kontingenz im Schein-Training 50:50. Erneute Befragungen der Probanden fanden direkt nach dem Training sowie nach sechs Monaten statt. Bei den Nachuntersuchungen zeigten sich keine signifikanten Gruppenunterschiede, obwohl das ABM-Training den täglichen Zigarettenkonsum direkt nach dem Training signifikant reduzierte. Auch zeigte sich keine konsistente Veränderung des ApB. Diese Studie liefert somit keine Unterstützung für die langfristige Effektivität des Web-basierten ABM-Trainings als eigenständiges Training zur Raucherentwöhnung.

Ein mobiles AAT-Training zur Behandlung von Alkoholmissbrauch wurde von Laurens et al. [LAU20] programmiert, um die Compliance mit einer mHealth-App, die Veränderungen des wöchentlichen Alkoholkonsums (von vor bis nach dem Training) und die Benutzererfahrung ermitteln zu können. Für die Studie wurde eine nicht-klinische Stichprobe von 1082 Teilnehmern, die Probleme im Zusammenhang mit Alkohol hatten, herangezogen, die drei Wochen lang ein AAT-Training mit mindestens zwei Trainingseinheiten pro Woche haben ausführen sollen. In jeder Trainingssitzung wurden 100 Bilder (50 von alkoholischen und 50 von alkoholfreien Getränken) nacheinander in einer zufälligen Reihenfolge in der Mitte eines Touchscreens präsentiert. Alkoholische Getränke wurden nach oben (vom Körper weg), nicht-alkoholische Getränke nach unten (zum Körper hin) gewischt. Eine Zoom-Funktion wurde auch bei dieser Anwendung implementiert, um eine Annäherung oder Vermeidung zu imitieren. Zu Beginn der Studie wurden soziodemografische Merkmale, Alkoholkonsum, alkoholbezogene Probleme, der Gebrauch anderer Substanzen, Selbstwirksamkeit und Suchtdruck erfasst. Nach drei Wochen füllten die Probanden einen Online-Fragebogen aus, in welchem die Compliance, der Alkoholkonsum sowie die Zufriedenheit der Anwender bewertet wurden. Drei Monate später sollte ein Follow-up-Fragebogen ausgefüllt werden, der die Compliance und den Alkoholkonsum abfragte. Der Fragebogen drei Wochen nach dem Training wurde

von 37,89 % (n=410) der Probanden ausgefüllt, welche im Durchschnitt älter und häufig weiblich waren und im Vergleich zu den Abbrechern einen höheren Bildungsgrad hatten. Der Follow-up-Fragebogen nach drei Monaten wurde nur noch von 19,03 % (n=206) der Teilnehmer bearbeitet. Von den 410 Probanden, welche die Studie abschlossen, wurden 79 % (n=324) als adhärent eingestuft, da sie vier oder mehr Sitzungen absolvierten, während 58 % (n=238) die empfohlenen sechs oder mehr Trainingseinheiten durchführten. Die Studie ermittelte eine signifikante Reduktion des Alkoholkonsums von 7,8 Einheiten pro Woche nach drei Wochen und eine weitere Reduktion von 6,2 Einheiten nach drei Monaten. Die Teilnehmer gaben ein positives Feedback bezüglich des funktionierenden, einfachen und benutzerfreundlichen Designs der App. Fast die Hälfte der Posttest-Teilnehmer berichtete, dass sie mehr Kontrolle über ihren Alkoholkonsum gewonnen haben. Die sich wiederholende und nicht personalisierte Aufgabenstellung des AAT wurde als ein Punkt für Verbesserungen vorgeschlagen. Daraus wurde geschlussfolgert, dass eine mobile CBM-App ein Bedürfnis von Personen mit schädlichem Trinkverhalten erfüllt und zu einer Reduzierung des Alkoholkonsums beitragen kann.

### 4.4.3 Weitere therapeutische und medizinische Anwendungsgebiete

Dieses Unterkapitel befasst sich mit weiteren therapeutischen und medizinischen Anwendungsgebieten, welche nicht mit der Behandlung von Suchterkrankungen in Verbindung stehen. Alle im Folgenden vorgestellten Anwendungen werden auf mobilen Geräten ausgeführt.

#### **Asthma**

Positive Auswirkungen durch den Einsatz von SMS-Interventionen konnten Jongh et al. [JON12] nachweisen, da sich hierbei, im Vergleich zur Kontrollgruppe, größere Verbesserungen im Symptom-Score zeigten. Auch führte die Textnachrichten-Intervention zu einer Verbesserung der Variabilität des Spitzenflusses, jedoch gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen hinsichtlich der Auswirkungen auf die Flussparameter.

Beratarrecha und Kollegen [BER14] untersuchten ebenfalls Mobiltelefon-basierte Asthma-Interventionen. Neben telefonischen Beratungen wurden die Ergebnisse der Spirometrie per SMS an die behandelnden Ärzte gesendet. Der Einsatz der Intervention zeigte Hinweise auf eine Verbesserung der Lungenfunktion nach vier Monaten sowie der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Zusätzlich verringerten sich ungeplante Besuche in Notaufnahmen und Krankenhäusern.

Die App „AsthmaMD“ von Schneider et al. [SCH16a] beinhaltete Erinnerungen zur Messung des Spitzenflusses, zum Nachbestellen von Rezepten, zur Vereinbarung von

Arztterminen und zur Einnahme bestimmter Medikamente zu gegebenen Zeiten. Die Compliance der Nutzer war nicht immer gegeben, da diese das Aussehen sowie das Interface der Anwendung stark kritisierten. Vor allem Jugendliche wünschten sich zudem motivierende und unterstützende Botschaften, die bestimmte Verhaltensweisen bei der Asthmabehandlung fördern.

### **Diabetes**

Die Ergebnisse hinsichtlich der Auswirkungen des mobilen Telemonitorings zur Unterstützung des Diabetes-Managements und des Feedbacks zu Hämoglobin-A1c-Werten sind gemischt [BAR12b]. Während die Mehrheit der Forschungen eine signifikante Verbesserung der Hämoglobin-A1c-Werte bestätigen konnte [BAR12b; BLO14; FRE13; HAM15; KRI09; PEI14], fanden andere [CAF12; HOL14; TOR14] keine Gruppenunterschiede. Weitere Verbesserungen des Gesundheitszustands umfassten positive Auswirkungen auf Schlaf, positive Tätigkeiten und Bewältigungsstrategien [BLO14; HOL14], verbesserte Low-Density-Lipoprotein- und Mikroalbuminurie-Werte sowie reduzierte Werte der Nüchtern- und der postprandialen Zwei-Stunden-Plasmaglukose [HOL14; PEI14]. Das mobile Glukose-Überwachungsprogramm von Bloomfield und Kollegen [BLO14], welches Aufklärungsgruppensitzungen für zuckerkrank Frauen per SMS implementierte, zeigte jedoch einen verminderten Nutzen. So hatten die Nutzerinnen nach sechs Monaten einen höheren diastolischen Blutdruck. Darüber hinaus hatten häufige Texterinnen bei der Nachkontrolle einen höheren BMI und verbrachten mehr Zeit im Sitzen.

Die Umsetzung der mHealth-Anwendungen bestand bei den meisten Studien aus einem Bildungsprogramm zur Selbstorganisation per SMS, um die Patienten an ihre Medikation zu erinnern [PEI14] oder um ihnen individuelle Anweisungen, Schulungen und Beratungen [KRI09; PEI14] zukommen zu lassen. Die Anwendung von Beratarrechea et al. [BER14] sendete zudem täglich die gemessenen Blutzuckerwerte per Mobiltelefon an den behandelnden Arzt, sodass Anpassungen an die Behandlung vorgenommen und Kliniktermine eingeleitet werden konnten. Baron et al. [BAR12b] sowie Peiris et al. [PEI14] untersuchen zusätzlich die Auswirkungen von begleitenden Gesprächen mit Fachleuten des Gesundheitswesens. Hierbei kam es bei beiden Studien zu positiven Auswirkungen auf die Hämoglobin-A1c-Werte, bei Baron und Kollegen kam es allerdings auch in der Kontrollgruppe ohne solche Gespräche zu diesen Verbesserungen, weshalb die Arbeitsgruppe darauf hindeutete, dass ein professionelles Feedback möglicherweise nicht notwendig ist.

Schreier und Kollegen [SCH12] verglichen das Nutzungsverhalten bei der App mit dem einer identischen Web-Anwendung. Beide Gruppen sollten regelmäßig ihre Messwerte übermitteln. In beiden Gruppen gab es während des ersten Jahres einen stetigen Rückgang der Compliance. Danach hatte die Web-Gruppe jedoch einen schnelleren Rückgang,

was über den gesamten Beobachtungszeitraum hinweg in einer signifikant höheren Compliance der App-Gruppe resultierte.

### **Gewichtsabnahme**

Es haben Belege für eine kurzfristige Gewichtsabnahme bei übergewichtigen und adipösen Erwachsenen mit einem BMI von 25 bis 39,9 durch den Einsatz von persönlicher Beratung und Motivation per Mobiltelefon gefunden werden können (Zusammenfassung siehe [BAC13; KRI09]). Nutzer, welche bereits eigenständig Maßnahmen zur Gewichtsreduktion anwenden, nutzen mHealth-Anwendungen in der Regel länger und häufiger für Diät-Selbstkontrollen, wobei Nutzer mit strikter Diät bessere Gesundheitswerte sowie deutlichere Verbesserungen aufweisen [HEL14; MOR08]. Mobile Anwendungen, welche ein fotografisches Ernährungstagebuch beinhalten, zeigten mittelmäßige Compliance und erhöhte Abbruchquoten [BOU15; CAS15; HEL14]. Auch hier waren es eher die Nutzer, die bereits von sich aus eigenständig Maßnahmen zur Gewichtsreduktion anwenden, welche die Anwendungen regelmäßig über einen längeren Zeitraum genutzt haben. Die Hypothese, dass die Selbstwirksamkeit die wahrgenommene Nützlichkeit sowie die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit einer mHealth-Anwendung beeinflussen kann, konnte nicht bestätigt werden, allerdings können technischer Support und Tutorials einen erheblichen Einfluss auf die wahrgenommene Benutzerfreundlichkeit haben [JEO15].

So konnten bspw. Turner-McGrievy et al. [TUR13] mit einer mobilen App erreichen, dass die Probanden der Trainingsgruppe, im Vergleich zur Kontrollgruppe, im Verlauf der sechsmonatigen Studie häufiger die eigene körperliche Aktivität überwachten und sich bewusst mehr bewegten. Dadurch hatten sie am Ende des Überwachungszeitraums mehr Gewicht verloren sowie einen niedrigeren BMI erreicht als die Teilnehmer, welche die App nicht nutzen.

Die mobile Anwendung „CalorieTeller“ von Simons und Kollegen [SIM13; SIM14] bot ihren Nutzern eine Vielzahl von nützlichen Funktionen, z. B. eine Datenbank mit Informationen zu diversen Lebensmitteln, Feedback zu Nährstoffen, Speichern von eigenen Einträgen, Scannen von Strichcodes oder die mobile Protokollierung. Dennoch nutzen gerade einmal drei der sechs Studienteilnehmer die App über einen Zeitraum von zwei Wochen täglich. Die anderen Probanden nutzen die App dreimal oder seltener, lediglich ein Teilnehmer konnte sich vorstellen, die Anwendung weiterhin zu nutzen. Auf der Grundlage von Modellen zur Änderung des Gesundheitsverhaltens trug die App zur Bewusstseinsbildung (drei der Nutzer gaben an, bewusster mit Nahrungsmitteln umzugehen) und zur Intention (drei der Nutzer berichteten von verstärkten Absichten für eine gesunde Ernährung), aber weniger zur Selbstwirksamkeit oder zum tatsächlichen Gesundheitsverhalten (je ein Nutzer stimmte zu, drei stimmten nicht zu, zwei waren neutral) bei.

Knight-Agarwal et al. [KNI15] entwickelten die App „Eating4two“, welche schwangere Frauen bei der Gewichtskontrolle unterstützen sollte. Sieben der zehn Teilnehmerinnen berichteten, dass sie die App als hilfreiches Instrument zur Darstellung und Überwachung ihrer Gewichtsveränderung empfanden. In Bezug auf die Usability wünschten sich die Probandinnen Skalen oder andere Marker in den Grafiken, um die genaue Gewichtszunahme besser ermitteln zu können. Auch die Darstellung von Nährwertinformationen wies deutliche Mängel auf und ist dadurch nicht als hilfreich wahrgenommen worden. Dennoch wurde die Anwendung von der Mehrheit der Teilnehmerinnen als ein Unterstützungssystem angesehen, um gesunde Verhaltensweisen während der Schwangerschaft zu fördern.

### **Körperliche Aktivität**

Die Ergebnisse von Studien, welche eine Verbesserung der körperlichen Aktivität im Fokus haben, sind sehr durchwachsen (Zusammenfassung siehe [FRE13]). Etwa die Hälfte der Studien konnte statistisch signifikante Verbesserungen in Bezug auf die selbstberichteten Ergebnisse der körperlichen Aktivität feststellen (positive Ergebnisse z. B. bei [HON14; VAN14b], negative Ergebnisse z.B. bei [DIR15; GOH15]). Vor allem bei Studien, welche SMS-Nachrichten zur Reduzierung der Kalorienaufnahme und zur Steigerung der körperlichen Aktivität versendet haben oder bei Anwendungen, welche auf Diät und/oder körperliche Aktivität abgezielt haben, konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden [MAR18; RAB15]. Hybrid-Interventionen, welche neben Trainingsaufgaben auch ein mobiles Gesundheits-Quiz anbieten, haben langfristige Erfolge erzielen und zur Verbesserung der Gesundheitsbereitschaft, des Gesundheitsverhaltens und der Gesundheitskompetenz beitragen können [SIM15].

Die Tablet-basierte App „ActiveLifestyle“ von Silveira et al. [SIL13] basierte auf einem transtheoretischen Modell und sollte 44 ältere Menschen über einen Zeitraum von zwölf Wochen bei der Entwicklung eines aktiveren Lebensstils unterstützen. Hierbei zeigt sich, dass die wirksamsten Motivationsstrategien für eine soziale Gruppe Konditionierung durch positive soziale Eingliederung sowie externe Überwachung waren. Die Mitglieder der Gruppe fühlten sich durch das Bewusstsein für die Vorteile von körperlicher Aktivität, emotionale Unterstützung, die Überwachung ihrer Fortschritte auf dem Weg zum Ziel (Zielsetzung und Selbstkontrolle), die Teilnahme am Kooperationsspiel, positive und negative Verstärkung (Konditionierung) und den Vergleich ihrer Leistung mit anderen Trainingsteilnehmern motiviert. Die durchgeführten Tests, bei denen die Verhaltenswerte vor und nach dem Training verglichen wurden, zeigten eine signifikante Effektgröße in der sozialen Gruppe, welche ihre tägliche Routine entsprechend der App-Vorgaben änderte. Im Gegensatz dazu wurden keine Verhaltensänderungen in der Kontrollgruppe oder der individuellen Gruppe festgestellt. Demnach hat sich gezeigt, dass die App selbständig lebende und gesunde ältere Erwachsene dabei unterstützen und

motivierten kann, selbständig Kraftausgleichs- und Balance-Übungen durchzuführen. Darüber hinaus hatten die Teilnehmer in der Nachprüfung eine signifikant schnellere Laufgeschwindigkeit als in der Vorprüfung.

Direito und Kollegen [DIR15] entwickelten die beiden kommerziellen Smartphone-Apps „Zombies, Run!“ und „Get Running“, um deren Auswirkung auf die kardiorespiratorische Fitness sowie die körperliche Aktivität bei unzureichend aktiven gesunden jungen Menschen zu bestimmen. Darüber hinaus sollten durch die beiden unterschiedlich umgesetzten Anwendungen die Merkmale des App-Designs identifiziert werden, welche am meisten zu Verbesserungen beitragen können. Für die Evaluation wurden 51 Jugendliche im Alter von 14 bis 17 Jahren nach dem Zufallsprinzip einer von drei Gruppen zugewiesen: Eine Gruppe, welche die immersive, mit Gamification- und Story-Elementen angereicherte App „Zombies, Run!“ genutzt hat (n=17), eine Gruppe mit der nicht-immersiven Anwendung „Get Running“ (n=16) oder die Kontrollgruppe, welche keine der beiden Apps genutzt hat (n=18). Beide Smartphone-Apps bestanden aus einem vollautomatischen achtwöchigen Trainingsprogramm, das auf die Fitness und die Fähigkeit, 5 km am Stück zu laufen, abgezielt hat. Analysen fanden zu Beginn und nach Beendigung des Trainings statt. Dabei kam es bei keiner der beiden Anwendungen zu einem signifikanten Interventionseffekt, die Nutzer beider Apps verbesserten ihre Ergebnisse gleichermaßen. Die am meisten genutzten Funktionen der App „Zombies, Run!“ waren „Workout-Missionsaufgaben“ (n=14) und „Geschichte und Laufprotokoll abgeschlossener Trainingseinheiten“ (n=10), während Social-Networking-Funktionen („Laufprotokoll teilen“: n=0; „ZombieLink-Konto“: n=3) selten oder nie genutzt wurden. Innerhalb der Anwendung „Get Running“ wurde die Beschreibung der „Wochenläufe“ (n=13) am häufigsten verwendet, nur ein Teilnehmer nutzte die Social-Networking-Funktion „Status-Updates“. Darüber hinaus erhielt die nicht-immersive App weniger positives Feedback zu motivierenden Aspekten.

### **Kardiologische Rehabilitation**

Die Verwendung von mHealth-Anwendungen haben nachweislich die Übungskapazität von Patienten in der kardialen Rehabilitation verbessern können [BEA13]. Darüber hinaus führte eine mobil verfügbare Beratung zu weniger Symptombeschwerden bei Patienten mit kongestiver Herzinsuffizienz [BER14]. Mittels mobiler Interventionen durch das Pflegepersonal oder den behandelnden Kardiologen konnte eine verbesserte Lebensqualität sowie eine Senkung des Risikos von Todesfällen oder Krankenhausaufenthalten um 20 % erzielt werden [PEI14]. Bezüglich weiterer Gesundheitsparameter konnten die Nutzer von mHealth-Anwendungen Verbesserungen der Blutdruckmesswerte sowie des BMI erzielen. Keine signifikanten Unterschiede gab es bei den Cholesterin-Werten, der Einhaltung von Medikamenteneinnahmen oder begleitenden Raucherentwöhnungen [BEA13].

### **Bluthochdruck**

Verbesserungen des Blutdrucks konnten mit SMS oder Voicemail und anschließender ärztlicher Rückmeldung [PEI14] sowie mit SMS, welche ein interaktives Monitoring ermöglichen, bei dem der Anbieter Erinnerungen für Patienten setzt, Daten sammelt und Besuche plant [HAM15], nachgewiesen werden. Andere Studien zeigten jedoch keine signifikanten Verbesserungen [FRE13; KRI09]. Bei der Nachkontrolle hatten die Gruppe, welche Warnhinweise und Erinnerungen erhielt und die Kontrollgruppe, nahezu identische Veränderungen des gemessenen Blutdrucks.

### **Unterstützung bei Krebsbehandlungen**

Es wurden keine statistisch signifikanten Wirkungen auf chemotherapiebedingte Toxizitätssymptome nachgewiesen, wenn die Patienten eine Mobiltelefon-App benutzten, um Symptome zu melden oder um Ratschläge zur Selbstpflege zu erhalten [FRE13].

Auch eine Anwendung, welche mobilen Zugriff auf das Connect-System, ein Krebspatienten bei der Bewältigung gesundheitsbezogener Probleme unterstützendes Online-System, erlaubt, wurde von den Patienten nicht gut angenommen [MIR14].

Die App „Pit-a-Pat“ von Min et al. [MIN14], über welche Daten von Brustkrebspatientinnen gesammelt wurden, hatte eine Berichtsrate von gerade einmal 41,1 % auf individueller Patientenebene. Die Compliance der Nutzerinnen nahm stetig ab und erreichte nach etwa 90 Tagen ihren Tiefpunkt. Hierbei wiesen Frauen ohne jegliche Form der Beschäftigung jedoch eine höhere Einhaltungquote auf.

## **4.5 Forschungsbedarf**

Die vorherigen Abschnitte haben gezeigt, dass es bereits eine Vielzahl von Studien mit VR- und mobilen Anwendungen gibt, um diese in einem psychologischen oder medizinischen Kontext einzusetzen und zu evaluieren. Dennoch gibt es in beiden Gebieten noch Lücken, die weitere Forschungen verlangen. Nachfolgend soll, aufgeteilt in VR und mobile Anwendungen, bezüglich des herauskristallisierten Forschungsbedarfs Stellung bezogen werden.

### **CBM**

Gemäß Boffo et al. [BOF19] ist die Effektstärke der CBM mit extrem hohen 95 % Konfidenzintervallen verbunden, was darauf hindeutet, dass es keine ausreichenden Beweise für oder gegen eine zuverlässige Wirkung von CBM auf kognitive Verzerrungen und die Rückfallquote bei Alkohol- und Tabakkonsumstörungen gibt. Neben der Notwendigkeit

einer größeren Anzahl von Belegen würde die Forschung zu diesem Thema von einer stärkeren Einhaltung der aktuellen methodischen Standards beim Design randomisierter kontrollierter Studien (RCT) und der systematischen Untersuchung gemeinsamer Protokolle der CBM profitieren.

Da es keinen Zusammenhang zwischen der Stimulus-Kategorie und der tatsächlichen Reaktion auf die Aufgabe gibt, d. h. die Stimuli bei der Approach Bias Modification gleichermaßen geschoben und gezogen bzw. bei der Attentional Bias Modification durch eine Sonde ersetzt werden, ist es möglich, dass die Teilnehmer in der Kontrollbedingung lernen, den Inhalt der dargebotenen Stimuli zu ignorieren und sich einfach auf ihre Leistung zu konzentrieren. Dies kann sich wiederum in einer geringeren Reaktivität gegenüber Auslösern des Substanzkonsums äußern [BOF19].

Diese Hypothese legt nahe, dass bei der CBM zwei Mechanismen am Werk sein könnten. Der erste Mechanismus ist ein aktiver Umschulungsmechanismus, bei dem die dominante, durch den Reiz hervorgerufene Reaktionstendenz in eine andere dominante Reaktionstendenz umgewandelt wird. Dies scheint relativ schnell zu geschehen, wie der geringe CBM-Effekt auf Veränderungen der kognitiven Verzerrung nach Abschluss der Interventionen zeigt. Bei dem anderen Mechanismus handelt es sich um einen allgemeineren extinktions-ähnlichen Prozess, der die Patienten weniger empfindlich für die motivationale Bedeutung der suchtrelevanten Reize macht [BOF19; UYL17].

Die Prüfung dieser Hypothese würde ein Studiendesign erfordern, das sich sowohl auf die klinische Wirksamkeit als auch auf die Wirkmechanismen der CBM konzentriert, indem eine CBM-Intervention sowohl mit einer (aktiven) Scheintrainingsgruppe als auch mit einer vollständigen Kontrollbedingung ohne Training (z. B. Wartegruppe oder Treatment-as-Usual) verglichen wird. Zusätzlich sollten potenzielle Mediationseffekte von Veränderungen der Reiz-Reaktivität gegenüber substanzbezogenen Reizen über die drei Bedingungen hinweg bewertet werden.

### **Virtuelle Realität**

Wie in Kap. 4.3 beschrieben wurden bereits erste Versuche unternommen, VR-Therapien zur Behandlung von (Sucht-)Erkrankungen einzusetzen. Trotz der teils gemischten Ergebnisse kann behauptet werden, dass der Einsatz von VR in diesem Bereich von Erfolg gekrönt ist, da die VR-Therapien mindestens so erfolgreich wie ihre Standard-Therapie-Gegenstücke waren. Dabei kamen viele Vorteile von VR-Technologien zum Vorschein, bspw. die Simulation von natürlichen dreidimensionalen Umgebungen sowie die Übertragung von Körperbewegungen in diese interaktive Welt [LAN21; PUG98].

Insgesamt befand die Mehrheit der Studien aus dem letzten Jahrzehnt, dass die VR wirksam, einfach zu handhaben sowie sicher ist und zu einer hohen Patientenzufriedenheit

beiträgt. In den meisten Fällen empfanden die Patienten die VR-Erfahrung als unterhaltsam, immersiv und angenehm. Darüber hinaus gab es nur wenige Teilnehmer, die aufgrund von Nebenwirkungen aus den Studien ausschieden [DAS17].

Der Einsatz von VR in der Medizin ist relativ neu aber auch vielversprechend. VR ist hochgradig interaktiv, flexibel, auf den Einzelnen zuschneidbar und für Menschen unterschiedlichen Alters, Geschlechts und mit verschiedenen Erkrankungen geeignet. In dem Maße, in dem sich die Technologie verbessert und die Kosten gesenkt werden, wird VR zweifellos die Zukunft des Gesundheitswesens prägen [DAS17].

Freeman und Kollegen [FRE17] kommen sogar zu dem Schluss, dass die VR das Potenzial hat, die Beurteilung, das Verständnis und die Behandlung von psychischen Problemen zu verändern. Die Behandlungsmöglichkeiten können jedoch nur realisiert werden, wenn die beste immersive VR-Technologie mit gezielten translationalen Interventionen kombiniert wird, wobei die Nutzererfahrung im Mittelpunkt des Designs stehen sollte. Die Fähigkeit der VR, die Realität zu simulieren, könnte den Zugang zu psychologischen Therapien erheblich erleichtern, während die Behandlungsergebnisse durch die Fähigkeit der Technologie, neue Realitäten zu schaffen, verbessert werden könnten.

Insbesondere für das AAT-Verfahren ist eine möglichst genaue Übertragung von Arm- und Handbewegungen von großer Bedeutung. Der Realismus der VR-Welt und die dadurch erzeugte Immersion sollten demnach eine höhere ökologische Validität zur Folge haben und gleichzeitig das Engagement, den Unterhaltungsfaktor sowie die Motivation erhöhen [AGA00; SCH10b]. Daher könnten die Effizienz und die Wirksamkeit des AAT verbessert werden, indem die optimalen Parameter für die Messung und vor allem für die Modifikation des ApB gefunden und eingehalten werden. Große Vorteile von VR sind hierbei die experimentelle Kontrolle über die therapeutische Umgebung, die Stimulus-Präsentation sowie die Dauer des Trainings, was eine interne Validität garantiert [FOR18].

Umso überraschender ist es, dass bisherige Studien, welche den AAT in die virtuelle Realität übertragen haben, lediglich virtuelle Videos abgespielt haben oder nur sehr rudimentäre virtuelle Welten implementiert haben, welche keinen hohen Realismus aufweisen und teilweise nicht einmal zum Kontext passen (z. B. ein Sportstadion bei einem nahrungsmittelbezogenen AAT-Training [SCH16b]).

Da eine hohe Immersion dazu führt, dass sich die Nutzer verstärkt auf eine Aufgabe konzentrieren und diese als unterhaltsamer wahrnehmen, sollte der Effekt von realistischen VEs auf das AAT-Training untersucht werden. Dies kann durch qualitativ hochwertige 3D-Modelle, realistisches Verhalten der Objekte oder grafische Verbesserungen durch Post-Processing erreicht werden. Im Idealfall entsteht eine hohe Ortspräsenz, wodurch der Proband gänzlich in die VE eintaucht und quasi vergisst, dass er sich außerhalb der VE in einem Labor aufhält. Stattdessen sollen verschiedene Umgebungen, und damit

Kontexte eingesetzt und untersucht werden, bspw. ein Büro- bzw. Wohnraum oder eine Kneipe zur Behandlung von Nikotin- oder Alkoholabhängigkeit. Dadurch beobachtet die Nutzer nicht länger nur passiv 2D-Bilder und -Videos, sondern trainieren aktiv in einer dreidimensionalen Welt mit dreidimensionalen Objekten, welche realistisch wirken. Der zusätzliche Einsatz des Leap Motion Controllers, welcher die Nutzung der eigenen Hände statt eines herkömmlichen Controllers erlaubt, soll zusätzlich das Embodiment verstärken. All diese Faktoren sollen in ihrer Gesamtheit zu einer Verbesserung der ökologischen Validität sowie der Generalisierbarkeit in den Alltag verhelfen. Hierdurch werden sich eine verbesserte Aufrechterhaltung des Trainings und damit verbunden bessere Therapieergebnisse erhofft, insbesondere im Hinblick auf Langzeiterfolge. Um die optimalen Parameter für das AAT-Training zu finden, sollen Machbarkeitsstudien durchgeführt werden, um die geeignetsten Designvarianten zu ermitteln und diese in einem finalen Demonstrator zu bündeln.

Obwohl VR bei Suchterkrankungen ökologisch gültige Umgebungen zur Induktion von Reizreaktivität bietet und neue Behandlungsparadigmen bereitstellt, muss der zusätzliche klinische Nutzen bei der Bewertung und Therapie noch geklärt werden, bevor VR in der klinischen Versorgung eingesetzt werden kann. Daher sollten zukünftige Arbeiten die Wirksamkeit von VR in randomisierten klinischen Studien mit genau definierten klinischen Endpunkten untersuchen [LAN21].

Gerade in Bezug auf die Modifikation des ApB mithilfe eines VR-AAT wurde bisher keine RCT durchgeführt. Auch wurde der Langzeiterfolg noch nicht untersucht. Aus diesen Gründen soll ein VR-AAT-Training für die Behandlung von Nikotinabhängigkeit entwickelt werden, um die impulsiven Prozesse zu modifizieren. Dieses soll als Add-on und nicht als Ersatz zu den etablierten Therapiemethoden verstanden werden, welche bspw. durch Gesprächstherapien die reflektiven Prozesse ansprechen. Eine RCT-Studie mit zwei Gruppen (Trainings- vs. Placebo-Kontroll-Gruppe) soll daher durchgeführt werden, um herauszufinden, ob das neu entwickelte VR-AAT dazu in der Lage ist, bestehende Verzerrungen des kognitiven Bias für rauchbezogene Stimuli zu modifizieren sowie das Rauchverhalten zu ändern, indem die Reduzierung des Nikotinkonsums oder sogar die Abstinenz gefördert werden. Das Ziel ist eine Reduktion des rauchbezogenen ApB sowie des Konsums der täglich gerauchten Zigaretten und eine erhöhte Abstinenzrate in der Trainings-Gruppe, insbesondere im Vergleich mit der Placebo-Kontroll-Gruppe, aber auch im Vergleich mit dem Joystick-AAT.

### **Mobile Anwendung**

Eine weitere Möglichkeit, die Aufrechterhaltung des Trainings zu fördern und unterschiedliche Trainingskontexte zu ermöglichen, ist der Einsatz von mobilen Geräten wie Smartphones oder Tablets. Aufgrund der enorm hohen Verbreitung dieser Geräte [MIL12] können viele Menschen gleichzeitig Zugang zum Training erhalten. Darüber

hinaus kann das Training jederzeit und so oft wie gewollt ausgeführt werden – die Nutzer sind demnach nicht auf einen Labortermin angewiesen. Vor allem in bekannten Umgebungen, in welchen üblicherweise geraucht wird, kann die Generalisierung des Gelernten die Verringerung des Konsums unterstützen.

Bereits durchgeführte Studien konnten feststellen, dass eine Messung des ApB mithilfe einer mobilen Applikation durchaus möglich ist. Mit der Modifikation des ApB haben sich jedoch nur wenige Forscher beschäftigt, wobei keine dieser Studien den Effekt auf Nikotinabhängigkeit erprobt hat. Lediglich die Forschungen von Wittekind et al. [WIT19b] und Laurens et al. [LAU20] haben den Langzeiterfolg des mobilen AAT-Trainings untersucht und sind dabei zu unterschiedlichen Ergebnissen gekommen: Während die Web-basierte Rauchentwöhnung von Wittekind und Kollegen keinen Effekt zeigt, konnten die Nutzer der App von Laurens und Kollegen ihren Alkoholkonsum langfristig reduzieren. Demnach besteht nicht nur in den Bereichen ApB-Modifikation sowie der Überprüfung des Langzeiterfolgs weiterer Forschungsbedarf. Darüber hinaus müssen mehrere Herausforderungen solcher Trainings gelöst werden, z. B. die kleine bis mittelmäßige Effektstärke, die regelmäßige Einhaltung des Trainingsplans oder die Generalisierung auf langfristiges, reales Verhalten.

Ein weiterer bisher noch nicht erforschter Punkt ist eine mobile CBM-Applikation, welche das die impulsiven Prozesse ansprechende AAT-Training mit einer die reflektiven Prozesse ansprechenden Methode kombiniert. Hierfür würde sich bspw. ein Zigarettenzähler anbieten, mit dem die Nutzer ihren Konsum aktiv nachverfolgen und nachvollziehen können.

Zuletzt kann über die Integration von Game Design oder Gamification-Elementen nachgedacht werden. Die Studie von Flaudias et al. [FLA20] hat zwar gezeigt, dass CBM-Anwendungen ohne ablenkende Gamification-Elemente wirksamer sind, die Arbeitsgruppe um Direito et al. hat jedoch eine erhöhte Motivation feststellen können [DIR15]. Demnach muss hier ein Mittelweg gefunden werden, welcher die Motivation und die Compliance der Nutzer erhöht, jedoch nicht ablenkend wirkt.

Um dies zu erreichen, soll ein App-basiertes AAT-Training entwickelt und untersucht werden. Dieses richtet sich an Raucher, die motiviert sind, mit dem Rauchen aufzuhören, und soll dazu dienen, die Auswirkungen auf die Modifikation des rauchbezogenen ApB, des Nikotinkonsums sowie des Rauchverhaltens zu ermitteln. Es wird erwartet, dass das App-AAT den rauchbezogenen ApB reduzieren und die Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten, insbesondere im Vergleich mit der Placebo-Kontroll- sowie der Wartegruppe, verringern wird.

## **5 Anforderungsanalyse**

### **5.1 Einführung**

Im folgenden Kapitel werden die Anforderungen erarbeitet, die für die Übertragung des AAT-Verfahrens in die virtuelle Realität und auf mobile Geräte erforderlich sind. Diese basieren auf den validierten Ergebnissen bereits durchgeführter Studien und sollen eine getreue Umsetzung des Therapieverfahrens auf diese neuen Medien gewährleisten.

### **5.2 Allgemeine Anforderungen**

Die folgenden Anforderungen gelten für alle Formen des AAT und sollten daher für alle Plattformen gelten:

#### **Indirekte Anweisungen**

Die Teilnehmer werden bei der indirekten Variante des AAT angewiesen, den Bildinhalt zu ignorieren und auf ein bestimmtes Unterscheidungsmerkmal, z. B. die Kippung oder das Bildformat, zu achten. Auf diese Weise sollen sie lernen, sich in ihren Handlungen nicht dadurch ablenken zu lassen, ob es sich um einen suchtspezifischen Stimulus handelt oder nicht, sondern stattdessen kontrolliert auf ein anderes Merkmal zu achten. Die Veränderungen, die dabei stattfinden, liegen im Millisekundenbereich und sind nicht bewusst wahrnehmbar. Wir gehen jedoch davon aus, dass sich genau dieses automatische oder gewohnheitsmäßige Verhalten bei richtiger Behandlung auch im Alltag verändern kann.

#### **Automatische Handlungen (um-)trainieren**

Wie gerade erwähnt, werden Verhaltensänderungen im Millisekundenbereich stattfinden. Um diese automatischen Reaktionen (um-)trainieren zu können, müssen die geforderten Bewegungen einfach und intuitiv (d. h. keine Handlungskette) sein. Handlungsketten sind demnach ebenfalls nicht erlaubt. Beispiele für erlaubte Bewegungen wären beispielsweise das Vor- und Zurückbewegen eines Armes oder das Drücken einer von zwei (Pfeil-)Tasten.

### **Vermeidung von ablenkenden Faktoren**

Während der Verwendung des AAT sollten wenige, im Idealfall gar keine, ablenkenden Elemente vorhanden sein, da sich die Probanden auf die Aufgabe konzentrieren müssen. Dazu gehören sowohl interne als auch externe ablenkende Faktoren, wie etwa laute Umgebungsgeräusche oder von der Aufgabe ablenkende Elemente innerhalb der Anwendung.

### **Das Unterscheidungsmerkmal**

Suchtbezogene und neutrale/positive Stimuli müssen ein deutlich sichtbares Unterscheidungsmerkmal haben, das allerdings nicht zu dominant sein sollte, da die Stimuli in dem kurzen Zeitrahmen, in dem sie den Teilnehmern gezeigt werden, noch erkennbar sein müssen. Beispiele dafür sind ein farbiger Bildrand, eine Kippung der Bilder oder das Bildformat (Hoch- oder Querformat).

### **Präzise Messungen der Reaktionszeiten**

Die Aufzeichnung der Reaktionszeiten muss sehr genau sein, da automatische Prozesse gemessen werden sollen sowie der kognitive Bias identifiziert und modifiziert werden soll. Diese unfreiwilligen Prozesse laufen sehr schnell ab, in der Regel in weniger als 300 ms (siehe P300-Welle<sup>1</sup>). Daher liegen die Unterschiede, die sich beim AAT-Verfahren ergeben, oft nur im Bereich von wenigen Millisekunden. Somit ist eine präzise Messung der Reaktionszeiten erforderlich, um diese Unterschiede validieren zu können.

### **Zoom-Faktor**

Es wurde gezeigt [PHA14], dass der visuelle Effekt, dass die gezeigten Bilder kleiner oder größer werden, entscheidend für den Eindruck einer körperlichen Annäherung oder Vermeidung ist. Auch ohne die erforderlichen Armbewegungen waren die Ergebnisse immer noch signifikant, was das Zoomen zu einem wichtigen Merkmal macht, das implementiert werden sollte.

## **5.3 VR-Anforderungen**

Die nachfolgend beschriebenen Anforderungen werden für die Umsetzung eines VR-AATs benötigt und dienen unter anderem dazu, das Engagement sowie die Motivation

---

<sup>1</sup>Die P300-Welle steht im Zusammenhang mit dem Entscheidungsprozess. Sobald präsentierte Stimuli mit einer Aufgabe verknüpft und damit relevant werden, wird eine P300-Welle ausgelöst [VAN14a].

der Nutzer zu erhöhen. Dies wiederum sollte mit einer verringerten Abbruchquote und verbesserten Compliance einhergehen.

### **Immersion**

Immersion führt dazu, dass der Nutzer in die virtuelle Umgebung „eintauchen“ kann und diese als realistisch und nicht störend wahrnimmt. Im Idealfall kommt es zu dem Phänomen der Präsenz und einer kognitiven Absorption. Diese Faktoren würden zu einem zielgerichteten Training sowie einer hohen Motivation, dieses sinngemäß auszuführen und fortzusetzen, führen. Damit würde eine erhöhte Compliance und gesenkte Abbruchquote einhergehen.

### **Realistische Umgebungen und Stimuli**

Ein wichtiger Baustein der Immersion ist eine realistische virtuelle Umgebung. Nicht nur das Aussehen der virtuellen Welt ist hierbei wichtig, sondern auch die Interaktion mit und innerhalb dieser muss sich real anfühlen (Schwerkraft, freie Bewegung des Nutzers). Auch die dargebotenen Stimuli für das Training müssen ausreichend realistisch aussehen, um von den Probanden problemlos identifiziert werden zu können und um eine Generalisierung des Trainierten zu erreichen.

### **Embodiment und Body-Ownership**

Für die Interaktion gibt es verschiedene Peripherie, welche genutzt werden kann (z. B. Controller). Auch bei diesen muss beachtet werden, dass sich deren Nutzung nicht fremdartig anfühlt. Im Idealfall wird die verwendete Hardware so gut akzeptiert, dass sie als dem eigenen Körper zugehörig angesehen werden. Kamera-basierte Systeme erlauben es, direkt die Bewegungen der Hände in die virtuelle Welt zu übertragen, haben aber auch gleichzeitig den Nachteil, dass keine Interaktion außerhalb des Sichtbereichs erfasst werden kann. Hier muss ermittelt werden, welche Methodik akzeptabler und sinnvoller ist.

### **Datenerhebung**

Da die Datenerhebung an einem Desktop-Rechner in einem Labor stattfinden wird und von einem Studienleiter begleitet wird, ist eine Server-Anbindung nicht zwingend notwendig. Nach der Überlegung, welche Daten in welchem Format erfasst werden sollen, müssen diese in einer Form gespeichert und ausgegeben werden, welche eine nachfolgende Evaluation problemlos ermöglicht. Dafür bietet sich z. B. das .csv-Datenformat an, da dieses durch einer Vielzahl von (Tabellen-)Programmen verarbeitet werden kann.

### 5.4 App-Anforderungen

Die nächsten Absätze handeln von den Anforderungen an eine mobile AAT-Applikation. Hierbei geht es vor allem darum, den Großteil der Bevölkerung zu erreichen, z. B. indem möglichst viele Smartphone-Modelle und Betriebssysteme abgedeckt werden. Doch auch die Nutzerfreundlichkeit sowie Bedienbarkeit stellen wichtige Voraussetzungen dar, ebenso wie die verlässliche und sichere Erfassung der Trainingsdaten eines jeden Nutzers.

#### Hardware und Betriebssysteme

Die Anwendung sollte auf dem Großteil der Geräte lauffähig sein, welche zum aktuellen Zeitpunkt von der Bevölkerung genutzt werden. Demnach darf die App nicht zu viele Ressourcen, wie Arbeitsspeicher oder Speicherplatz, benötigen. Auch über die zwangsläufig benötigte Hardware, bspw. Sensorik, muss nachgedacht werden, da nicht jedes Gerät über alle Sensoren verfügt. Um die Verfügbarkeit weiter zu steigern, sollte die Anwendung darüber hinaus sowohl für das Android Betriebssystem, als auch für Apple iOS verfügbar sein.

#### Interaktionsform

Mobile Geräte lassen eine Vielzahl von Interaktions- bzw. Eingabemethoden zu. Darunter fallen z. B. die Wisch- oder die Pinch-to-Zoom-Gesten, welche in nahezu jeder mobilen Anwendung Verwendung finden und demnach jedem Nutzer bekannt sind. Darüber hinaus können auch andere Formen der Interaktion evaluiert werden. Gerade für das AAT-Verfahren würde sich eine Bewegung des ganzen Gerätes anbieten, da die Arme dadurch bewegt werden müssen, um den Stimulus heranzuziehen oder wegzudrücken. Um die Bewegung des Joysticks nachzubilden, kann darüber hinaus die Kippung des Gerätes nach vorne oder hinten getestet werden.

#### Datenerhebung

Im Gegensatz zur VR-Anwendung wird die mobile Anwendung nicht stationär ausgeführt. Stattdessen benutzen die Teilnehmer ihr eigenes Gerät an einem Ort ihrer Wahl. Aus diesem Grund ist eine Server-Anbindung erforderlich, um die erfassten Daten über das Internet an eine Datenbank zu senden. Hier muss darüber nachgedacht werden, welche Daten erfasst werden müssen und vor allem, wie mit diesen umgegangen wird. Eine verschlüsselte Speicherung der Daten sowie eine gesicherte Verbindung zum Server sind an dieser Stelle obligatorisch. Auch muss die Datenerhebung für die Probanden transparent dargestellt werden, damit keine Unsicherheiten im Umgang mit den Daten aufkommen können.

## 6 Technische Umsetzung

### 6.1 Einführung

Das folgende Kapitel befasst sich mit der technischen Umsetzung der Demonstratoren. Dazu zählen sowohl die Umsetzungen unter Verwendung der virtuellen Realität, als auch die entwickelten mobilen Anwendungen. Als Erstes wird immer das Konzept eines Demonstrators vorgestellt. Daran anschließend wird die Implementierung der ausgearbeiteten Features detailliert beschrieben.

Dabei werden die folgenden Schreibweisen verwendet, um die Leserlichkeit zu verbessern: Klassen und Skripte werden durch `Schreibmaschinenschrift` kenntlich gemacht und Variablen sowie deren Werte durch *Kursivschrift* hervorgehoben. Methoden werden in Anführungszeichen gesetzt.

### 6.2 VR-Demonstratoren

Dieses Unterkapitel behandelt die VR-Demonstratoren. Zunächst wird der Unreal Demonstrator beschrieben, welcher als Proof of Concept angesehen werden kann. Daran anschließend wird die Umsetzung des überarbeiteten Unity-Demonstrators vorgestellt, welcher mit Blick auf die Hauptstudie (vgl. Kap. 7.3) entwickelt wurde.

#### 6.2.1 Unreal-Demonstrator

Im Folgenden wird der Unreal-VR-Demonstrator beschrieben, welcher im Rahmen der Masterarbeit *Konzeptionierung und Implementierung einer Anwendung zur Behandlung von Abhängigkeitserkrankungen in der virtuellen Realität durch Gamification des Approach-Avoidance Tasks (AAT)* entwickelt wurde, um einen ersten Versuch zu unternehmen, das AAT-Verfahren in die VR zu übertragen. Dabei stand vor allem der Vergleich zwischen zweidimensionalen und dreidimensionalen Stimuli im Vordergrund.

### 6.2.1.1 Konzept

Der erste VR-Demonstrator wurde mithilfe der Unreal Engine (UE) entwickelt. Hierfür wurde zunächst ein Haus mit zwei Räumen modelliert, in welchen der Nutzer sich durch aktive Selbstbewegung frei bewegen kann. Innerhalb dieser Räume wird das AAT-Verfahren auf zwei verschiedene Herangehensweisen angewendet, wobei das Hauptkonzept des Trainings immer erhalten bleibt. Dabei sollen zusätzlich die Reaktionszeiten der Benutzer, zum einen so genau wie möglich und zum anderen in einer auswertbaren Form, erfasst werden.

Diese Aufteilung hatte den Hintergrund, dass so der potenzielle Mehrwert von VR und Game Design Elementen, im Vergleich zur herkömmlichen Form des AAT-Verfahrens, überprüft sowie ermittelt werden konnte. Die beiden Räume wurden durch einen Aufzug verbunden, da so die Start- und Endpunkte beim Raumwechsel immer identisch sind. Wären die beiden Räume durch eine Tür verbunden worden, hätte sich die Problematik ergeben, dass der Nutzer sich aufgrund der realen Grenzen um 180° hätte drehen müssen, um den zweiten Raum betreten zu können, ohne dabei die Grenzen des Chaperone-Areals zu verlassen. Dies hätte sich zum einen sehr unnatürlich angefühlt, da in der Realität keine Drehung durchgeführt werden muss, um in einen Raum zu gelangen, der optisch direkt vor einem liegt und zum anderen hätte sich das Kabel der HTC Vive um den Nutzer wickeln können.

Auf Gamification-Elemente sollte größtenteils verzichtet werden, da diese den Nutzer zu stark vom Trainings ablenken können. Aufgrund dessen wurde zunächst nur ein akustisches sowie visuelles Feedback implementiert. Auf weitere Elemente, wie ein Punktesystem oder eine Fortschrittsleiste, sollte aufgrund der zuvor genannten Gründe zunächst verzichtet werden.

#### Der „Desktop-Room“

Im ersten Raum, welcher der Startpunkt für den Nutzer darstellt, wurde das AAT-Verfahren möglichst originalgetreu umgesetzt. Aus diesem Grund hat dieser den Namen „Desktop-Room“ (DR) erhalten, da das herkömmliche Training an einem Desktop-Rechner durchgeführt wird. Das bedeutet, dass hier zweidimensionale Bilder verwendet werden, welche freundlicherweise von Baird et al. zur Verfügung gestellt wurden. Diese zeigen einen rauchbezogenen oder neutralen/positiven Stimulus und sollen vom Nutzer weggedrückt oder herangezogen werden. Die Richtung der Bewegung ist dabei, wie bei den Studien von Machulska et al. [MAC16a], abhängig von der Kippung des Bildes: Ist es um 3° nach rechts gekippt, soll es weggedrückt werden, bei einer Linkskippung um 3° hingegen herangezogen werden. Dabei sollen maximal drei Bilder in Folge von derselben Stimuli-Kategorie sein.

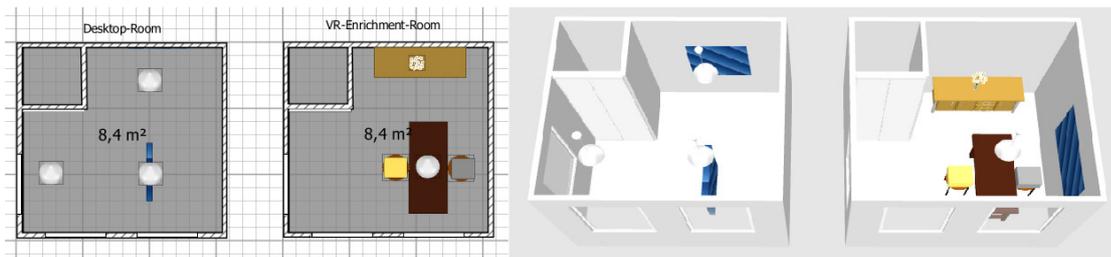


Abbildung 6.1: Mock-ups der beiden Räume in 2D und 3D.

Abgesehen von schlicht gehaltenen Anleitungen sollen sich keine weiteren Elemente im Raum befinden. Der Einsatz von Game Design-Elementen beschränkt sich auf ein Minimum, um eine Vergleichbarkeit mit dem Original-Verfahren zu gewährleisten. Aufgrund dessen wurden lediglich Sound- und Lichteffekte implementiert, welche dem Nutzer Feedback darüber geben, ob seine Reaktion korrekt oder fehlerhaft war.

### Der „VR-Enrichment-Room“

Der zweite Raum, welcher über einen Aufzug erreichbar ist, führt neben den zuvor genannten Sound- und Lichteffekten dreidimensionale Objekte ein, da diese laut den Studien von Lee et al. [LEE03] und Gorini et al. [GOR10] eine stärkere Wirkung als zweidimensionale Bilder haben. Diese erscheinen auf einem Tisch, vor dem der Anwender steht. Zwischen Nutzer und Tisch befindet sich eine leere Box, hinter dem Tisch steht eine Mülltonne. Besitzt der erschienene Stimulus eine rote Randfarbe, soll dieser in die Mülltonne geworfen werden. Hat er im Gegensatz dazu einen blauen Rand, soll er in die leere Box gelegt werden. Auf diese Weise werden die für das AAT-Training wichtigen Armbewegungen in den (virtuellen) dreidimensionalen Raum übertragen und bleiben somit erhalten. Auch hier dürfen maximal drei Objekte vom selben Stimuli-Typ in Folge erscheinen.

Darüber hinaus darf dieser Raum einige Dekorationselemente beinhalten. Damit die Gegenstände nicht „aus dem Nichts“ erscheinen, wird dessen Auftauchen mit einem Raucheffekt verbunden, der eine Art „magische Wolke“ simulieren soll. Da hier die Funktionen und Vorteile, welche VR bietet, verstärkt ausgenutzt werden, wurde dieser Raum „VR-Enrichment-Room“ (VRER) genannt.

### Regeln und Mock-ups

Nach der Vermessung des verfügbaren VR-Areals wurden Mock-ups der beiden Räume erstellt, um die Positionierung sowie Skalierung der diversen Objekte festzulegen, ehe die virtuelle Umgebung mit der UE modelliert wurde. Abb. 6.1 zeigt diese Entwürfe, welche mit *eTeks Sweet Home 3D*, in der Version 5.6, erstellt wurden. Das blaue Objekt

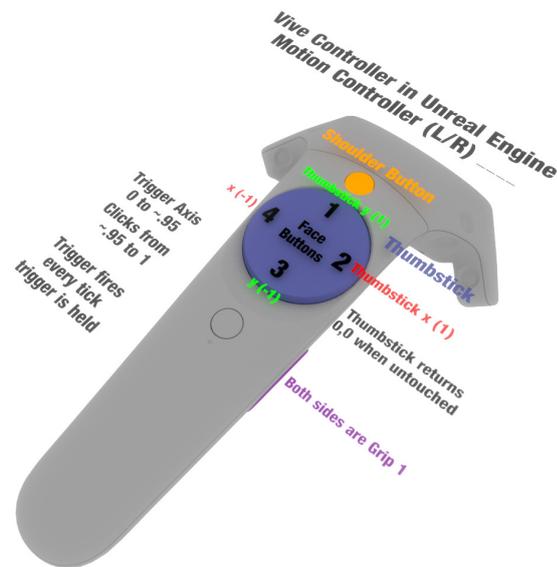


Abbildung 6.2: Tastenbelegung des HTC Vive Controllers (Quelle: [SEA17]).

in der Mitte des DR repräsentiert den Standort der „Leinwand“, auf welcher die zwei-dimensionalen Bilder abgebildet werden. Die beiden weiteren blauen Objekte, die sich jeweils an den Wänden der beiden Räume befinden, stellen die Anleitungen dar, welche den Benutzern ihre Aufgabe erläutern.

Diese legt gleichzeitig die Regeln fest: Bei einer „falschen“ Handlung, folglich einer unerwünschten Reaktion auf die Kippung bzw. Randfarbe des gezeigten Stimulus, handelt es sich um einen Fehler. Tritt dieser ein, „springt“ das Bild bzw. das Objekt zurück an seinen ursprünglichen Standort und ein rotes Licht erstrahlt, um dem Benutzer ein visuelles Feedback darüber zu geben. Dieses leuchtet so lange rot auf, bis die korrekte Bewegung ausgeführt wurde. In diesem Fall nimmt das Licht wieder seine natürliche Farbe an und der nächste Stimulus kann über einen Knopfdruck zum Erscheinen gebracht werden. Sobald alle Stimuli korrekt behandelt wurden, signalisiert ein grünes Licht, welches für eine Sekunde aufleuchtet, dass der aktuelle Raum abgeschlossen ist.

### Steuerung

Die Steuerung erfolgt über die Controller der HTC Vive, wobei nur einer der beiden Controller benötigt wird, um das Training zu absolvieren. Wie beim etablierten AAT-Verfahren erscheint der nachfolgende Stimulus über einen Tastendruck. In der VE wird dies über den Thumbstick, welcher sich auf der Oberseite des Controllers befindet, realisiert. Zum Greifen der Stimuli wird der Trigger verwendet, welcher auf der Unterseite,

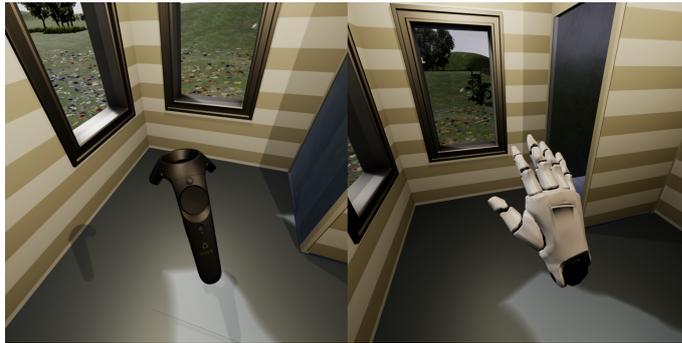


Abbildung 6.3: Vergleich zwischen dem Controller- und dem Handmodell.

unter dem Zeigefinger des Nutzers, liegt. Abb. 6.2 veranschaulicht die Tastenbelegung und -benennung des HTC Vive Controllers innerhalb der UE.

### Einstellungsoptionen

Unmittelbar nach dem Starten des Demonstrators wird die Konfigurationsdatei „config.ini“ ausgelesen, welche die erwünschten Starteinstellungen enthält und die darin enthaltenen Werte in entsprechenden Variablen abspeichert. Dazu zählen:

- Die ID der Versuchsperson (*string VpName*),
- die Gesamtanzahl der Stimuli, die während des aktuellen Trainings durchlaufen werden (*int maxImages / int maxObjects*),
- wie viele davon ein zufälliges Unterscheidungsmerkmal aufweisen sollen, um eine Bias-Messung durchzuführen (*int randomRotation / int randomBorderColorInt*),
- um wie viel Grad die Bilder gekippt sein werden (*int rotationAngle*),
- der in *rotationAngle* gespeicherte Wert wird, für die Kippung in die entgegengesetzte Richtung, mit -1 multipliziert (*int negativeRotationAngle*) und
- mit welchem 3D-Modell die Controller innerhalb des DR repräsentiert werden sollen (*int controllerType*).

Mögliche visuelle Repräsentationen der Controller im DR sind entweder ein realistisches 3D-Abbild der Controller selbst oder roboterähnliche Hände, welche Greifanimationen besitzen. Im VRER sind lediglich die Hände verfügbar, um das Embodiment zu verbessern. Abb. 6.3 zeigt diese beiden Möglichkeiten.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	VP	Bildname	Kipprichtung	RT1	Antwort1	RT2	RT3	Antwort2	RT4	Bemerkung
2										
3	VP_A	smoke25	links	1339	PUSH	1831	21044	PULL	21490	ungueltig
4	VP_A	pos38	rechts	1183	PUSH	1675	0		0	
5	VP_A	pos20	rechts	1116	PUSH	1474	0		0	
6	VP_A	smoke06	links	916	PULL	1295	0		0	
7	VP_A	smoke41	rechts	737	PUSH	1184	0		0	

Abbildung 6.4: Beispiel einer DesktopRoom.csv-Datei.

### Datenerfassung

Für jeden der beiden Räume werden die erfassten Daten in einer .csv-Datei abgespeichert, um diese später auswerten zu können. Abb. 6.4 zeigt einen möglichen Auszug dieser Datei. Diese beinhaltet folgende Informationen:

- **VP:** Die in der Konfigurationsdatei eingetragene ID der Versuchsperson.
- **Bild-/Objektname:** Der Dateiname des erschienenen Stimulus.
- **Kipprichtung/Randfarbe:** Gibt die Richtung der Kippung bzw. die Farbe des Randes an.
- **RT1:** Die Zeit, die zwischen dem Erscheinen und dem ersten Ergreifen des Bildes vergangen ist.
- **Antwort1:** Gibt an, ob die erste Reaktion eine wegdrückende (PUSH) oder heranziehende (PULL) Armbewegung war.
- **RT2:** Die Zeit, die zwischen dem Erscheinen und Antwort1 vergangen ist.
- **RT3:** Die Zeit, die zwischen dem Erscheinen und dem letztendlich korrekten Ergreifen des Bildes vergangen ist. Hier steht nur dann ein Wert, wenn Antwort1 nicht korrekt war.
- **Antwort2:** Gibt an, ob die *letzte* Reaktion eine wegdrückende (PUSH) oder heranziehende (PULL) Armbewegung war.
- **RT4:** Die Zeit, die zwischen dem Erscheinen und dem letztendlich korrekten Ergreifen des Bildes vergangen ist. Auch hier steht nur dann ein Wert, wenn Antwort1 nicht korrekt war.
- **Bemerkung:** Sofern Antwort1 fehlerhaft war, wird an dieser Stelle „ungueltig“ vermerkt.

## Zusammenfassung

Zusammengefasst läuft das Training folgendermaßen ab: Der Nutzer startet im DR, in welchem dieser auf den Thumbstick des Controllers drücken muss, um das Training sowie den ersten Durchlauf, welcher je einen Stimulus umfasst, zu beginnen. In diesem Moment beginnt ebenfalls die Zeiterfassung der Reaktionszeiten (RZs). Nach diesem Tastendruck erscheint demzufolge das erste Bild, auf welches, entsprechend seiner Kippung, reagiert werden muss. Beim Greifen des Bildes, durch Betätigen des Triggers, wird die erste RZ, unter dem Namen *RT1*, in einer .csv-Datei gespeichert. Diese gibt wieder, wie viel Zeit zwischen dem Erscheinen des Stimulus und der ersten Reaktion auf diesen vergangen ist. Sofern die darauf folgende Aktion des Benutzers, in Form von wegdrücken oder heranziehen und anschließendem Loslassen, fehlerhaft ist, verfärbt sich das Licht im Raum rot und ein negativ klingender Soundeffekt ertönt, um den Fehler zu signalisieren. Außerdem wird das Bild an seinen ursprünglichen Standort zurückversetzt. War die Handlung hingegen korrekt, verschwindet das Bild, ein positiv klingender Ton wird abgespielt und der Durchlauf gilt als beendet. In beiden Fällen wird die Zeit unter *RT2* abgespeichert. Falls die Reaktion allerdings fehlerhaft war, geht der aktuelle Durchlauf so lange weiter, bis die korrekte Aktion ausgeführt wurde. Darüber hinaus wird unter dem Feld „Bemerkung“ mit der Angabe „ungültig“ festgehalten, dass es sich um einen fehlerhaften Durchlauf handelte. In diesem Fall wird mit jedem erneuten Greifen die RZ unter *RT3* gespeichert. Sobald die korrekte Handlung ausgeführt wurde, wird die Zeit unter *RT4* abgespeichert und das Licht im Raum nimmt wieder seine natürliche Färbung an. Somit ist auch in diesem Fall der Durchlauf beendet und mit Drücken des Thumbsticks kann der Nächste begonnen werden. Sobald alle Bilder vom Nutzer korrekt behandelt wurden, wird das Licht für eine Sekunde lang grün und der Aufzug öffnet sich. In diesem Fall gilt der DR als abgeschlossen. Über den Aufzug gelangt der Benutzer nun in den zweiten Raum, den VRER. Dieser ist in seiner Funktionalität analog zum DR, nur wird hier mit dreidimensionalen Objekten gearbeitet, dessen Randfarbe angibt, in welchen Behälter diese einsortiert werden müssen. Abb. 6.5 zeigt den groben Verlauf eines Durchgangs.

Auf Game Design-Ebene betrachtet besteht die Interaktivität der Anwendung somit aus Mikro-Entscheidungen und externen Reaktionen. Das bedeutet, dass die Entscheidungen des Nutzers nur für den Moment relevant sind – ergo richtig oder falsch – und dieser die darauf folgende Reaktion des Systems, durch das hör- und sichtbare Feedback, wahrnehmen kann. Ein weiterer Punkt, welcher die Gefahr birgt, Eintönigkeit zu verursachen, ist die Tatsache, dass viel vordefiniert ist und daher nur wenig Ungewissheit vorherrscht. Im Prinzip ist der nächste Stimulus, welcher erscheinen wird, gemeinsam mit dessen Kippung bzw. Randfarbe, das einzige unsichere Element bei diesem Design. Alle anderen Komponenten sind festgesetzt und wiederholen sich fortlaufend.

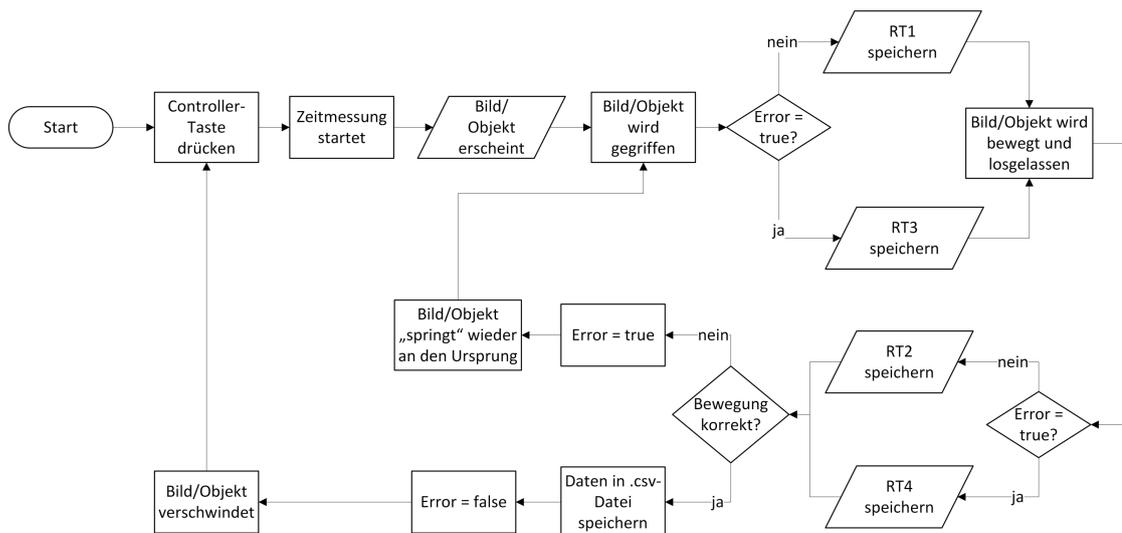


Abbildung 6.5: Verlaufs-Diagramm des UE-VR-Demonstrators.

### 6.2.1.2 Implementierung

Für die Implementierung des ersten Demonstrators, eine Windows x64 Anwendung, wurde die Unreal Engine (UE) [EPI20] in der Version 4.18 benutzt. Es wurden hauptsächlich Blueprints verwendet, allerdings sind einige Funktionen, z. B. das Lesen und Schreiben von externen Dateien, in der Programmiersprache C++ implementiert worden.

#### Der „Desktop-Room“ und die Datenerfassung

Als Erstes wurde der Umriss des Hauses, mit einer Fläche von  $3\text{ m} \times 2,8\text{ m}$ , im Level Editor der UE aufgebaut. Für ein natürliches Raumempfinden innerhalb der virtuellen Umgebung (VE) beträgt die Deckenhöhe  $2,5\text{ m}$ . Anschließend wurde der Aufzug modelliert, um die beiden Etagen miteinander zu verbinden – zunächst noch mit einer beweglichen Bodenplatte, auf die im weiteren Verlauf der Implementierung jedoch verzichtet wurde. Dieser besitzt neben einer Schiebetür ein Bedienfeld mit zwei Tasten sowie eine digitale Etagen-Anzeige, welche anfangs eine „1“ anzeigt. Die Türe ist beim Betreten der VE zunächst verschlossen und öffnet sich erst nach dem erfolgreichen Abschluss des DR.

Danach folgte die Implementierung der grundlegenden VR-Funktionen, welche überhaupt erst ermöglichen, dass die VE mit der HTC Vive „erkundet“ werden kann. Hierfür wurden größtenteils die bereits gegebenen Blueprints der Engine genutzt, welche beim Erstellen des Projekts generiert wurden. Allerdings wurden an diesen kleinere Modifikationen durchgeführt, da es bspw. nicht möglich sein soll, sich innerhalb des Areal



Abbildung 6.6: Startzustand des „Desktop-Rooms“.

teleportieren zu können. Darüber hinaus wurden ein „Game Mode“ sowie ein „Motion Controller Pawn“ Blueprint erstellt. Ersterer legt die wichtigsten Regeln fest, wie die Basisklasse des Spielers, den Intervall des Ticks oder ob das Spiel pausiert werden können soll. Der „Motion Controller Pawn“ ist zum einen die Kamera, durch welche der Spieler die VE sehen wird und zum anderen wird darin die visuelle Repräsentation der Controller (und damit der Interaktion innerhalb der VE) sowie deren Funktionalität implementiert. Standardmäßig erscheint beim Einschalten des ersten Controllers die rechte Hand in der VE, beim Einschalten des zweiten Controllers die linke Hand. Diese befinden sich durch die Sensoren auf der Oberfläche der Controller in Kombination mit dem Lighthouse System für den Spieler in der VE dort, wo sich die Controller in der realen Welt für ihn befinden. Außerdem enthält der Blueprint zwei Input Events, welche ausgelöst werden, sobald beim Kontakt mit einem Static Mesh Actor der Trigger des Controllers gedrückt bzw. wieder losgelassen wird. Diese setzen das Greifen und Loslassen von diesen Aktoren um, sofern diese entsprechend implementiert wurden, sprich Physik besitzen sowie auf Overlap-Events horchen. Die Implementierung dieser beiden Events findet in den „GrabActor“- und „ReleaseActor“-Funktionen im „Motion Controller“-Blueprint statt. In diesem werden auch die Greif-Animation der Hände sowie das leichte Vibrieren des Controllers, welches dem Spieler Feedback darüber gibt, dass er einen greifbaren Actor berührt, programmiert.

Nachdem diese Funktionalitäten gegeben waren, begann die Umsetzung der Funktionalität des DR. Für die Darstellung der Bilder wurde eine Art „Leinwand“ eingebaut, welche durch eine zweidimensionale Ebene umgesetzt und in der Mitte des Raumes platziert wurde. Diese besitzt zu Beginn ein Material, welches auf der Leinwand-Oberfläche eine Anleitung darstellt, die zeigt, dass das AAT-Training durch Drücken des Thumbsticks begonnen werden soll. Abb. 6.6 stellt diesen Startzustand dar.

Der an die Leinwand gebundene Blueprint „BP\_Canvas“ enthält den gesamten Funktionsumfang des DR. Unmittelbar nach dem Starten des Demonstrators wird die Konfigurationsdatei „config.ini“ ausgelesen, welche die erwünschten Starteinstellungen enthält und die darin enthaltenen Werte in entsprechenden Variablen abspeichert.

Der Typ des Controller-Modells wird in Form eines Integers umgesetzt. Durch eine Switch-Case-Anweisung wird der in *controllerType* eingetragene Wert überprüft und das 3D-Modell entsprechend umgesetzt: Im Falle einer „0“ werden die Hände verwendet, ist hingegen eine „1“ eingetragen, werden die Controller in der VE durch ein 3D-Modell ihrer selbst repräsentiert. Dies kann vor allem unerfahrenen Nutzern helfen, die Anleitung besser zu verstehen und umzusetzen, da sie den dort markierten Thumbstick auf dem 3D-Modell wiedererkennen können.

Sowohl das Erstellen als auch das Auslesen der Konfigurationsdatei werden in der „configmanager.cpp“ realisiert. Gespeichert bzw. ausgelesen wird die Datei im Ordner „Antares“, der sich im Dokumente-Ordner des zu diesem Zeitpunkt angemeldeten Nutzers befinden muss. Sollte die config.ini darin nicht vorhanden sein, wird sie beim Programmstart automatisch erstellt.

Die Funktion „rotateCanvas“, die durch den Event-Tick, welcher über die gesamte Dauer der Programmausführung jeden Frame gefeuert wird, sorgt dafür, dass die Vorderseite der Leinwand immer auf den Nutzer gerichtet ist, auch wenn er sich im Raum bewegt. Dies geschieht durch die darin enthaltene Methode „findLookAtRotation“, welche dafür sorgt, dass sich die Leinwand auf ihrer z-Achse (x-Achse im Welt-Koordinatensystem) so dreht, dass ihre Vorderseite jederzeit auf die Kamera des Benutzers gerichtet ist.

Sobald wie anfangs aufgefordert der Thumbstick gedrückt wird, überprüft das Programm, ob die Gesamtzahl der Bilder, die durchlaufen werden sollen, erreicht wurde. Hierfür werden zwei Integer-Variablen genutzt: Zum einen *maxImages*, in welcher gespeichert wird, wie viele Bilder es während des aktuellen Trainings geben soll und zum anderen *countImages*, ein Zähler, der festhält, wie viele Bilddurchläufe bereits korrekt abgeschlossen wurden und mit jedem „neuen“ Bild um Eins inkrementiert wird. Sollte an dieser Stelle die Bedingung  $countImages < maxImages$  *true* zurückgeben, wird überprüft, ob die Leinwand unsichtbar ist und, falls sie es ist, sichtbar gemacht. Dies hat den Hintergrund, dass sie nach jeder korrekten Interaktion unsichtbar wird, bis erneut der Thumbstick des Controllers aktiviert wird, um das nächste Bild anzuzeigen. Zusätzlich wird die aktuelle Sichtbarkeit in dem Boolean *isCanvasHidden* gespeichert.

Anschließend werden sowohl der Standort als auch die Rotation der Leinwand in ihren Ursprungszustand zurückversetzt und die Funktion „changeMat“ aufgerufen. Diese ändert das Material der Leinwand, um so ein neues Bild anzuzeigen. Hierfür wird zunächst die Funktion „getImage“ aufgerufen, welche einen zufälligen Integer-Wert erzeugt, dessen Wertebereich sich zwischen „0“ und der Länge des Arrays, in welchem die möglichen

Bilder hinterlegt sind, befindet. Daraufhin wird das Bild ausgewählt, dessen Index mit dem erzeugten Integer übereinstimmt.

Da maximal drei Bilder desselben Typs, also neutral/positiv oder rauchbezogen, in Folge auftreten dürfen, wurden auch hier Zähler, in Form der Integer-Variable *countSmoke* sowie *countPositive*, implementiert. Sobald der Maximalwert von drei überschritten ist, wird ein Material des anderen Typs ausgewählt. Sollte in der Zwischenzeit eigenständig ein solches erscheinen, wird der entsprechende Zähler wieder auf „0“ zurückgesetzt. Die Unterscheidung der beiden Typen wird durch die Benennung der Bilder realisiert, indem die Dateinamen entweder mit „smoke“ oder „pos“ beginnen. Dadurch kann die Unterscheidung innerhalb des Blueprints umgesetzt werden, indem durch „GetDisplayName“ der Name des, durch die „getImage“-Funktion erhaltenen, Bildes geholt und dieser auf den jeweiligen Substring überprüft wird. Weist das aktuelle Bild an dieser Stelle den Substring „smoke“ auf, wird das Bild um den in *rotationAngle* hinterlegten Wert nach rechts rotiert, was auch in der String-Variable *rotationDirection* festgehalten wird. Darüber hinaus wird der Boolean *isTurnedRight* auf *true* gesetzt sowie der Boolean *isTurnedLeft* auf *false*. Ist hingegen der Substring „pos“ im Dateinamen vorhanden, wird das Bild um den in *negativeRotationAngle* gespeicherten Wert nach links gekippt. Dies wird in *rotationDirection* hinterlegt, *isTurnedRight* wird auf *false* und *isTurnedLeft* auf *true* gesetzt. Danach wird ein zufälliger Wert zwischen „0“ und „1“ generiert und in dem Integer *randomRotationInt* festgehalten. Dieser ist in Sitzungen vonnöten, in welchen die ersten oder alle Bilder eine zufällige, vom Bildinhalt unabhängige, Kippung aufweisen sollen.

Die Messung der Reaktionszeiten wurde zunächst über mit C++-Code selbst geschriebene Blueprint-Knoten umgesetzt, um diese über die Systemzeit zu realisieren. Allerdings war die Zeiterfassung dabei sehr ungenau. Der Tick lag bei gerade einmal 64 ms, im weiteren Verlauf der Implementierung und dabei zunehmender Komplexität des Programms verschlechterte der Tick sich sogar auf 128 ms. Da dies für den vorgesehenen Zweck zu ungenau ist, wurde nach einer anderen Lösung gesucht. Diese fand sich in einer Timeline, welche auch in Rennspielen verwendet wird, um die Rundenzeiten zu erfassen. Die Timeline läuft über die Dauer einer festgelegten Zeit, während der Werte verändert werden können. Im Falle der Zeiterfassung wurde eine Dauer von 9999 Sekunden festgelegt, damit diese nicht während des AAT-Trainings abbricht, sollte der Nutzer länger für die Bearbeitung der Aufgabe brauchen. Mit jedem Update der Timeline-Funktion, was mit jedem Tick eintritt, wird die Float-Variable *passedTime* aktualisiert. Diese speichert demnach die gesamte Zeit, die, seit der aktuelle Durchlauf begonnen wurde, vergangen ist. Hierdurch konnte immerhin eine Genauigkeit von 12 ms bis 16 ms erreicht werden, welche allerdings weiterhin hardwareabhängig, sprich auf einem Rechner mit weniger Leistung ungenauer, ist. Der Grund hierfür wird in Kapitel 6.2.1.3 erläutert.

Wird nun das Bild durch Betätigen des Triggers gegriffen, wird nach dem Auslösen des „Pickup“-Events die Physik des gepackten Actors deaktiviert und dieser an die virtuelle Hand bzw. den virtuellen Controller „befestigt“. Das Deaktivieren der Physik ist notwendig, damit der Actor vom Nutzer frei bewegt werden kann. Darüber hinaus wird hier die erste Reaktionszeit gespeichert, indem der zu diesem Zeitpunkt in *passedTime* gespeicherte Wert in die Float-Variable *time1* oder *time3* geschrieben wird. Dies ist davon abhängig, ob zuvor eine fehlerhafte Handlung durchgeführt wurde, was in dem Boolean *error* festgehalten wird. Ist dieser *false*, trat bisher kein Fehler ein und die Zeit wird in *time1* gespeichert, im Falle eines Fehlers in *time3*.

Sobald das Bild durch Loslassen des Triggers wieder freigegeben wurde, wird der Leinwand-Actor von der virtuellen Hand bzw. dem virtuellen Controller „gelöst“ und die RZ festgehalten – falls die *error*-Variable *false* ist, in *time2*, ansonsten in *time4*. Anschließend wird durch die selbst implementierte Funktion „getDistance“ berechnet, ob das Bild weit genug weggedrückt oder zum Nutzer hingezogen wurde. Dies geschieht, indem durch Vektorrechnung die Differenz der Koordinaten zwischen dem ursprünglichen Standort des Bildes und der Stelle, an der es in Bezug zum Standort des Nutzers losgelassen wurde, berechnet wird. Der folgende Pseudocode soll dies besser veranschaulichen:

Listing 6.1: Pseudocode der „getDistance“-Funktion.

```
1      if ( (getActorLocation - getPlayerCameraLocation) > (getNewActorLocation - ↵
        ↵ getPlayerCameraLocation) )
2      {
3          isPushed = true;
4          isPulled = false;
5      }
6      else
7      {
8          isPushed = false;
9          isPulled = true;
10     }
```

Hierbei wurde ein Pufferbereich von jeweils 6 cm in beide Richtungen implementiert, damit das Programm nicht bereits die kleinste Bewegung als Wegdrücken oder Heranziehen wertet. Darüber hinaus wird in den String-Variablen *inputDirection1* bzw. *inputDirection2* festgehalten, um welche Bewegung es sich handelte, was zu einem späteren Zeitpunkt für das Speichern der Ergebnisse wichtig ist.

Anschließend wird überprüft, ob die Bewegung korrekt oder fehlerhaft war. Im Falle eines Fehlers wird zum einen der Boolean *error* auf *true* gesetzt, zum anderen ertönt ein negativ klingender Soundeffekt und das Licht nimmt eine rote Färbung an, um dem Benutzer ein Feedback über seinen Fehler zu geben. Hierfür musste eine entsprechende

Tondatei importiert sowie eine Referenz zum Blueprint der virtuellen Lampen umgesetzt werden. Letzteres wird durch „Direct Blueprint Communication“ (deu. *direkte Blueprint-Kommunikation*) realisiert, bei der eine Kommunikation zwischen zwei Blueprints aufgebaut wird, wovon einer Sender und der andere Empfänger ist [EPI18]. Dazu wird eine Variable erstellt, welche eine Instanz des Blueprints enthält, auf welchen zugegriffen werden soll. In diesem Fall handelt es sich um das Array *ceilingLights*, welches alle Lampen-Instanzen des DR enthält. Dadurch kann zum selben Zeitpunkt die Farbe aller Lichtquellen verändert werden.

War die Reaktion hingegen korrekt, folgt für beide Stimuli-Typen nahezu derselbe Ablauf. Zunächst wird ein positiv klingender Ton abgespielt, anschließend werden alle für diesen Durchlauf gesammelten Informationen in der „DesktopRoom.csv“-Datei abgespeichert. Das Speichern der Daten wurde, wie zuvor bei der Konfigurationsdatei, in C++ umgesetzt, da Blueprints standardmäßig keine Methode für diesen Zweck anbieten. Lediglich für das Speichern von Spielständen gibt es vorgefertigte Funktionen, jedoch nicht für das Erstellen eigener Dateien. Aus diesem Grund wurde diese Funktionalität mittels der Methode „saveData“, welche sich in der „measureTime.cpp“ befindet, implementiert. Danach werden im „BP\_Canvas“-Blueprint alle Booleans auf ihren Standardwert zurückgesetzt, der in *countImages* gespeicherte Wert um Eins inkrementiert und die Leinwand unsichtbar gemacht sowie an ihren Ursprungsort zurückgesetzt. Sollte zuvor ein Fehler eingetreten sein, nimmt das Licht an dieser Stelle wieder seine natürliche Farbe an.

Hier wird zunächst ein *Output File Stream*, mit dem Namen *myfile*, erzeugt, der für das Schreiben von Dateien benötigt wird. Übergeben werden zum einen der Pfad des Speicherorts und zum anderen der optionale Parameter für den Modus. Die Flag „ios::app“ sorgt dafür, dass die Datei nicht mit jedem Aufruf der „saveData“-Methode komplett überschrieben wird – stattdessen wird der neue Inhalt an das Ende der Datei angehängt (eng. *appended*). Anschließend wird überprüft, ob die Datei geöffnet wurde und somit modifizierbar ist. Ist dies der Fall, wird zunächst jeder *FString*, ein Datentyp der UE, welcher der „saveData“-Methode als Parameter übergeben worden ist, in einen „gewöhnlichen“ String umgewandelt. Danach wird der komplette String erstellt, welcher letztendlich in der .csv-Datei gespeichert werden soll. Die Semikolons sind Trennzeichen, die angeben, dass der darauffolgende Inhalt in die nächste Zelle eingetragen wird. Im Anschluss wird noch überprüft, ob die Variable *error true* ist. Wenn dem so ist, wird dem zuvor erstellten String noch eine weitere Zelle mit dem Inhalt „ungueltig“ sowie ein Zeilenumbruch hinzugefügt, ansonsten bleibt der String unverändert und es folgt lediglich der Zeilenumbruch. Zuletzt wird der finale String in die Datei *myfile* geschrieben. Diese wird im Anschluss wieder geschlossen und dem Log innerhalb der UE ein Eintrag hinzugefügt, der besagt, dass die Datei erfolgreich erstellt wurde.

Der einzige Unterschied zwischen den Abläufen verschiedener Stimuli liegt nun darin, dass rauchbezogene Bilder zusätzlich verkleinert werden, bevor sie verschwinden, da

der perspektivische Effekt allein durch die wegdrückende Armbewegung zu schwach gewesen wäre. Der vergrößernde Effekt hingegen, der bei positiven Bildern eintreten soll, ist durch den perspektivischen Effekt beim Heranziehen bereits ausreichend. Diese verkleinernde Wirkung wird durch eine Timeline erreicht, die, über einen zeitlichen Verlauf von 0,5 s, die x-Achsen-Skalierung der Leinwand von 0.625 auf 0.1 verringert. Nachdem die Leinwand unsichtbar gemacht wurde, wird die Skalierung wieder auf 0.625 zurückgesetzt, damit sie im nächsten Durchlauf ihre normale Größe aufweist. Zuletzt wird die Physik der Leinwand reaktiviert, damit sie im nächsten Durchlauf wieder greifbar ist.

Mit einem erneuten Drücken des Thumbsticks wird nun der nächste Durchlauf gestartet. Sollte dieser Tastendruck innerhalb von 5 s nach Verschwinden des letzten Bildes noch nicht erfolgt sein, wird die Leinwand mit der Information, dass zum Fortsetzen des Trainings der Thumbstick gedrückt werden muss, eingeblendet. Dies geschieht allerdings nur unter der Voraussetzung, dass das Training noch nicht abgeschlossen wurde.

Für den Fall, dass in der Konfigurationsdatei angegeben wurde, dass eine bestimmte Anzahl von Bildern eine zufällige, vom Inhalt unabhängige, Rotation aufweisen soll, wird dies ebenfalls im „BP\_Canvas“ realisiert. In diesem Fall kommt der zuvor in *randomRotation* gespeicherte Wert zu tragen. Während der gesamten Dauer des Trainings im DR wird durch den „Event Tick“ überprüft, ob die Bedingung *randomRotation <= countImages true* oder *false* zurückgibt.

Zur Erinnerung: Der in *countImages* abgespeicherte Wert besagt, wie viele Bilddurchläufe bereits abgeschlossen wurden. Gibt diese Abfrage *true* zurück, wird der Ablauf wie oben beschrieben behandelt. Gibt sie jedoch *false* zurück, wird durch den Wert von *randomRotationInt* festgelegt, ob eine Kippung nach links oder rechts eintreten wird: Bei einer „0“ wird das Bild nach links gekippt, bei einer „1“ nach rechts. Darüber hinaus werden die Variablen *rotationDirection*, *isTurnedLeft* sowie *isTurnedRight* entsprechend gesetzt.

Nachdem alle Bilder korrekt durchlaufen wurden, leuchten alle Lichter im Raum für eine Sekunde lang grün auf und nehmen danach wieder ihre vorherige Farbe an. Darüber hinaus wird der Boolean *testFinished* auf *true* gesetzt und die Nutzereingabe für die Leinwand deaktiviert, um sicherzustellen, dass der Nutzer nicht länger mit dieser interagieren kann. Für den Fall, dass während des Trainings im DR das Controller-Modell verwendet wurde, wird dieses nun auf die virtuellen Hände umgestellt, da diese für das Greifen von 3D-Objekten im zweiten Raum intuitiver sind. Anschließend wird das Custom Event, ein vom Programmierer selbst definiertes Event, „unlockElevator“ ausgelöst, um dem Aufzug-Blueprint „mitzuteilen“, dass dieser nun entsperrt werden kann, um den Benutzer in die zweite Etage des Hauses zu transportieren.

## Der Aufzug

Das „unlockElevator“-Event löst nun im Blueprint des Aufzugs, „BP\_Elevator“, eine Verkettung von Aufrufen aus. Zunächst wird abgefragt, ob der Boolean *testFinished true* zurückgibt. Dies ist wichtig, da die Benutzer innerhalb einer VE durch Wände durchgehen können, zumal keine realen Hindernisse sie davon abhalten. Um zu verhindern, dass der Nutzer den DR überspringt, indem er durch die geschlossene Tür des Aufzugs geht und das Bedienfeld aktiviert, wird zur Sicherheit diese Variable abgefragt. Ist dies der Fall, wird nach einer Verzögerung von 1 s die Tür geöffnet und dabei eine begleitende Tondatei abgespielt, welche das Aufgehen der Tür akustisch untermalt. Die hierfür verwendete Timeline wurde so umgesetzt, dass sie über einen zeitlichen Verlauf von 3 s (die Länge der Tondatei) die Tür auf der y-Achse linear von -176 auf den Wert -276 verschiebt. Nach Abschluss dieses Vorgangs wird der Boolean *doorIsOpen* auf *true* gesetzt.

Nachdem sich die Tür des Aufzugs geöffnet hat, kann der Nutzer hineingehen und das Bedienfeld durch Berühren aktivieren. Dabei löst er ein Overlap-Event mit der über dem Bedienfeld platzierten Triggerbox aus, welche dadurch ein „onComponentBeginOverlap“-Event feuert. Ist dies der Fall, wird überprüft, ob *doorIsOpen true* zurückgibt. Dies hat erneut den Hintergrund, dass so verhindert werden soll, dass das Bedienfeld vor der Erfüllung aller Voraussetzungen aktiviert werden kann.

Wurden alle Bedingungen erfüllt, wird das Material des Bedienfelds verändert, um ein Aufleuchten des Nach-Oben-Knopfs zu simulieren. Daraufhin schließt die Tür sich wieder, gemeinsam mit der begleitenden Tondatei. Diese Funktion ist analog zum Öffnen der Tür, jedoch mit invertierter Verschiebung auf der y-Achse. Danach wird eine 8 s lange Tondatei abgespielt, welche die Bewegung des Aufzugs akustisch simuliert. Nach dem vollständigen Abspielen der Datei wird der Nutzer, mitsamt der Aufzugskabine, in die zweite Etage teleportiert, indem der z-Achsen-Wert der Location auf die Bodenhöhe der zweiten Etage gesetzt wird. Die Werte der x- und y-Achsen werden von den zu diesem Zeitpunkt festgelegten Werten übernommen, damit dem Benutzer, bspw. durch eine Verschiebung des Standorts innerhalb der Kabine, nicht auffällt, dass er sich im Grunde nicht bewegt hat. Nachfolgend nimmt das Bedienfeld wieder sein vorheriges „unbeleuchtetes“ Material an, die Etagen-Anzeige springt von „1“ auf „2“ und eine Klingel ertönt, um den Etagenwechsel visuell sowie akustisch anzuzeigen. Zu guter Letzt öffnet die Aufzugtür sich wieder und der VRER kann betreten werden.

## Der „VR-Enrichment-Room“

Im VRER befinden sich beabsichtigt mehr 3D-Modelle als zuvor im DR, da hier mehr Freiheiten in der Gestaltung und Umsetzung gegeben wurden. So befindet sich an der Wand neben dem Aufzug ein Regal, auf welchem eine Orchidee sowie zwei Skulpturen

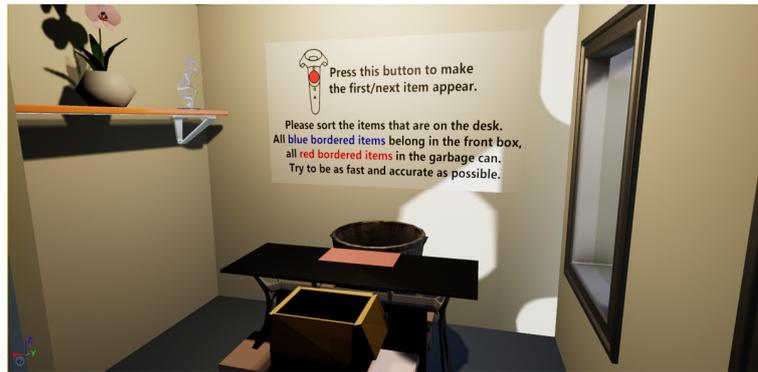


Abbildung 6.7: Startzustand des „VR-Enrichment-Rooms“.

stehen. Das Hauptaugenmerk sollte allerdings auf die Mitte des Raumes gelegt werden, da hier das, für das AAT-Training notwendige, Szenario aufgebaut wurde. Hier befindet sich zum einen ein Tisch, auf dem die Stimuli, mit denen interagiert werden soll, erscheinen. Zum anderen sind vor bzw. hinter dem Tisch Behälter vorzufinden, in welche die Stimuli durch den Benutzer einsortiert werden sollen. So steht zwischen Tisch und Nutzer eine Box und hinter dem Tisch eine Mülltonne. Beide Behälter stehen auf einem Hocker, um sich für den Benutzer auf einer angenehmen Höhe zu befinden. An der Wand hinter dem Schreibtisch, in Blickrichtung des Benutzers, befindet sich eine Anleitung, welche die Aufgabe des Raums und die Steuerung erläutert. Abb. 6.7 zeigt diesen Startzustand des VRER.

Unmittelbar vor dem Aufzug befindet sich eine Triggerbox (*TriggerBox\_2nd\_floor*), die das Betreten des Raumes registriert. Weitere Triggerboxen befinden sich auf dem Boden, dem Regal sowie außerhalb des Raumes – Orte, die von den 3D-Stimuli nicht berührt werden sollten. Darüber hinaus wird der gesamte Raum von einem Post Process Volume umgeben, welches notwendig ist, um die Rahmenfarbe der Objekte darstellbar zu machen.

Die Stimuli selbst, welche von Google Poly [GOO18], einer Datenbank für 3D-Modelle, bezogen wurden, existieren in je zwei verschiedenen Varianten: Zum einen mit einem blauen und zum anderen mit einem roten Rand. Damit das Programm diese Varianten voneinander unterscheiden kann, haben die Objekte Tags (deu. *Etiketten*) erhalten. Im Falle eines auf Rauchen bezogenen Stimulus, z. B. einer Zigarette, hat dieser im Falle eines roten Randes den Tag *red* und bei einem blauen Rand die Tags *blue* und *random*. Bei positiven Stimuli wurde analog verfahren, nur wurden die Farb-Tags genau anders herum vergeben. Die möglichen Gegenstände sind, mit ihrer standardmäßigen Randfarbe, in Abb. 6.8 zu sehen.

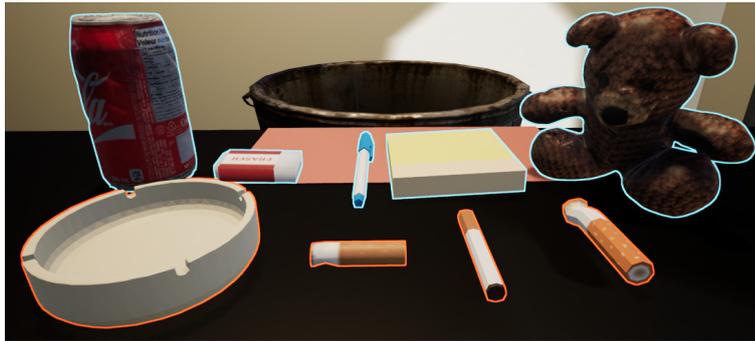


Abbildung 6.8: Die möglichen 3D-Stimuli im „VR-Enrichment-Room“.

Die Funktionalität des VRER befindet sich im „Level Blueprint“ des Projekts. Dieses kann als globaler Blueprint angesehen werden, da dieser Zugriff auf alle Actor-Instanzen sowie deren Blueprints hat, ohne dass direkte Blueprint-Kommunikation eingesetzt werden muss. Diese Herangehensweise hat einen speziellen Grund, auf den später noch eingegangen wird.

Wie zuvor im DR, wird direkt nach dem Start des Programms, ausgelöst durch das „Begin Play“-Event, die `config.ini` ausgelesen. Sobald der Nutzer aus dem Aufzug hinausgeht und den Raum betritt, löst er ein „OnActorBeginOverlap“ mit `TriggerBox_2nd_floor` aus. Dies führt zu einem dazu, dass sich die Aufzugtür wieder schließt, zum anderen wird der Boolean `enteredRoom2` auf `true` gesetzt.

Der erste Durchlauf startet in dem Moment, in dem der Nutzer, wie in der Anleitung angegeben, den Thumbstick auf einem der Controller drückt. Ist dies geschehen, wird über einen Branch überprüft, ob die beiden Booleans `enteredRoom2` und `sortedCorrectly` den Wert `true` zurückgeben. Letzterer ist anfangs bereits auf `true` gesetzt, wird allerdings, sofern die Bedingung tatsächlich `true` zurückgibt, umgehend auf `false` gesetzt, um zu verhindern, dass alle hinter dem Branch liegenden Funktionen unverzüglich erneut aufgerufen werden können. Danach werden, wie schon zuvor im DR die Variablen `time3`, `time4` sowie `inputDirection2` zurückgesetzt, welche hier eine analoge Verwendung haben. Anschließend wird der Integer `countObjects` um Eins inkrementiert und die Bedingung `countObjects <= maxObjects` überprüft, um festzustellen, ob alle Objekte durchlaufen worden sind oder nicht.

Wird an dieser Stelle `false` zurückgegeben (das Training ist demnach noch nicht abgeschlossen), erscheint, begleitet von einem „whoosh“-Soundeffekt, eine violette Rauchwolke in der Mitte des Tisches. Diese stammt aus dem „Infinity Blade Effects“-Set von Epic Games und wurde für die Verwendung innerhalb des AAT-Demonstrators leicht angepasst. Diese hat den Zweck, das Erscheinen der Gegenstände visuell anzuzeigen, damit diese nicht „aus dem Nichts“ auftauchen. Dafür wird die „spawnEmitterAtLoca-

tion“-Funktion verwendet, welche den Partikel-Effekt auf dem Tisch erscheinen lässt. Nahezu zeitgleich überprüft das Programm die Bedingung `randomBorderColorInt <= countObjects`, um zu entscheiden, ob der Stimulus, welcher anschließend erscheinen wird, eine zufällige Rahmenfarbe besitzen soll. Ist dies nicht der Fall, werden alle rauchbezogenen Stimuli einen roten und alle positiven Stimuli einen blauen Rand erhalten. Dies wird durch die „Multi Color Outline Post Process“-Erweiterung von Tom Looman [TOM15] ermöglicht, die es erlaubt, die Randfarbe eines Actors durch einen Integer-Wert zwischen 252 und 255 einzustellen, der in den Eigenschaften des Actors unter „CustomDepth Stencil Value“ eingetragen wird. Da die Verwendung eines Custom Stencils standardmäßig deaktiviert ist, muss dies zunächst in den Projekt-Optionen aktiviert werden.

Gibt die oben erläuterte Bedingung `true` zurück, wird die Funktion „spawnActor“ aufgerufen, anderenfalls die Funktion „spawnRandomActor“. Beide funktionieren auf sehr ähnliche Weise. Zunächst wird, wie im DR, ein zufälliger Integer erzeugt, welcher zwischen „0“ und der Länge des Arrays, in dem alle Objekt-Referenzen hinterlegt sind, liegt. Der aufgerufenen Funktion „SpawnActor“ werden als Parameter zum einen der Gegenstand, dessen Index mit dem erzeugten Integer übereinstimmt, und zum anderen die Koordinaten, an denen besagter Gegenstand erscheinen soll, übergeben. Letztere befinden sich mittig von einer eingefärbten Fläche, die sich auf der Oberfläche des Tisches befindet. Anschließend wird das ausgewählte Objekt in der Variable `recentObject`, vom Typ Actor-Objekt-Referenz, gespeichert. Im Anschluss erfolgt die einzige Stelle, in der die beiden Funktionen sich voneinander unterscheiden: Wurde „spawnActor“ aufgerufen, wird nun überprüft, ob der in `recentObject` gespeicherte Gegenstand das Tag `random` besitzt. Ist dies der Fall, wird der Actor zerstört und die Funktion erneut aufgerufen. Dies geschieht so lange, bis ein Gegenstand erzeugt wurde, der besagtes Tag nicht besitzt. Sobald ein passender Gegenstand aufgerufen wurde, stimmt der Ablauf der Funktionen wieder überein. Da hier, wie auch schon im DR, maximal drei Gegenstände desselben Typs in Folge erscheinen dürfen, wird dies im Folgenden überprüft. Der Verlauf ist analog zu dem im DR, nur heißen die Variablen in diesem Fall `countRed` und `countBlue`. Wie die Namen bereits schließen lassen, wird über die Tags festgestellt, welche Randfarbe der Gegenstand besitzt und dies in der jeweiligen Variable gezählt. Sollte die Maximalanzahl nicht überschritten sein, wird der Dateiname des in `recentObject` hinterlegten Gegenstandes in `objectName` abgespeichert, was später für die Output-Datei wichtig ist. Wurde sie allerdings überschritten, wird „getRedObject“ oder „getBlueObject“ aufgerufen, um ein Objekt mit entsprechender Randfarbe zu erzwingen. Zuvor muss allerdings der aktuelle Gegenstand zerstört werden, da es ansonsten passieren kann, dass mehrere Gegenstände auf einmal erscheinen.

Nachdem ein Gegenstand, begleitet von dem Raucheffect, welcher in Abb. 6.9 zu sehen ist, auf dem Tisch erschienen ist, beginnt die Zeitmessung. Diese verläuft analog zu



Abbildung 6.9: Raucheffekt beim Erscheinen der Gegenstände.

der im DR und auch die dazugehörigen Variablen behalten ihren Namen sowie ihre Funktion.

Als Nächstes muss der Nutzer den erschienenen Gegenstand greifen und korrekt in den entsprechenden Behälter einsortieren – blau umrandete Gegenstände in die Box und rot umrandete in die Mülltonne. Beide Behälter besitzen eine Triggerbox in ihrem Inneren, über welche ein „onActorBeginOverlap“-Event ausgelöst wird, sobald ein Actor mit dieser in Kontakt kommt. Dies ist in diesem Fall entweder der Gegenstand der sortiert werden soll oder eine der beiden virtuellen Hände des Benutzers. Da Letztere nicht berücksichtigt werden sollen, wurde diesen der Tag *player* hinzugefügt. Sobald folglich einer der beiden Behälter ein Overlap-Event auslöst, wird zunächst überprüft, ob der Rückgabewert von „otherActor“ (der Actor, der das Event ausgelöst hat) den Tag *player* trägt. Ist dies der Fall, handelt es sich demnach um eine der virtuellen Hände und es erfolgt keine weitere Reaktion durch das Programm. Andernfalls wird überprüft, ob das Objekt *recentObject* existiert und, falls ja, ob es den korrekten Farb-Tag für diesen Behälter besitzt.

Ist dies nicht der Fall, wurde das Objekt falsch einsortiert, es ertönt ein negativ klingender Ton und der Boolean *sortedCorrectly* wird auf *false* gesetzt. Danach wird, abhängig von dem in *error* gespeicherten Wert, die Armbewegung in die String-Variablen *inputDirection1* oder *inputDirection2* eingetragen. Im Falle der Mülltonne ist diese immer „PUSH“, bei der Box hingegen immer „PULL“. Daran anknüpfend wird die bisher vergangene Zeit in *time2* gespeichert. Anschließend wird *error* auf *true* gesetzt und das Raumlicht nimmt eine rote Farbe an.

War die Sortierung des Nutzers hingegen korrekt, wird zunächst *sortedCorrectly* auf *true* gesetzt sowie ein positiv klingender Ton abgespielt. Danach wird die Randfarbe des Gegenstandes in der String-Variablen *borderColor* gespeichert. Im Anschluss werden auch

in diesem Szenario die Armbewegung sowie die benötigte RZ des Benutzers abgespeichert – ist beim letzten Versuch davor kein Fehler gemacht worden in *inputDirection1* und *time2*, ansonsten in *inputDirection2* und *time4*. Nachfolgend werden die für diesen Durchlauf gesammelten Informationen in der „EnrichmentRoom.csv“ eingetragen. Zuletzt wird, sofern zuvor ein Fehler gemacht wurde, *error* auf *false* gesetzt und das Raumlicht wieder auf sein natürliches Farbspektrum eingestellt.

Die Variable *time1*, welche die Zeit enthält, die der Nutzer bis zu seiner ersten Reaktion benötigt hat, wird im VRER anders als im DR behandelt und gesetzt. Dies liegt daran, dass im VRER jeder Gegenstand, der erscheint, ein eigenständiger Actor ist. Im DR gab es lediglich die Leinwand, deren Textur geändert wurde, wodurch alles durch diese gesteuert und abgefragt werden konnte. Infolgedessen wurde im VRER eine kleine Triggerbox auf der Fläche platziert, auf welcher die Gegenstände erscheinen. Da diese lediglich wenige Pixel hoch ist, kann davon ausgegangen werden, dass der Gegenstand bewegt wurde, sobald er sie verlässt und somit kann ein „onActorEndOverlap“-Event genutzt werden. Sobald dieses ausgelöst wurde, wird zunächst durch die Suche nach dem Tag *player* überprüft, ob es sich bei dem zuvor überlappenden Actor lediglich um die virtuelle Hand des Nutzers handelte. Danach wird abgefragt, ob *recentObject* valide und demnach nutzbar ist und ob dieses entweder den Tag *red* oder *blue* besitzt. Sofern beide Bedingungen erfüllt sind, wird die Reaktionszeit abgespeichert. Im Falle der ersten Handlung innerhalb des Durchlaufs in *time1*, andernfalls in *time3*, was wiederum bedeutet, dass die erste und eventuell auch darauf folgende Reaktionen seitens des Nutzers fehlerhaft waren.

Auch im VRER gibt es einen „Event Tick“, welcher während der gesamten Laufzeit des Programms mit jedem Frame ausgelöst wird. Hier hat der Tick zwei Aufgaben: Die erste Aufgabe ist es, zu ermitteln, ob der erschienene Gegenstand seinen angedachten Radius verlassen und somit einen Bereich im oder außerhalb des Raums erreicht hat, welcher für die Bewältigung der Aufgabe unbrauchbar ist. Dies kann passieren, falls der Benutzer einen Behälter verfehlt oder den Gegenstand willkürlich wegwirft. Aus diesem Grund wurden solche Bereiche mit Triggerboxen umsäumt, welche bei Kontakt mit einem der Objekte ein „onActorBeginOverlap“-Event auslösen. Ist dies der Fall, wird *error* auf *true* sowie *sortedCorrectly* auf *false* gesetzt und ein negativ klingender Soundeffekt abgespielt, da es sich hierbei um eine fehlerhafte Handlung handelt. Anschließend wird der aktuelle, in *recentObject* gespeicherte, Actor zerstört und unverzüglich wieder auf dem Tisch zum Erscheinen gebracht, damit keine für das Training äußerst wichtige Zeit verloren geht. Die zweite Aufgabe des Event Ticks liegt darin, den Gegenstands-Actor zu zerstören, sobald dieser korrekt einsortiert wurde, sprich die Variable *sortedCorrectly true* ist sowie ein „onActorBeginOverlap“-Event von der Box oder der Mülltonne ausgelöst wurde.



Abbildung 6.10: Der aktivierte Abspann.

Da in beiden Fällen der Gegenstand nicht zerstört werden soll, ehe der Nutzer ihn nicht losgelassen hat, wurde den beiden Input-Events „GrabLeft“ sowie „GrabRight“, welche sich innerhalb des „MotionControllerPawn“-Blueprints befinden, eine weitere Boolean-Variable hinzugefügt. Durch Drücken des Triggers auf einem der Controller wird die Funktion „grabActor“ ausgeführt sowie die neue Variable *hasReleased* auf *false* gesetzt. Sobald der Trigger anschließend wieder gelöst wird, wird „releaseActor“ aufgerufen und *hasReleased* auf *true* gesetzt. Somit kann mit jedem Tick überprüft werden, ob *hasReleased true* zurückgibt, um dadurch dieses ungewollte Verhalten zu vermeiden.

Wurden alle Durchläufe erfolgreich beendet, was dadurch gekennzeichnet ist, dass die Bedingung  $countObjects \leq maxObjects$  nicht länger erfüllt wird, wird das Licht im Raum für 1 s grün, um dem Nutzer ein Feedback über seinen Erfolg zu geben. Anschließend wird ein Abspann gestartet, der hauptsächlich dazu dient alle externen Schöpfer aufzuführen, um die Auflagen des Urheberrechtes zu erfüllen. Bei besagtem Abspann handelt es sich um ein 3D-Widget, welches direkt vor der Anleitung, welche sich an der Wand gegenüber des Nutzers befindet, erscheint, sobald das Training abgeschlossen wurde. Abb. 6.10 zeigt den Anfang des Abspann-Videos.

### Das Terrain

Zuletzt wurde eine Graslandschaft mit Bäumen, Blumen und Büschen außerhalb des Hauses modelliert, damit die VE kein sichtbares Ende hat und natürlicher wirkt. Hierfür wurden das „Landscape“-Tool der UE sowie 3D-Modelle von Pflanzen aus dem „Infinity Blade Grass Lands“-Set von Epic Games benutzt. Potenziell bedrückende Gefühle durch die kleinen Räume sollen somit ebenfalls reduziert werden, damit sich die Teilnehmer während des Trainings wohler fühlen. Abb. 6.11 zeigt die Sicht aus einem der Fenster des DR.



Abbildung 6.11: Die Landschaft außerhalb des Hauses.

### 6.2.1.3 Schwachstellen und Grenzen

Die größte Herausforderung bei der Entwicklung des ersten Demonstrators war die Genauigkeit der RZ-Erfassung. Diese sollte im Idealfall auf die Millisekunde genau sein, da bereits Unterschiede von wenigen Millisekunden entscheidend für die Veränderung des kognitiven Bias sind.

Zunächst wurde versucht, die Zeiterfassung über die Systemzeit zu realisieren, wofür ein Custom-Blueprint-Knoten in C++ implementiert und verwendet wurde. Die Genauigkeit wurde mit steigender Komplexität des Programms jedoch zunehmend ungenauer. Nach einiger Recherche konnte herausgefunden werden, dass Blueprints immer Frame-abhängig sind. Das bedeutet, dass Funktionsaufrufe immer mit dem nächsten Frame ausgeführt werden, niemals zwischen zwei Frames. Das bedeutet wiederum, dass die Genauigkeit von der Hardware und Performance des verwendeten Rechners abhängig ist. Daher ist eine auf die Millisekunde genaue Zeitmessung unter der Verwendung von Blueprints nicht möglich.

Als Nächstes wurde die Zeitmessung mithilfe einer Timeline implementiert, die während des Betriebs kontinuierlich eine Variable aktualisiert, in der die bisher vergangene Zeit gespeichert wird. Für die Zeitmessung kann diese Variable einfach ausgelesen und der Rückgabewert in weiteren Variablen gespeichert werden. Daraus ergab sich eine Genauigkeit von 12 ms bis 16 ms auf dem verwendeten Rechner, was in Bezug auf die Genauigkeit kritisch, aber gerade noch akzeptabel, ist. Da dies allerdings die Verwendung von weniger leistungsfähigen Rechnern ausschließt, wurde für den zweiten Demonstrator ein neuer Lösungsansatz entwickelt.

## 6.2.2 Unity-Demonstrator

Basierend auf den Ergebnissen des UE-Demonstrators (siehe Kap. 6.2.1) wurde der VR-Demonstrator verbessert und erweitert. Da die Programmierung des Demonstrators ohnehin komplett überarbeitet werden musste, um eine Frame-unabhängige Zeitmessung zu erhalten, wurde ein Wechsel auf die Unity Engine [UNI20c] vollzogen, da diese weitere Vorteile bei der Konzeptionierung sowie der Implementierung bietet. Dazu gehören bspw. die Möglichkeiten, Code-Änderungen zur Laufzeit umsetzen oder denselben Code für mehrere Zielplattformen kompilieren zu können.

Die Anforderungen sind im Wesentlichen gleich geblieben, jedoch wurden die während der Vorstudie identifizierten Probleme (siehe Kap. 7.2.1) behoben. Darüber hinaus wurden neue Funktionen hinzugefügt. Zu den wichtigsten Änderungen gehören die Unterstützung des Leap Motion Infrarotsensors [LEA18], grafische Verbesserungen sowie erweiterte Algorithmen.

Im Vergleich zum ersten Demonstrator wurden auch einige Verbesserungen im Bereich der User Experience vorgenommen. Dazu gehört bspw. eine grafische Benutzeroberfläche (GUI), über die nun Einstellungen in einem Einstellungsuntermenü geändert werden können. Dadurch müssen Änderungen nicht mehr über die Konfigurationsdatei außerhalb des Programms vorgenommen werden.

### 6.2.2.1 Konzept

Der Unity-Demonstrator wurde für die Verwendung mit dem HTC Vive (Pro) HMD konzipiert, das eine Auflösung von  $2160 \times 1200$  Pixeln (Pro:  $2880 \times 1600$  Pixel) und eine Bildwiederholrate von 90 Hz hat [HTC17a; HTC20]. Zusätzlich wird der Leap Motion Infrarotsensor [LEA18] verwendet, um eigene Handbewegungen in die VE übertragen zu können und somit die Präsenz sowie das verspürte Embodiment erhöhen zu können. Beides sollte das Engagement sowie die Compliance der Nutzer verbessern, was wiederum den Therapieerfolg positiv beeinflussen sollte.

### Menüs und Einstellungsmöglichkeiten

Nach dem Start des Demonstrators wird ein Startbildschirm angezeigt werden, welcher die Möglichkeiten bietet, das VR-AAT-Training zu starten, in das Einstellungs Menü zu gelangen oder sich Informationen über das Programm anzeigen zu lassen (Mitwirkende, Lizenzierung). Diese Benutzeroberfläche wird ausschließlich für die Testleiter sichtbar sein, da nur diese Änderungen vornehmen können sollen. Die Testpersonen werden dadurch nicht abgelenkt, da dies keinen Einfluss auf die VE haben wird.

Im Einstellungsmenü soll der Versuchsleiter den Namen für die aktuelle Versuchsperson eingeben, die Anzahl der Stimuli die präsentiert werden, den Modus (Training, Placebo oder Bias-Messung), das Startlevel (Verum oder Placebo) sowie den Steuerungstyp (Leap Motion Controller oder HTC Vive Controller) auswählen können. Darüber hinaus soll es die Möglichkeit geben, neben den vordefinierten Reizen, weitere Stimuli hinzufügen zu können. Zusätzlich soll eine „vereinfachte Objektinteraktion“ de-/aktivierbar sein sowie die verwendete Sprache anpassbar sein. All diese Optionen sollen zudem jederzeit während des Trainings über ein In-Game-Menü zugänglich sein, welches ausschließlich für die Testleiter sichtbar ist. Dieses In-Game-Menü wird zusätzlich die Möglichkeiten eines Neustarts oder zum Laden des nächsten/vorherigen Levels bieten.

### **Verwendete Stimuli**

Die Stimuli werden in Form von 3D-Objekten präsentiert, welche durch fotorealistische Texturen oder 3D-Scans möglichst realistisch aussehen und dadurch klar erkennbar sein sollen. Die Reize unterteilen sich bei der hier beschriebenen Anwendung in suchtbezogene (Nikotin oder Alkohol) sowie neutrale/positive (Gesundheit, Sport, Ernährung) Stimuli. Diese sollen in gleicher Anzahl vorkommen und werden paarweise, in Form und Farbe, aufeinander abgestimmt (z. B. blauer Taschenkalender vs. blaue Zigarettenschmuck). Neben den fest einprogrammierten, internen 3D-Objekten soll es zusätzlich die Möglichkeit geben, weitere Objekte in das Programm einfügen zu können.

### **Regeln**

Die Wahl der spezifischen Stimuli sowie die Erzeugung der Stimuli-Sets orientiert sich stark an den Regeln des Joystick-AATs [MAC15]. Als Unterscheidungsmerkmal wird die Randfarbe der 3D-Objekte genutzt: Suchtbezogene Reize besitzen eine rote und neutrale/positive Reize eine blaue Umrandung. Ein Set besteht jeweils zur Hälfte aus suchtbezogenen und neutralen/positiven Reizen. Während des AAT-Trainings darf jede Farbe sowie jeder Stimulus (unabhängig von der Randfarbe) maximal dreimal in Folge auftreten.

In allen Modi der Anwendung werden 50 % der Stimuli weggeschoben und 50 % herangezogen. Im Modus „Training“ sind alle weggeschobenen Stimuli rauchbezogen und alle herangezogenen Stimuli neutral/positiv. Im „Bias“- sowie im Placebo-Modus hingegen wird jeweils die Hälfte der rauchbezogenen Stimuli herangezogen bzw. weggeschoben. Analog dazu werden die neutralen Reize behandelt.

Sobald das Training im Büroraum-Level gestartet wurde, soll in der Mitte des Tisches, begleitet von einem Partikel-Effekt, ein Stimulus erscheinen, der entweder eine rote oder blaue Randfarbe besitzt. Im Bar-Level sollen die Stimuli von einem animierten Barkeeper-Avatar auf die Theke gelegt werden. Im Büroraum müssen, wie schon beim UE-

Demonstrator, rot umrandete Stimuli in den Mülleimer geworfen (PUSH) und blau umrandete Reize in die Box einsortiert (PULL) werden. Auf diese Weise werden die für den AAT-Vorgang erforderlichen Armbewegungen im dreidimensionalen Raum beibehalten. In der Bar müssen Stimuli mit rotem Rand weggeworfen oder vom Rand der Theke geschoben werden (hierbei ist die Richtung nicht relevant), während die blau umrandeten Reize weiterhin in einer Box gesammelt werden sollen.

Wird der Stimulus falsch sortiert, soll sich die Beleuchtung im Raum rot färben und ein negativ klingender Ton zu hören sein, um den Probanden eine Rückmeldung über den Fehler zu geben. Gleichzeitig soll der Stimulus wieder an seinem Ursprungsort erscheinen, um den Probanden eine Korrektur des Fehlers zu ermöglichen. Wird der Stimulus hingegen korrekt einsortiert, wird ein positiv klingender Ton ertönen und eine Sekunde später erscheint, begleitet von dem Partikel-Effekt, der nächste Stimulus. Wurde zuvor ein Fehler gemacht, nimmt das Licht an dieser Stelle wieder seine natürliche Farbe an.

Nachdem die Hälfte der Reize korrekt sortiert wurde, soll, wie auch beim Joystick-AAT, eine Meldung erscheinen, welche die Teilnehmer über ihren Fortschritt informiert. Sobald alle Stimuli korrekt einsortiert wurden, soll sich das Licht im Raum kurzzeitig grün färben. Zudem wird eine Mitteilung eingeblendet werden, welche die Probanden für ihre Leistung lobt und ihnen dadurch auch die Rückmeldung gibt, dass das Training abgeschlossen ist.

### **Steuerung**

Als Steuerungs-Methode sollen die HTC Vive Controller oder der Leap Motion Controller verwendet werden können. Wurden die HTC Vive Controller ausgewählt, sollen diese innerhalb der VE als weiße androgyne Hände dargestellt werden, die eine Greifanimation besitzen. Bei der Verwendung des Leap Motion Controllers sollen, im Menü als auch zur Laufzeit, diverse Repräsentationen der Nutzerhände ausgewählt werden können.

Zum Starten des Trainings soll im Falle der HTC Vive Controller der Thumb-Stick eines Controllers gedrückt werden. Ist hingegen der Leap Motion Controller aktiv, soll hierfür eine Daumen-hoch-Geste ausgeführt werden. Um mit den 3D-Objekten zu interagieren, soll die Trigger-Taste der Controller verwendet werden. Mit dem Leap Motion Controller können Probanden mit ihren eigenen Händen Greifbewegungen ausführen, da diese vom System erkannt und deren Bewegungen in die VE übertragen werden.

Um die Interaktion mit den 3D-Objekten zu erleichtern, soll zudem eine vereinfachte Objektinteraktion zuschaltbar sein. Diese kann dazu verwendet werden, um Probanden das Ausführen von automatischen Aktionen zu erleichtern, da lediglich ein Schieben des Stimulus in die gewünschte Richtung notwendig sein wird. Diese Funktion hat den

Hintergrund, dass das Greifen, insbesondere von kleinen Objekten, bei der Verwendung des Leap Motion Controllers problematisch sein kann (siehe [NAV19]).

### **Datenerfassung**

Bei dem neuen Demonstrator soll eine Frame-unabhängige Zeitmessung im Millisekundenbereich erzielt werden. RZs sollen für jeden Stimulus zweimal aufgezeichnet werden. Die erste Zeitmessung zeigt die verstrichene Zeit zwischen dem Erscheinen des Reizes und dem ersten Kontakt mit diesem. Die zweite Aufzeichnung die benötigte Zeit um den Stimulus korrekt einzusortieren. Die Ergebnisse sollen, neben anderen wichtigen Parametern, in einer .csv-Datei abgespeichert werden, um eine Weiterverarbeitung und Auswertung zu erleichtern.

### **Der Büroraum**

Bei diesem Kontext wird es sich, wie schon beim VRER des UE-Demonstrators, um einen Büroraum, in dessen Mitte ein Tisch steht, handeln. Vor dem Tisch befindet sich ein Karton, dahinter eine Mülltonne. Auf dem Tisch wird sich eine Anleitung zum Starten befinden, wobei die Darstellung abhängig vom gewählten Steuerungsmodus sein soll. Außerdem soll sich am rechten Rand des Tisches ein Klemmbrett befinden, auf dem jederzeit einzusehen ist, welche Randfarbe in welchen Behälter einsortiert werden soll.

Um örtliche Präsenz zu erzeugen, wird außerhalb des Zimmers eine Landschaft zu sehen sein, welche durch Hügel begrenzt wird. Zusätzlich sollen im Hintergrund Naturgeräusche als Ambient-Soundtrack zu hören sein, um die Immersion sowie die Präsenz weiter zu stärken.

### **Die Bar**

Bei der Bar handelt es sich um einen weiteren Kontext. Im Vergleich zum Büroraum allerdings um einen Kontext, welcher stärker mit dem Konsum von Nikotin oder Alkohol assoziiert wird und dadurch einen höheren Suchtdruck auslösen sollte.

Um die Immersion sowie die Präsenz weiter zu optimieren, wird in diesem Szenario eine realistische und belebte Umgebung geschaffen, bspw. durch den Einsatz von animierten Avataren. So sollen die Stimuli hier von einem Barkeeper-Avatar präsentiert werden, anstatt mit einem Partikel-Effekt „aus dem Nichts“ zu erscheinen. Weitere Avatare sollen die Szene lebendig wirken lassen, indem sie z. B. miteinander interagieren oder im Hintergrund rauchen. Innerhalb der Bar werden passende Ambient-Sounds verwendet (z. B. Musik oder sich unterhaltende Menschen), außerhalb der Bar wird eine Strand-Szenerie zu sehen sein.



Abbildung 6.12: Das Startmenü der ANTARES-VR-Anwendung.

### 6.2.2.2 Implementierung

Da die Unity-Engine [UNI20c] für die Implementierung dieser Windows x64 Anwendung verwendet wurde, wurden alle Skripte in der Programmiersprache C# geschrieben. Die finale Anwendung wurde mit der Version 2019.4.31f1 (LTS) kompiliert. Das Ziel-HMD ist die HTC Vive Pro. Für die Steuerung können entweder die HTC Vive Controller oder der Leap Motion Controller verwendet werden.

#### Menüs und Einstellungsmöglichkeiten

Beim allerersten Start muss zunächst die Lizenzvereinbarung (Creative Commons BY-NC-ND 4.0 [CRE21]) akzeptiert werden. Diese besagt, dass das Material in jedwedem Format oder Medium vervielfältigt und weiterverarbeitet werden darf. Allerdings nur unter den Bedingungen, dass das Material nicht verändert wurde, nicht für kommerzielle Zwecke genutzt wird sowie angemessene Urheber- und Rechteangaben beigefügt sind. Sollte die Lizenzvereinbarung abgelehnt werden, wird das Programm automatisch beendet, im Falle einer Zusage erscheint anschließend das Startmenü.

Die erste Szene, welche nach dem Starten der VR-Anwendung geladen wird, ist die `MainMenu`-Szene. Diese besitzt ein `EventSystem` sowie ein `Canvas`, welche lediglich für die Studienleiter am Desktop-Rechner, jedoch nicht für die Nutzer in der VR, sichtbar sind. Sämtliche UI-Elemente, welche auf der `Canvas` platziert sind, gehören zur `UI`-Layer, um vom Programm korrekt zugeordnet und gerendert werden zu können.

Das UI des Startmenüs (Abb. 6.12) besteht aus den fünf interaktiven Buttons „Sitzung starten“, „Einstellungen“, „Credits“, „Lizenz“ und „Beenden“. Das `LanguageManager`-Skript weist an dieser Stelle vordefinierten Textelementen den entsprechenden Text in der ausgewählten Sprache zu. Hierfür wird ein `Dictionary<string, string>` verwendet, welches die entsprechende `.lang`-Datei (`de_DE.lang` oder `en_US.lang`) einliest und anschließend durch Schlüssel-Wert-Paare den übersetzten Text an den passenden Stellen

einfügt. So würde z. B. das Schlüssel-Wert-Paar <“WEL”, “Willkommen!”> dafür sorgen, dass Textfelder mit der ID *WEL* den Text „Willkommen!“ anzeigen. Die deutsche und englische Sprachdatei wird, sofern nicht vorhanden, beim Starten des Programms generiert. Weitere Sprachdateien können jederzeit erstellt und hinzugefügt werden.

Neben den interaktiven UI-Elementen wurde auch das restliche GUI möglichst ansprechend und intuitiv gestaltet. Zu den weiteren UI-Elementen, die hingegen statisch sind, gehören ein „ANTARES“-Titel-Schriftzug sowie die Logos der beteiligten Partner. Visuell wird alles von einer halbtransparenten weißen Vignette umrahmt. Im Hintergrund befindet sich eine durch Hügel abgegrenzte Naturlandschaft mit diversen Bäumen und Pflanzen. Die verwendete Skybox stellt einen sonnigen, leicht bewölkten Tag dar. Sollte kein VR-HMD angeschlossen sein, rotiert die Kamera innerhalb der Szene langsam im Uhrzeigersinn, andernfalls werden die Kopfbewegungen des VR-Nutzers in die VE übertragen.

Sobald ein Studienleiter auf den „Einstellungen“-Button klickt, öffnet sich zunächst ein vereinfachtes Einstellungsmenü (Abb. 6.13, links). Dieses enthält lediglich ein Eingabefeld für die Probanden-ID, drei Buttons zur Auswahl des AAT-Modus inklusive aller Level-, Stimuli- und Steuerungseinstellungen (Gruppe A: Verum, Gruppe B: Placebo oder Bias Messung) sowie jeweils ein Dropdown-Menü zur Auswahl der zu verwendenden Leap Motion Hände (siehe Abschnitt *Steuerung*) bzw. der Sprache. Dadurch werden zum einen alle für die Studie wichtigen Einstellungen abgedeckt, zum anderen werden Eingabefehler (im Vergleich zu einer manuell gepflegten Konfigurationsdatei) minimiert und die Arbeit der Studienleiter vereinfacht. Von den drei Modus-Buttons kann immer nur einer ausgewählt sein. Der aktive Button wird durch eine orange Färbung kenntlich gemacht, während die inaktiven Buttons weiß dargestellt werden. Durch Anklicken von „OK“ werden die vorgenommenen Einstellungen in einer Konfigurationsdatei gespeichert, „Abbrechen“ hingegen verwirft alle Änderungen und stellt die in der Konfigurationsdatei gespeicherten Einstellungen wieder her.

Durch einen Klick auf den „Erweiterte Einstellungen“-Button wird das erweiterte Einstellungsmenü (Abb. 6.13, rechts) geöffnet, welches feingranulare Einstellungsmöglichkeiten bietet. So sind hier folgende Optionen verfügbar:

- Ein Eingabefeld für die Probanden-ID.
- Die Zahl der Durchläufe gibt an, wie oft jeder einzelne Stimulus dem Nutzer präsentiert werden soll. Bei 20 Stimuli (10 positive, 10 negative) und drei Durchläufen würden demnach insgesamt 60 Stimuli gezeigt werden.
- Unter Modus kann ausgewählt werden, ob ein AAT-Training unter Trainings- bzw. Placebo-Bedingungen oder eine Bias-Messung durchgeführt werden soll.

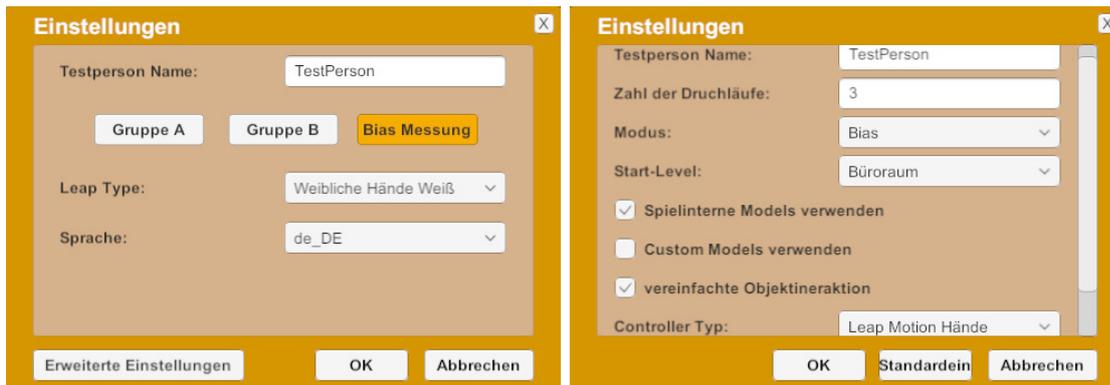


Abbildung 6.13: Das vereinfachte Einstellungs Menü (links) sowie die erweiterten Einstellungen (rechts).

- Als mögliche Startlevel stehen jeweils ein Büroraum für die Trainings- bzw. Kontrollgruppe sowie jeweils ein Bar-Level mit rauchbezogenen bzw. alkoholbezogenen Reizen zur Verfügung.
- Über Checkboxes können die spielinternen bzw. nutzergenerierten (custom) 3D-Modelle der zu verwendenden Stimuli de-/aktiviert werden. Es muss mindestens eine der beiden Checkboxes aktiviert sein.
- Ebenfalls per Checkbox kann die „vereinfachte Objektinteraktion“ de-/aktiviert werden. Ist diese deaktiviert, können die Nutzer wie gewohnt, mithilfe der HTC Vive Controller oder des Leap Motion Controllers, mit den präsentierten Stimuli interagieren. Ist diese Option hingegen aktiviert, müssen die Stimuli lediglich einen Impuls in die gewünschte Richtung erhalten, um eingeordnet zu werden.
- Die Repräsentation der HTC Vive Controller in der VE.
- Die Darstellung der Hände bei Verwendung des Leap Motion Controllers.
- Die gewünschte Sprache.

Neben den „OK“- und „Abbrechen“-Buttons befindet sich in diesem Menü auch noch ein „Standardeinstellungen“-Button, welcher alle Einstellungen wieder auf ihre Anfangswerte zurücksetzt.

Die Konfigurationsdatei „antares.conf“, in welcher alle Einstellungen gespeichert werden, wird, sofern sie nicht vorhanden ist, beim Starten des Programms mitsamt aller Standardwerte im Programmordner erstellt (vgl. Listing 6.2). Darüber hinaus wird in der Datei festgehalten, ob die Lizenzvereinbarung akzeptiert wurde.

Listing 6.2: Inhalt der Konfigurationsdatei „antares.conf“ mit Standardwerten.

---

```
#-----#
2 # License #
#-----#
4 licenseAccepted=False

6 #-----#
# Game Options #
8 #-----#
language=en_US
10 subjectName=TestPerson
iterations=5
12 usePrefabModels=True
useCustomModels=False
14 startLevel=0
mode=0
16 aimHelper=False
controllerType=0
18 handType=0
```

---

Das Erstellen, Bearbeiten und Auslesen der Konfigurationsdatei wird über das `ConfigManager`-Skript gesteuert. Dieses arbeitet in erster Linie, wie auch das oben erläuterte `LanguageManager`-Skript, mit einem *Dictionary* $\langle string, string \rangle$ . Auch hier wird nach einem Schlüssel gesucht, um anschließend den gespeicherten Wert in das entsprechende Feld zu schreiben. Dies ermöglicht zum einen, dass beim Öffnen der Einstellungen die zuvor gespeicherten Werte automatisch wiederhergestellt werden und zum anderen, dass neue Einstellungen in der Konfigurationsdatei abgespeichert werden.

Unter dem Menüpunkt „Credits“ finden sich die Namen aller mitwirkenden Entwickler und Projektpartner sowie deren Logos, die von Drittanbietern verwendeten 3D-Modelle, Icons und Sounds sowie die Verlinkung zum Git-Repository des *AsImpl*-Plugins (Asynchronous Importer and run-time Loader for Unity) von Giovanni Paolo Viganò [VIG20], welches für den Import von nutzergenerierten 3D-Modellen verwendet wird. Über „Lizenz“ kann die Lizenzvereinbarung zu jeder Zeit erneut eingesehen werden und „Beenden“ schließt die VR-Anwendung.

### Verwendete Stimuli und deren Aufbereitung für die AAT-Sitzung

Alle eingesetzten Stimuli sind möglichst realistische Repräsentationen der realen Objekte, z. B. durch 3D-Scans oder hochauflösende Texturen. Während einige 3D-Modelle mit Autodesk Maya 2018 [AUT21] selbst modelliert wurden, stammt der Großteil aus den Online-Datenbanken Sketchfab [SKE21], Turbosquid [TUR21] oder CGTrader [CGT21].

Die internen Modelle bestehen aus zehn verschiedenen suchtbezogenen Reizen sowie aus zehn unterschiedlichen, form- und farbkompatiblen Kontrollobjekten. Die suchtbezogenen Stimuli sind im Büro-Level rauchbezogen und im Bar-Level rauch- oder alkoholbezogen. Die rauchbezogenen Stimuli und ihre Kontrollobjekte sind in Abb. 6.14 dargestellt. Alle Stimuli im PUSH-Format werden mit einer roten Umrandung dargestellt, während solche im PULL-Format eine blaue Umrandung besitzen. Entsprechend der Randfarbe erhalten die Objekte intern das Tag „Red“ oder „Blue“, um vom Programm korrekt weiterverarbeitet werden zu können.

Jedes Stimulus-Prefab besitzt darüber hinaus folgende Komponenten:

- **Transform:** Wird verwendet, um die Position, Drehung und Skalierung des Objekts zu speichern und zu manipulieren.
- **Mesh Filter:** Der `Mesh Filter` nimmt ein Mesh aus den Assets und übergibt es zum Rendern auf dem Bildschirm an den `Mesh Renderer`.
- **Mesh Renderer:** Der `Mesh Renderer` nimmt die Geometrie vom `Mesh Filter` und rendert sie an der Position, die durch die `Transform`-Komponente des `GameObject`s definiert ist.
- **Rigidbody:** Ermöglicht dem `GameObject` auf physikalische Einflüsse zu reagieren.
- **Box Collider:** Der `Box Collider` ist ein grundlegendes, quaderförmiges Kollisionsprimitiv. Jeder Stimulus erhält zwei `Box Collider`: Einen für die Interaktion mit dem Objekt und einen für die Zeitmessung. Letzterer wird als *Trigger* deklariert, was bedeutet, dass dieser Collider zum Auslösen von Ereignissen verwendet und von der Physik-Engine ignoriert wird.
- **Material:** Definiert die äußere Erscheinung des Objekts.
- **Outline:** Dieses Skript gibt an, ob das Objekt rot oder blau umrandet wird.
- **Interaction Behaviour:** Leap Motion Komponente, welche dafür sorgt, dass das Objekt mit einem Controller oder den eigenen Händen manipuliert werden kann (z. B. Greifen, Schieben, Werfen).
- **Time Manager:** Skript, welches die Zeitmessung handhabt.

Die Erstellung der Stimuli-Prefabs sowie die Einhaltung der AAT-Regeln werden im `ModelManager`-Skript gehandhabt. Zum Importieren von benutzergenerierten 3D-Modellen wird dabei das *AsImpl*-Plugin verwendet. Der `GameController` speichert letztendlich die randomisierte Liste der Stimuli, damit diese in die VE geladen werden können. Der genaue Vorgang wird im Folgenden erläutert.



Abbildung 6.14: Das VR-Stimulus-Set, bestehend aus rauchbezogenen und form- und farbkompatiblen Kontrollobjekten (Quelle: [MAC21]).

Sofern benutzergenerierte Modelle verwendet werden, müssen diese zunächst als .obj-Datei im Projektordner unter „/UserContent/models/[pos || neg]/ModellName/model.obj“ abgespeichert werden. Positive Stimuli sollen demnach in dem Ordner „pos“ und suchtbezogene Objekte in dem Ordner „neg“ abgelegt werden. Der Dateiname muss immer „model.obj“ lauten. Durch Einhalten der Konventionen wird das *AsImpl*-Plugin die 3D-Modelle nach dem Laden des ausgewählten Levels automatisch zur Laufzeit importieren. Zur Einhaltung der AAT-Regeln muss hierbei allerdings darauf geachtet werden, dass gleich viele positive und suchtbezogene Stimuli erstellt wurden.

Für jedes importierte Modell wird daraufhin die Methode *CreateSpawnableObjectArrays(GameObject g, string s)* aufgerufen. *GameObject g* ist hierbei das importierte 3D-Modell und *string s* der Pfad zum Modell. Innerhalb der Funktion werden den 3D-Objekten zwei *Box Collider* (s. o.), ein *Rigidbody* mit aktivierter Interpolation sowie die Skripte *TimeManager* und *InteractionBehaviour* als Komponenten hinzugefügt. Anschließend wird die Startposition festgelegt und das Objekt wird vorerst deaktiviert, was in diesem Fall bedeutet, dass es in der VE vorhanden, jedoch nicht sichtbar und damit handhabbar ist.

Daraufhin wird der Pfad mit *s.Split('/')* an jedem „/“ aufgetrennt. Die daraus resultierenden „Stücke“ werden in dem Array *string[] typ* abgelegt. Dadurch kann ermittelt werden, ob es sich um einen positiven oder negativen Stimulus handelt, wodurch das importierte Objekt weiter aufbereitet werden kann. Zunächst wird der Name des Objektes durch *typ[typ.Length - 2]* ermittelt und im *GameObject* abgespeichert. Nun wird der Stimulus-Typ mittels *typ[typ.Length - 3]* festgestellt. Wenn diese Abfrage „pos“ zurückgibt, wird der Tag des Objekts auf „Blue“ gesetzt, das *Outline*-Skript wird mit blauer Randfarbe als Komponente hinzugefügt und das nun fertiggestellte *GameObject* wird dem Array *spawnableObjectsPosDynamic[]* hinzugefügt. Sollte bei der zuvor erwähnten Abfrage hingegen „neg“ zurückgegeben werden, wird analog zu den positiven Objekten der Tag auf „Red“ gesetzt und die Randfarbe dementsprechend rot gefärbt sowie das *GameObject* in das Array *spawnableObjectsNegDynamic[]* abgelegt.

Als Nächstes wird die Methode *CreateSpawnableObjectArrays()* aufgerufen, welche in dem Fall, dass keine benutzergenerierten Objekte verwendet werden, direkt nach dem Laden der Szene aufgerufen wird. Sofern aktiviert, werden zunächst alle internen Objekte aus den Arrays *spawnableObjectsPosPrefab[]* und *spawnableObjectsNegPrefab[]* geholt, welche Variablen der *GameController*-Komponente sind. Die benutzergenerierten Objekte entstammen den zuvor erstellten Arrays *spawnableObjectsPosDynamic[]* und *spawnableObjectsNegDynamic[]*. In allen Fällen wird im Anschluss daran für jedes Objekt die Funktion *CreateObjVersions(GameObject g)* aufgerufen, um ein „Gegenstück“ für jeden Stimulus-Typ zu kreieren.

Innerhalb der Funktion *CreateObjVersions(GameObject g)*, welcher als Parameter *GameObject g* ein Stimulus-Modell übergeben bekommt, wird als Erstes jedes *GameObject* mit *Instantiate(GameObject)* zweimal instanziiert. In beiden Instanzen wird der Name des Objektes abgespeichert, ehe diese deaktiviert werden. Anschließend wird der Tag der ersten Instanz ausgelesen. Sollte dieser „Blue“ zurückgeben, wird der Tag der zweiten Instanz auf „Red“ gesetzt und die Randfarbe in der *Outline*-Komponente in Rot abgeändert. Bei dem Rückgabewert „Red“ wird analog verfahren. Wenn die „vereinfachte Objektinteraktion“ aktiv ist, wird zusätzlich die *InteractionBehaviour*-Komponente aller *GameObjects* deaktiviert, damit die Nutzer die Stimuli nicht greifen oder verschieben können. Zuletzt werden alle ersten Instanzen in die Liste *rightObjects[]* und alle zweiten Instanzen in die Liste *reversedObjects[]* abgelegt.

Um nun eine randomisierte Liste zu erhalten, welche aus diesen Objekten aufgebaut ist, wird die Methode *CreateRandomObjectList()* verwendet. Diese erstellt zunächst eine temporäre *List<GameObject>*, ehe die Anzahl der Durchläufe aus der Konfigurationsdatei gelesen wird. Im Trainingsmodus wird nun die *rightObjects[]*-Liste dementsprechend oft durchlaufen, wobei alle enthaltenden *GameObjects* in die temporäre Liste übertragen werden. Im Falle des Placebo- oder Bias-Modus wird auch die *reversedObjects[]*-Liste analog dazu behandelt. Als Beispiel: Wurden zuvor drei Durchläufe eingestellt, wird der Inhalt beider Listen in dreifacher Ausführung in die temporäre Liste geschrieben. So wird gewährleistet, dass beide Varianten eines jeden Stimulus gleich oft präsentiert werden.

Die finale Stimuli-Liste, welche alle AAT-Regeln einhält, wird letztendlich mit der Funktion *GameObject[] ShuffleArrayPlus(GameObject[] array)* generiert, welche in Listing 6.3 aufgeführt ist. Bezüglich der AAT-Regeln muss an dieser Stelle noch sichergestellt werden, dass jede Randfarbe sowie jeder Name maximal dreimal in Folge auftreten dürfen.

Als Erstes wird das als Parameter übergebene *GameObject[] array*, welches die zuvor beschriebene temporäre, in ein Array umgewandelte Liste darstellt, in die neue *List<GameObject> a* übertragen. Danach werden eine weitere Liste, *List<GameObject> a2*, erstellt sowie in den beiden Integer-Variablen *red* bzw. *blue* die Anzahl der roten und blauen Objekte festgehalten.

In Zeile 9 wird das Array *short[] duplicateCounter = { 0, 0, 0 }* initialisiert, dessen erster Wert ein Zähler für das „Blue“-Tag, der zweite Wert ein Zähler für das „Red“-Tag und der dritte Wert ein Zähler für den Namen ist. Zur Überprüfung von Namens-Duplikaten wird anschließend, solange die Liste *a* noch nicht leer ist, ein zufälliges *GameObject* aus der Liste herausgenommen und in der Variable *item* hinterlegt. Wenn die Liste *a2* mindestens ein Element enthält (das erste *item* kann *a2* direkt hinzugefügt werden, da kein Duplikat auftreten kann), wird überprüft, ob das aktuelle Objekt denselben Namen

Listing 6.3: Die *ShuffleArrayPlus()*-Methode, welche das finale Stimuli-Array für die AAT-Sitzungen generiert.

---

```

private static GameObject[] ShuffleArrayPlus(GameObject[] array) {
2   List<GameObject> a = new List<GameObject>(array);
   List<GameObject> a2 = new List<GameObject>();
4   int red = a.Count / 2; ;
   int blue = a.Count - red;
6   short maxDuplicates = 3;

   // 0: Blue-Tag, 1: Red-Tag, 2: Name
   short[] duplicateCounter = { 0, 0, 0 };
10

   while (a.Count > 0) {
12       GameObject item = a[UnityEngine.Random.Range(0, a.Count)];
       if (a2.Count > 0) {
14           if (a2[a2.Count - 1].name == item.name)
               duplicateCounter[2]++;
16           else
               duplicateCounter[2] = 0;
18       }
       switch (item.tag) {
20           case "Blue":
               if (duplicateCounter[2] < maxDuplicates && duplicateCounter[0] + 1 ↵
                   ↵ <= maxDuplicates && (blue - 1) >= (red / 2)) {
22                   duplicateCounter[0]++;
                   duplicateCounter[1] = 0;
24                   a2.Add(item);
                   a.Remove(item);
26                   blue--;
               } break;
28           case "Red":
               if (duplicateCounter[2] < maxDuplicates && duplicateCounter[1] + 1 ↵
                   ↵ <= maxDuplicates && (red - 1) >= (blue / 2)) {
30                   duplicateCounter[1]++;
                   duplicateCounter[0] = 0;
32                   a2.Add(item);
                   a.Remove(item);
34                   red--;
               } break;
36       }
   }
38   return a2.ToArray();
}

```

---

wie das Objekt davor hat. Falls ja, wird der Namens-Zähler um eins inkrementiert, falls nicht, wird dieser wieder auf null gesetzt.

Ab Zeile 19 werden Farb-Duplikate überprüft und behandelt. Wenn das in *item* hinterlegte GameObject den Tag „Blue“ besitzt, wird als Erstes überprüft, ob der Zähler für Namens-Duplikate noch unter drei liegt, die Anzahl der „Blue“-Tag-Duplikate plus eins kleiner gleich drei ist und ob die Anzahl der blauen Objekte minus eins größer gleich der Hälfte der noch vorhandenen roten Objekte ist. Die letzte Abfrage ist notwendig, um eine Endlosschleife zu vermeiden, welche auftreten würde, falls am Ende noch viel weniger blaue als rote Objekte vorhanden sind. Bspw., weil die zufällige Reihenfolge zu oft in „blau blau rot“ resultierte. Sofern alle drei Bedingungen erfüllt sind, wird der „Blue“-Tag-Zähler um eins inkrementiert, der „Red“-Tag-Zähler auf null gesetzt, das GameObject der Liste *a2* hinzugefügt sowie aus der Liste *a* entfernt und die Anzahl der blauen Objekte wird um eins dekrementiert. Sollte *item* ein „Red“-Tag besitzen, wird analog vorgegangen.

Sobald sich keine Elemente mehr in der Liste *a* befinden und demnach alle Stimuli in einer AAT-konformen Reihenfolge in der Liste *a2* vorhanden sind, kann *a2* in ein Array umgewandelt und als Variable *spawnableObjectsRandom* an den `GameController` übergeben werden.

### Funktionalität der AAT-Sitzungen

Die Funktionalität der AAT-Sitzungen wird über die `GameController`-Klasse gesteuert, welche das zuvor erstellte Array *spawnableObjectsRandom* übergeben bekommt. Dieses beinhaltet alle Stimuli, welche während der Sitzung präsentiert werden sollen, in der Reihenfolge, in welcher sie erscheinen werden und hält sich dabei an alle AAT-Regeln.

Beim Start einer Szene wird zunächst in der Konfigurationsdatei überprüft, ob die HTC Vive Controller oder der Leap Motion Controller zur Interaktion verwendet werden. Entsprechend der Auswahl werden zum einen die 3D-Modelle der jeweils anderen Interaktionsvariante deaktiviert und zum anderen erscheint die passende Startanleitung auf dem Tisch. Wird der Leap Motion Controller genutzt, enthält die Konfigurationsdatei zusätzlich einen Eintrag darüber, welches Hand-Modell aus dem `ModelPool` aktiviert werden soll.

Die *Update()*-Methode, welche mit jedem neuen Frame ausgeführt wird, überprüft über einen Listener, ob es zu einer Tastatureingabe kam, bspw. um die Kamera zu steuern. Ein weiterer Listener kontrolliert vor dem Erscheinen eines neuen Stimulus, ob der Nutzer den Mindestabstand zur Tischmitte einhält. Ist dies nicht der Fall, erscheint nach zwei Sekunden ein Text über dem Tisch, welcher den Benutzer über diesen Zustand informiert.



Abbildung 6.15: Eine Zigarettenspackung im PUSH-Format wird innerhalb der Büro-Szene in den Mülleimer einsortiert. Bei der hierbei verwendeten Interaktionsart handelt es sich um den Leap Motion Controller.

Nachdem das AAT-Training gestartet wurde, wird innerhalb der *SpawnNewObject(bool notThumbUp = true)*-Methode zunächst überprüft, ob der erste Stimulus bereits präsentiert wurde und ob der Mindestabstand eingehalten wird. Ist dies der Fall, wird nach einer Sekunde der erste Stimulus mittels *spawnableObjectsRandom[spawnableObjectArrayPosition]* (*spawnableObjectArrayPosition* ist an dieser Stelle 0) in der Mitte des Tisches (Büro) bzw. in der Hand des Barkeeper-Avatars (Bar) instanziiert, die Zeitmessung zurückgesetzt und *spawnableObjectArrayPosition* um eins inkrementiert. Im Büroraum wird zusätzlich der Partikeleffekt instanziiert und ein Mal abgespielt. Im Bar-Level wird der Effekt nicht benötigt, da die Stimuli von einem Barkeeper-Avatar präsentiert werden. Zusätzlich wird die Startanleitung entfernt und die visuellen Hilfen, die aufzeigen welche Randfarbe in welchen Behälter einsortiert werden soll, erscheinen, bis der erste Stimulus korrekt einsortiert wurde. Ab dem zweiten Stimulus wird ganz ähnlich vorgegangen, lediglich die Startanleitung sowie die visuellen Hilfen bleiben deaktiviert und werden demnach nicht weiter berücksichtigt. Das Einsortieren eines rauchbezogenen Stimulus wird in Abb. 6.15 abgebildet.

Sobald die Hälfte der Stimuli korrekt einsortiert wurde, verfärbt sich das Licht im Raum mittels der *FlashColoredLight(Color c, short seconds = 1)*-Methode für eine Sekunde lang gelb, ehe die natürliche Lichtfarbe wiederhergestellt und ein Hinweistext eingeblendet wird. Dieser gibt den Nutzern eine Rückmeldung darüber, dass sie die Hälfte des Trainings abgeschlossen haben und dass sie die Sitzung mit dem Thumbstick bzw. einer Daumen-Hoch-Geste fortsetzen können. Nachdem alle Stimuli korrekt behandelt wurden, wird das Licht eine Sekunde lang grün, die Zeitmessung wird beendet und der Hinweistext gibt dem Benutzer ein positives Feedback zum abgeschlossenen AAT-Training.

Die Messung der Reaktionszeiten wird über das `TimeManager`-Skript kontrolliert, welches von der `Stopwatch`-Klasse [MIC18] sowie von der `Thread`-Klasse [MIC21] Gebrauch macht, um eine auf die Millisekunde genaue, Frame-unabhängige Zeitmessung zu erzielen. Insgesamt werden pro Stimulus drei bis fünf Zeiten in einer `.csv`-Datei abgespeichert, welche in ähnlicher Form auch beim Joystick-AAT erfasst werden. Unabhängig davon, ob ein Fehler gemacht wurde, werden folgende Zeiten gemessen:

- **RT1:** Das Erscheinen des Stimulus.
- **RT2:** Die initiale Berührung des Stimulus. Kann über den `Trigger-Box Collider` des `GameObjects` sowie über die `OnGraspBegin`-Methode der `InteractionBehaviour`-Komponente ermittelt werden.
- **RT3:** Das erste (korrekte) Einsortieren des Stimulus.

Wurde beim Einsortieren mindestens ein Fehler gemacht oder hat der Stimulus den Boden berührt, werden zusätzlich folgende Zeiten festgehalten:

- **RT4:** Das letzte Zurücksetzen des Stimulus an seinen Ursprungsort.
- **RT5:** Die finale initiale Berührung des Stimulus, nachdem mindestens ein Fehler aufgetreten ist und dieser an seinen Ursprung zurückgesetzt wurde. Die Erfassung verläuft analog zu *RT2*.
- **RT6:** Das letztendlich korrekte Einsortieren des Stimulus, nachdem mindestens ein Fehler gemacht wurde.

Ob ein Stimulus korrekt einsortiert wurde, entscheidet sich, sobald dieser den `Trigger-Box Collider` eines Behälters berührt. Während die (linke) Box überprüft, ob das Stimulus-Game-Object über den Tag „Blue“ verfügt, fragen der Mülleimer bzw. die rechte Box den Tag „Red“ ab. Wurde zuvor kein Fehler gemacht, werden *RT3* sowie die Bewegungsrichtung „PULL“ ((linke) Box) bzw. „PUSH“ (Mülleimer/rechte Box) in die `.csv`-Datei eingetragen, ein positiver Ton erklingt und das Game-Object wird zerstört. Wurde hingegen ein Fehler gemacht, ertönt ein negativ klingender Ton, das Licht im Raum färbt sich bis zum korrekten Einsortieren rot und der Stimulus erscheint wieder an seinem Ursprungsort. *RT4*, *RT5* und *RT6* werden mit jedem weiteren Fehler fortwährend überschrieben, sodass lediglich die Reaktionszeiten der finalen Reaktion festgehalten werden.

### Steuerung

Für die Steuerung können sowohl die HTC Vive Controller als auch der Leap Motion Controller verwendet werden. In beiden Fällen wird jegliche Interaktion über die



Abbildung 6.16: Wurden die HTC Vive Controller als Interaktionsmethode ausgewählt, werden diese innerhalb der VE als behandschuhte Hände dargestellt.

Leap Motion-Klasse `InteractionManager` realisiert. Diese ist die Kernkomponente, welche sämtliche `InteractionBehaviour`-Komponenten in der Szene verwaltet. Die `InteractionManager`-Klasse ermöglicht es der `InteractionBehaviour`-Komponente, sich bei ihr zu registrieren und stellt alle für den Betrieb erforderlichen Rückruffunktionen bereit. Diese Klasse kümmert sich auch um die gesamte Verwaltung, um den Überblick über alle Objekte, virtuellen Hände und den internen Zustand des Interaktion-Plugins zu behalten.

Innerhalb der AAT-Trainings-Szenen wird das `LeapRig`-Prefab eingefügt, welches neben der Kamera auch die `HandModels`-Klasse enthält. Letzteres wiederum besitzt zum einen die `HandModelManager`-Komponente, in dessen `ModelPool` alle verfügbaren Hand- bzw. Controller-3D-Modelle hinterlegt werden und zum anderen die `CycleHandPairs`-Komponente, welche die im `ModelPool` hinterlegten Modelle in der VE verfügbar macht. Zudem können die Modelle mittels der Pfeiltasten der Computertastatur (links/rechts) durchgeschaltet werden.

Sofern die HTC Vive Controller als Interaktionsmethode ausgewählt wurden, werden diese als behandschuhte Hände repräsentiert (siehe Abb. 6.16), welche eine selbst entworfene Greifanimation besitzen. Zum Greifen muss der Trigger-Button gedrückt und gehalten werden. Um das Objekt loszulassen, muss auch der Trigger-Button gelöst werden. Zum Starten bzw. Fortsetzen des AAT-Trainings muss der Thumbstick gedrückt werden.

Wurde hingegen der Leap Motion Controller als Interaktionsmethode ausgewählt, können folgende Repräsentationen, entweder direkt über das Hauptmenü oder über die Pfeiltasten der Tastatur, selektiert werden (vgl. Abb. 6.17):

- Leap Motion „Capsule Hands“,
- Leap Motion „Low Poly Hands“,
- männliche Hände mit Unterarm (weiß oder Hauttextur) sowie

- weibliche Hände mit Unterarm (weiß oder Hauttextur).

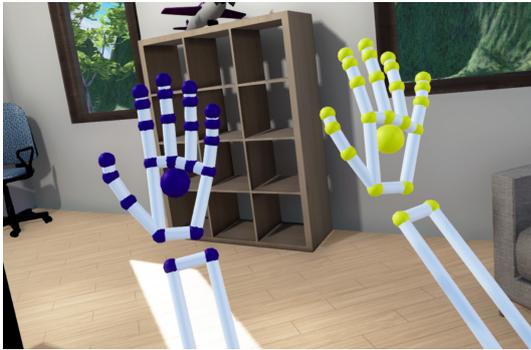
Die Darstellung der Unterarme ist hierbei besonders innovativ, da das Leap Motion SDK (Version 4.4.0) diese nicht vorsieht. Standardmäßig werden von diesem lediglich die Darstellung und Nutzung von Händen unterstützt. Um die Positionierung sowie die Koordinaten für die Translation der Unterarme korrekt weiterzugeben, mussten einige Änderungen am Quellcode des Leap Motion SDK vorgenommen werden. Dies wurde schließlich mit einem erhöhten Grad an Immersion und Body-Ownership belohnt, da die Benutzer keine „schwebenden Hände“ vor sich sehen, sondern auch Unterarme, die scheinbar von ihrem Körper ausgehen.

Das Training kann mit einer Daumen-Hoch-Geste begonnen sowie nach der Hälfte der Stimuli fortgesetzt werden. Sollte die Daumen-Hoch-Geste bei einem Nutzer nicht erkannt werden (z. B. aufgrund von kalten Händen oder Schmuck), ist es jederzeit möglich, diese durch Betätigen der „F1“-Taste zu ersetzen.

Um die Nutzer im virtuellen Raum verschieben zu können, bspw. weil der reale Raum zu klein ist, um vor den virtuellen Tisch treten zu können, wurde durch das `SimpleCameraController`-Skript die Möglichkeit implementiert, dies mit den Tastaturtasten „W“, „A“, „S“ oder „D“ zu realisieren. Zudem kann mit den Tasten „Q“ bzw. „E“ die Höhe der Kamera geändert werden. Dadurch kann die Höhe zum einen auf die Körpergröße des Nutzers angepasst werden, zum anderen ist somit allerdings auch die Barrierefreiheit der Anwendung gewährleistet, da auch Nutzer, welche (in einem Rollstuhl) sitzen müssen, das AAT-Training problemlos durchführen können. Mit der Taste „F5“ ist zu jeder Zeit ein Reset der Szene möglich.

Im „Normalfall“ kann mit allen `GameObjects`, welche die Komponente `InteractionBehaviour` besitzen, interagiert werden. Mithilfe der HTC Vive Controller oder, im Falle des Leap Motion Controllers, mit den eigenen Händen gegriffen, geschoben und geworfen werden. Da beim AAT-Training jedoch schnelle, intuitive Handlungen abgefragt und modifiziert werden, wurde die optionale „vereinfachte Objektinteraktion“ implementiert. Ist diese aktiv, muss der Stimulus lediglich einen Impuls in die gewünschte Richtung bekommen und bewegt sich anschließend selbstständig in den entsprechenden Behälter hinein.

Die „vereinfachte Objektinteraktion“ wird über das Skript `TractorBeam` realisiert. Darin werden, nach dem Laden der Szene, zunächst alle vorhandenen Waypoints (Koordinatenpunkte, an denen sich das Objekt entlang bewegen soll) in einem Array abgespeichert. Von da an wird in jedem Frame überprüft, ob der präsentierte Stimulus zum ersten Mal berührt wurde, was wiederum über den als Trigger deklarierten `Box Collider` überprüft wird.



(a) Leap Motion „Capsule Hands“.



(b) Leap Motion „Low Poly Hands“.



(c) männliche Hände mit Unterarm (weiß).



(d) weibliche Hände mit Unterarm (weiß).



(e) männliche Hände mit Unterarm (Hauttextur).



(f) weibliche Hände mit Unterarm (Hauttextur).

Abbildung 6.17: Nach der Auswahl des Leap Motion Controllers als Interaktionsvariante können die oben aufgeführten Handmodelle ausgewählt werden.

Sobald die erste Berührung registriert wurde, wird die Position der beiden Hände in den Variablen *currentPositionRight* und *currentPositionLeft* festgehalten. Anschließend wird berechnet, wie groß der Abstand der Hände zum Zentrum des Stimulus-GameObjects ist. Sobald die gemessene Distanz einer Hand den Schwellenwert von *0.1f* unterschreitet, werden die 2D-Positionen (x- und y-Achse) des Stimulus-GameObjects (*objPos2D*) sowie der Hände (*currentPositionRight2D* und *currentPositionLeft2D*) gespeichert. Mithilfe dieser Variablen kann anschließend berechnet werden, von welcher Seite das Objekt angenähert wurde.

Sofern sich die verwendete Hand von hinten nach vorne (Training) oder von rechts nach links (Placebo) gegen das Stimulus-GameObject bewegt hat, wird dieses anschließend über die Waypoints in die vordere (Training) bzw. linke (Placebo) Box transportiert. Zusätzlich wird *RT2* festgehalten, wenn noch kein Fehler gemacht wurde, ansonsten wird *RT5* gespeichert. Bei einer Annäherung aus entgegengesetzter Richtung wird analog verfahren, jedoch wird das Objekt in diesem Fall in den hinter dem Tisch befindlichen Mülleimer (Training) bzw. in die rechte Box (Placebo) bewegt.

### Die Büroraum-Szene

Als möglichst neutraler Raum wurde, wie schon zuvor beim UE-Demonstrator (vgl. Kap. 6.2.1), ein virtueller Büroraum erstellt. Im Vergleich zu dem Büroraum des UE-Demonstrators ist der neue Raum deutlich größer und geräumiger, um Unwohlsein aufgrund der Enge zu vermeiden. Die Inneneinrichtung des Raumes ist ebenfalls möglichst neutral gehalten worden, um die Probanden nicht abzulenken. Der finale Raum für das AAT-Training ist in Abb. 6.18 (a) zu sehen.

Die für das VR-AAT-Verfahren essenziellen Objekte sind der Tisch in der Mitte des Raumes sowie die beiden Behälter, in welche die Stimuli einsortiert werden sollen. In der Trainings-Bedingung handelt es sich dabei um eine Box vor dem Nutzer, in welche alle Stimuli im PUSH-Format abgelegt werden sollen, sowie um einen Mülleimer hinter dem Tisch, in welchen alle Stimuli im PULL-Format einsortiert werden müssen. In der Placebo-Kontrollbedingung stehen zwei Kartons auf dem Tisch, einer am linken Tischrand, in welchen blau umrandete (PULL) Stimuli gelegt werden und einer am rechten Tischrand für die rot umrandeten (PUSH) Stimuli. Demnach besteht in dieser Bedingung keine Kontingenz zwischen dem Stimulus-Typ und der Box-Position. Die Kontrollbedingung ist, wie auch ein Stimulus im PUSH-Format, in Abb. 6.18 (b) dargestellt.

Direkt nach dem Laden der Szene befindet sich eine runde Anleitung auf dem Tisch, auf welcher dargestellt wird, wie das Training gestartet wird: Werden die HTC Vive Controller benutzt, muss der Thumbstick gedrückt werden, wird der Leap Motion Controller verwendet, wird das Training mit einer Daumen-Hoch-Geste begonnen. Letztere wird in Abb. 6.19 demonstriert. Zusätzlich wird mit der `TextMesh`-Klasse ein Text im



Abbildung 6.18: (a) zeigt den Startzustand des Büroraums. Hier in der Trainingsbedingung mit englischer Textausgabe. In (b) ist der Büroraum in der Placebo-Bedingung, direkt nach dem Start des AAT-Trainings, dargestellt.



Abbildung 6.19: Zustand direkt nach dem Starten des Trainings mittels einer Daumenhoch-Geste

dreidimensionalen Raum platziert, welcher dies zusätzlich erläutert. Nach der Hälfte des AAT-Trainings gibt der Text diesen Sachverhalt wieder und bittet darum, das Training fortzusetzen. Nachdem alle Stimuli korrekt einsortiert wurden, werden die Nutzer über den Text gelobt und darum gebeten, einen Fragebogen auszufüllen.

Sobald das AAT-Training gestartet wurde, erscheinen über dem entsprechenden Behälter die Wörter „Blue“ und „Red“, unter denen sich ein animierter Pfeil befindet, welcher in den Behälter zeigt (siehe Abb. 6.18b und Abb. 6.19). Dadurch wird den Nutzern eine schnell verständliche, visuelle Anleitung dargeboten. Diese Hilfestellung verschwindet nach dem korrekten Einsortieren des ersten Stimulus wieder, weswegen am rechten Tischrand ein Klemmbrett liegt, welchem jederzeit entnommen werden kann, welche Farbe in welchen Behälter abgelegt wird.

Um zu verhindern, dass die erste Reaktionszeit (*RTI*) manipuliert werden kann, muss vor dem Erscheinen des nächsten Stimulus ein gewisser Mindestabstand zur Tischmitte eingehalten werden. Sollte dieser vor dem Start des Trainings oder zwischen zwei Stimuli nicht eingehalten werden, wird über dem Tisch ein Text eingeblendet, welcher den Nutzer darum bittet, mehr Abstand zur Tischmitte einzuhalten. Sobald dies geschehen ist, wird der nächste Stimulus präsentiert und kann einsortiert werden.



Abbildung 6.20: Der Büroraum ohne Post-Processing (links) sowie nach Anwendung des Post-Processing-Filters (rechts).

Bei der Außenlandschaft, welche durch die Fenster sowie durch die Glasscheiben der Tür zu sehen ist, handelt es sich um dasselbe Terrain, welches schon im Startmenü verwendet wurde. Für mehr Realismus bewegen sich die Pflanzen im Wind und die Bäume wurden in Form und Höhe randomisiert auf dem Terrain verteilt. Die Hügel im Hintergrund verhindern, dass die Nutzer sehen, dass die VE dahinter nicht fortgesetzt wird. Als Ambient-Sound ist ein beständiges Vogelgezwitscher im Hintergrund zu hören. All dies trägt positiv zur Immersion und örtlichen Präsenz bei.

Um das Terrain, den Raum und alle darin befindlichen Objekte möglichst originalgetreu darzustellen, wurde nach realistischen Modellen gesucht. Einige der Gegenstände (bspw. das Klemmbrett oder das „Rain Er“-Flugzeug) wurden selbst modelliert. Zusätzlich wurde ein Post-Processing-Profil erstellt, um die Grafik noch weiter zu verbessern. Ein Vorher-Nachher-Vergleich kann Abb. 6.20 entnommen werden. Da Post-Processing, vor allem in Verbindung mit VR, sehr viel Leistung benötigt, müssen hier die optimalen Einstellungen gefunden werden. Dies bringt jedoch enorme Vorteile mit sich, da die Immersion sowie die örtliche Präsenz durch gelungenes Post-Processing deutlich verbessert werden können.

### Die Bar-Szene

Als weiteres Szenario wurde eine Strandbar entworfen. Im Vergleich zum neutral gehaltenen Büroraum ist dies explizit ein Suchtdruck-induzierendes Szenario, da in einer Bar



Abbildung 6.21: (a) Barkeeper legt nicht-alkoholisches Getränk auf den Tresen.  
(b) Präsentation eines alkoholischen Stimulus.

häufig nikotinhaltige Produkte oder Alkohol konsumiert werden. Dementsprechend werden in dieser Szene, neben den rauchbezogenen Stimuli, auch alkoholbezogene (bspw. Bier, Wodka) vs. nicht-alkoholische (bspw. Wasser, Saft) Getränke präsentiert.

Die Stimuli erscheinen in dieser Szene nicht begleitet von einem Partikeleffekt, sondern werden von einem Barkeeper-Avatar auf den Tresen abgelegt, vor welchem der Nutzer während des Trainings steht. Dieser Vorgang ist in Abb. 6.21 dargestellt. Bei einem indirekten AAT muss ein blau umrandeter Reiz (PULL) in eine Box einsortiert werden, die auf einem Barhocker direkt neben dem Teilnehmer steht. Ein rot umrandeter (PUSH) Stimulus muss dagegen durch Wegwerfen aussortiert werden. Bei einem direkten AAT werden die Teilnehmer angewiesen, alle neutralen Stimuli einzusammeln und alle suchtbezogenen Stimuli wegzuworfen. Dadurch sollen diese Reaktionen tatsächlichen Annäherungs- und Vermeidungsbewegungen entsprechen. Beispielhafte Reaktionsweisen auf einen neutralen gegenüber einem rauchbezogenen Reiz sind in Abb. 6.22 zu sehen.

Optisch handelt es sich bei der Bar um einen großen und weitläufigen Innenraum, welcher so realistisch und lebendig wie möglich gestaltet wurde, um eine optimale Immersion sowie örtliche Präsenz und damit erhöhten Suchtdruck zu erzielen. Zu großen Teilen wurden 3D-Scans verwendet, da diese einen enormen Realitätsgrad aufweisen. Sämtliche Avatare, welche sich in der Nähe des Nutzers befinden, z. B. der Barkeeper oder die Musikband, sind ebenfalls 3D-Scans von echten Menschen. Avatare, welche sich weiter im Hintergrund befinden, sind hingegen Low-Poly-Modelle, welche größtenteils mit MakeHuman [MAK21] erstellt wurden.

Um der gesamten Szene „Leben einzuhauchen“ werden alle Avatare animiert. Auch hier wird erneut zwischen Avataren, welche sich in der Nähe befinden und solchen, die

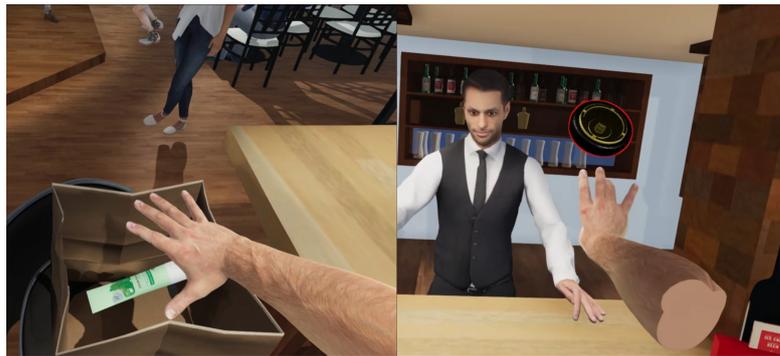


Abbildung 6.22: Ein neutraler Stimulus (Zahnpastatube) wird in die Schachtel gelegt (links, Annäherung) vs. ein rauchbezogener Stimulus (Aschenbecher) wird weggeworfen (rechts, Vermeidung).

weiter entfernt sind, unterschieden. Detailliert dargestellte Avatare wurden mit realistischen Animationen aus der Mixamo-Datenbank [ADO21] ausgestattet. Dafür wurde für jede Animation ein `AnimationController` erstellt und dem gewünschten Avatar als Komponente hinzugefügt. Low-Poly-Avatare wurden hingegen mit selbst erstellten Animationen bestückt. Letztendlich wurde dadurch erreicht, dass Avatare Musik spielen, tanzen, sich miteinander unterhalten, rauchen und trinken. Der Barkeeper atmet zwischen den Stimuli-Präsentationen, um auch in dieser Phase „lebendig“ zu wirken. Der Einsatz dieser virtuellen Agenten innerhalb der VE sollte die Co-Präsenz sowie die soziale Präsenz des Nutzers erhöhen. Zwei verschiedene Ansichten der finalisierten Bar sind in Abb. 6.23 zu sehen.

Aus dem großen Fenster der Bar, welches in Abb. 6.23 (a) zu sehen ist, können Benutzer einen Strand sowie das Meer sehen. Letzteres zeichnet sich durch einen leichten Wellengang aus, um die Plausibilität der VE zu verbessern. Zusätzlich wird auch in diesem Level Post-Processing eingesetzt, um die VE realistischer wirken zu lassen. Der Ambient-Sound besteht aus mehreren Schichten: Zum einen sind permanent Menschen im Hintergrund zu hören, welche miteinander kommunizieren und zum anderen ist die Musik, welche die Band spielt, darüber verlagert. Dadurch entsteht nicht nur visuell, sondern auch auditorisch der Eindruck einer belebten Bar, was die örtliche Präsenz beträchtlich steigern sollte.

### Datenerfassung

Nach dem ersten Einsortieren eines Stimulus wird eine externe .csv-Datei für den Durchlauf generiert, welche mit jedem weiteren Einsortieren erweitert wird. Gespeichert werden dabei jeweils die RZ (in ms), die ID der Versuchsperson, der Name und die Randfarbe des gezeigten Stimulus, die Bewegungsrichtung (PUSH oder PULL) sowie eine Notiz,



(a)



(b)

Abbildung 6.23: (a) Ansicht der vorderen Hälfte der Bar. Die Benutzer stehen vor der Theke, direkt vor dem Barkeeper, der die zu sortierenden Objekte präsentiert. Im Hintergrund sind Avatare zu sehen, die Cocktails trinken, rauchen oder betrunken sind.  
 (b) Blick auf die hintere Hälfte der Bar, in der eine Band spielt. Verschiedene Avatare schauen zu oder tanzen. Weit im Hintergrund trinken und unterhalten sich weitere Avatare.

die angibt, ob der Stimulus zunächst falsch einsortiert wurde, da fehlerhafte Läufe von der Bias-Analyse ausgeschlossen werden.

Jede .csv-Datei wird automatisch nach dem Schema *Timestamp\_Gruppe\_ID\_Modus* benannt, um eine eindeutige Zuordnung zu gewährleisten. *Gruppe* gibt hierbei an, ob die Versuchsperson der Trainings- oder Kontrollgruppe angehört, während *Modus* besagt, ob es sich um eine Bias-Messung oder um eine Trainingssitzung handelte. Zur weiteren Vereinfachung werden die Dateien in Ordner abgelegt, die namentlich der Versuchspersonen-ID sowie dem Modus entsprechen, welche ebenfalls automatisch erstellt werden. So befinden sich bspw. alle Trainingsdaten der Versuchsperson 5 im Unterordner „Training“, welcher wiederum im Ordner „5“ abgelegt wird.

### 6.2.2.3 Bewertung

Aus allgemeiner Sicht erfüllt der überarbeitete Unity-VR-Demonstrator alle Anforderungen, welche für die Durchführung der Hauptstudie vonnöten sind.

So sind indirekte Anweisungen möglich, indem den Stimuli unterschiedlich gefärbte Ränder zugeordnet werden. So kann der Nutzer in erster Linie auf das Unterscheidungsmerkmal, anstatt auf den Stimulus selbst, achten. Darüber hinaus sind die gewählten Farben nicht zu dominant und lenken den Nutzer dadurch nicht zu sehr vom Stimulus ab, wodurch dieser unterbewusst identifiziert werden kann. Auf die Verwendung eines „künstlichen“ Zoom-Faktors wurde verzichtet, da die perspektivische Wirkung ausreicht, um eine Annäherung bzw. Vermeidung der virtuellen Stimuli darzustellen.

Durch die Implementierung der „vereinfachten Objektinteraktion“-Funktionalität sind einfache, intuitive Handlungen möglich, welche für das Umtrainieren automatischer Prozesse obligatorisch sind. Dadurch, dass der Stimulus lediglich einen leichten Impuls in die gewünschte Richtung erhalten muss, sind keine Handlungsketten erforderlich und der Teilnehmer kann sich auf das Training an sich konzentrieren.

Bezüglich der Vermeidung ablenkender Faktoren wurde der Büro-Raum auf die Einhaltung dieser Voraussetzung ausgelegt. Der virtuelle Raum besteht ausschließlich aus typischem Mobiliar und einigen wenigen dekorativen Elementen. Aus diesem Grund ist dies die bevorzugte VE für die Hauptstudie, in dessen Rahmen impulsive Prozesse modifiziert werden sollen. Die Bar hingegen ist auf hohe Immersion bzw. Präsenz ausgelegt, um diesen Aspekt in Zusammenhang mit einem ABM-Training zu untersuchen.

Ein wichtiger Aspekt, welcher mit dem Unreal-VR-Demonstrator (vgl. Kap. 6.2.1) nicht zufriedenstellend umgesetzt werden konnte, ist die präzise Zeitmessung. Dem Unity-VR-Demonstrator ist es nun möglich, Frame-unabhängige Zeitmessungen im Millisekundenbereich durchzuführen. Dementsprechend sind Bias-Messungen unter Nutzung des VR-Demonstrators umsetzbar und können somit zweifelsfrei mit den Werten des Joystick-AATs verglichen werden. Eine Funktionalität, welche zu diesem Zeitpunkt erstmalig implementiert wurde und somit eine Innovation für das CBM-Training unter Verwendung der VR-Technologie darstellt.

Das GUI wurde darauf ausgelegt, dass auch nicht technikaffine Personen die Studienteilnehmer problemlos durch das Training begleiten können. Da vonseiten des Studienleiters lediglich der pseudonymisierte Nutzernamen eingegeben und die dem Teilnehmer zugeordnete Studiengruppe ausgewählt wird, werden mögliche Fehler und damit verbundene, unbrauchbare Datensätze minimiert. Die Datenerhebung ist ebenfalls wie gefordert möglich, allerdings nur lokal auf dem verwendeten Rechner. In Zukunft kann die Erhebung um eine Serveranbindung erweitert werden.

Neben den allgemeinen Anforderungen konnte der überarbeitete VR-Demonstrator auch die VR-spezifischen Ziele und Anforderungen in vollem Umfang erfüllen. So wurde eine immersive Umgebung geschaffen, in welche der Nutzer „eintauchen“ kann. Insbesondere die Bar kann einen hohen Grad an Immersion erzeugen und kann im Idealfall sogar die kognitive Absorption optimieren und Präsenz erzielen. Doch auch der Büroraum kann den Benutzer erfolgreich in die virtuelle Welt transportieren und die Stimuli ausreichend real erscheinen lassen.

Durch die Verwendung von Post-Processing wird der verspürte Realismus ebenfalls verbessert. Weitere Komponenten, die dazu beitragen, sind die teils 3D-gescannten Stimuli und Avatare. Bei den Stimuli, welche nicht 3D-gescannt wurden, wurde darauf geachtet,

dass die Texturen hochwertig sind. In Hinblick auf die grafische Qualität, die Immersion und den Realismus ist der Unity-VR-Demonstrator dem Unreal-VR-Demonstrator demnach in jeder Hinsicht überlegen.

Auf Embodiment und Body-Ownership wurde ebenso geachtet. So können die Benutzer, mithilfe des Leap Motion Controllers, ihre eigenen Hände benutzen, um mit den virtuellen Stimuli zu interagieren. Dies verbessert die ökologische Validität sowie die Übertragbarkeit des Gelernten in den Alltag. Innovativ ist hierbei die Darstellung von Unterarmen, welche im Regelfall nicht vom Leap Motion SDK unterstützt werden.

Einschränkungen sind dennoch vorhanden, da es sich beim Leap Motion Controller um ein Kamera-basiertes System handelt. Die Verwendung von tauglichen Datenhandschuhen könnte den Effekt demnach verbessern. Nichtsdestotrotz ist die Verwendung des Leap Motion Controllers, aufgrund der oben genannten Gründe, der Verwendung von Controllern (z. B. HTC Vive Controller) vorzuziehen. Ebenso sollten Ganzkörper-Tracking sowie haptisches Feedback zu einer Verbesserung der Parameter beitragen können, weswegen zu einem späteren Zeitpunkt über die Implementierung nachgedacht werden kann.

Alles in allem ist der neue Unity-VR-Demonstrator in allen Bereichen ausgereifter und leistungsfähiger als der Unreal-VR-Demonstrator. Die Überarbeitung hat sich demnach durchweg rentiert und kann als Innovation des VR-ABM-Trainings angesehen werden.

## 6.3 App-Demonstratoren

Dieses Unterkapitel behandelt die App-Demonstratoren. Zunächst wird der Android Studio-Demonstrator beschrieben, welcher als Proof of Concept angesehen werden kann. Daran anschließend wird die Umsetzung des überarbeiteten Unity-Demonstrators vorgestellt, welcher unterstützend neben der VR-Anwendung verwendet werden soll.

### 6.3.1 Android Studio-Demonstrator

Im Folgenden wird der Android Studio-App-Demonstrator beschrieben, welcher im Rahmen der Bachelorarbeit *Entwicklung einer mobilen Applikation für die Therapie von Substanz-Abhängigkeitserkrankungen unter Verwendung des Approach-Avoidance Tasks (AAT)* von Herrn Tobias Forneberg entwickelt wurde, um einen ersten Versuch zu unternehmen, das AAT-Verfahren in eine mobile Anwendung zu übertragen. Dabei stand vor allem der Vergleich zwischen drei verschiedenen Interaktionsvarianten im Vordergrund, daneben wurde jedoch auch die Nutzerfreundlichkeit untersucht.



Abbildung 6.24: Die drei verschiedenen Interaktionsvarianten: Pinch-to-Zoom (links), Armbewegung (Mitte) und Kippen des Geräts (rechts) (Quelle: [EIL21]).

### 6.3.1.1 Konzept

Nach einer Übersicht über den aktuellen Forschungsstand (vgl. Kap. 4.4) wurden Anforderungen ermittelt, welche die mobile AAT-App erfüllen muss (siehe auch Kap. 4.5 sowie Kap. 5.4). Darüber hinaus wurden weitere als erstrebenswert erachtete Anforderungen aufgestellt, welche positive Einflüsse auf die Probanden haben können und daher erforscht werden sollten. Diese Anforderungen sollen im Folgenden vorgestellt werden.

#### Eingabemethoden

Für eine erste Machbarkeitsstudie soll es innerhalb der App möglich sein, verschiedene Interaktionsvarianten auswählen zu können. Dabei sollen nach Möglichkeit die folgenden drei Eingabemethoden implementiert werden, welche in Abb. 6.24 zu sehen sind:

- **Pinch-to-Zoom:** Diese Interaktionsvariante nutzt die Multi-Touch-Funktionalität von mobilen Geräten. Gemäß dem AAT-Verfahren müssen suchtrelevante Bilder durch Berühren des Displays mit zwei Fingern und Annäherung der Finger verkleinert werden, während neutrale Bilder durch Auseinanderbewegen der Finger vergrößert werden müssen.
- **Armbewegung:** Für diese Option ist, wie beim VR-Demonstrator, eine vollständige Bewegung der Arme erforderlich und orientiert sich an den in Kap. 4.4 vorgestellten Forschungen der Arbeitsgruppe um Zech et al. [ZEC15; ZEC20]. Das mobile Gerät wird dabei mit beiden Händen festgehalten. Wenn ein suchtbezogenes Bild erscheint, muss die Testperson das Gerät vom Körper wegbewegen,

während es für neutrale Bilder näher herangezogen werden muss. Dabei werden die Bilder, je nach Richtung, vergrößert oder verkleinert.

- **Kippen des Geräts:** Das Gerät muss entsprechend dem Bildinhalt angewinkelt werden. Bei suchtrelevanten Bildern muss es nach hinten gekippt werden, bei neutralen Bildern nach vorne. Während der Bewegung sollen sich die Bilder verkleinern oder vergrößern. Diese Interaktionsvariante ist dem Joystick-AAT am ähnlichsten und sollte daher für eine gute Vergleichbarkeit der beiden Varianten sorgen.

### **Einstellungsmöglichkeiten**

Um viele Anpassungsmöglichkeiten für Studien mit der entwickelten App zu bieten, sollte diese verschiedene Einstellungen zur Modifizierung der Sitzungen haben. Neben den zuvor beschriebenen Eingabemethoden sollten die folgenden Einstellungen möglich sein:

- die Anzahl der Bilder pro Runde sowie die Anzahl der Runden pro Sitzung,
- pro Runde das Verhältnis der zu verkleinernden Bilder zu den zu vergrößernden Bildern,
- die Zeit zwischen der Anzeige von zwei Bildern,
- ob nach jedem Bild eine kurze Meldung angezeigt wird (z. B. benötigte RZ), oder ob vor dem nächsten Stimulus ein Dialog bestätigt werden muss und
- ob (und wenn ja, welche) Anweisungen vor dem Start einer Sitzung angezeigt werden sollen.

Zusätzlich soll durch Aktivieren und Konfigurieren bzw. Deaktivieren eines farbigen Rahmens oder einer Bilddrehung für jede der Bildkategorien festgelegt werden können, ob das indirekte oder das direkte AAT-Verfahren verwendet wird. Darüber hinaus soll es möglich sein, die Textsprache der Applikation ändern zu können.

### **Einbindung zusätzlicher Bilder**

Kong und seine Kollegen haben die Hypothese aufgestellt, dass die persönliche Relevanz der gezeigten Bilder von großer Bedeutung für den Therapieerfolg ist [KON15]. Diese Hypothese kann durch eine Funktion, welche die Integration von selbst erstellten Fotos in die mobile AAT-App ermöglicht, weiter untersucht werden.



Abbildung 6.25: Konzept-Wireframes der mobilen AAT-Anwendung. Von links nach rechts: Allgemeine Einstellungen, Sitzungseinstellungen und gespeicherte Daten einer Sitzung (Quelle: [EIL21]).

### Datenerfassung

Während der Nutzung der Anwendung sollen die Sitzungsdaten aufgezeichnet und gespeichert werden. Heruntergebrochen auf eine einzelne Aktion gehören dazu die RZs, der Dateiname des Bildes und ob die Reaktion eine PUSH- oder PULL-Bewegung war. Darüber hinaus müssen die Einstellungen, die Benutzer-ID, das verwendete Gerät sowie ein Zeitstempel aufgezeichnet werden. Weiterhin soll es möglich sein, die Daten im .csv-Dateiformat zu exportieren, um eine Weiterverarbeitung zu ermöglichen.

### Bildschirmaufbau und Menüstrukturierung

Um erste Ideen zu bekommen, wie die Anforderungen umgesetzt werden können, wurden Wireframes erstellt. Auf diese Weise konnte ein erster Eindruck von der für die App erforderlichen Benutzeroberflächen gewonnen werden. Abb. 6.25 zeigt einige dieser Wireframes, welche mithilfe der Website *threed.io* erstellt wurden.

### 6.3.1.2 Implementierung

Auf Grundlage der zuvor erläuterten Anforderungen wurde die Entscheidung getroffen, eine native Android-App (vgl. Kapitel 3.3) zu entwickeln. Zum einen wird die tendenziell bessere Performance nativer Apps, die sich möglicherweise positiv auf die Exaktheit der gemessenen Reaktionszeiten auswirkt, als wichtiges Argument für diese Entscheidung angesehen. Zum anderen erlaubt die direkte Verwendung der nativen API einen exakten Zugriff auf alle verfügbaren Funktionen der Android-Plattform.

Für die Entwicklung des ersten App-Demonstrators wurde demnach Android Studio in der Version 3.3 benutzt. Bei der verwendeten Programmiersprache handelt es sich um Java. Des Weiteren wurden folgende Bibliotheken für die Entwicklung verwendet:

- **FastCSV:** Diese Bibliothek bietet eine API an, mit welcher automatisch .csv-Dateien generiert werden können.
- **Glide:** Eine Bibliothek, die sich um das effiziente Laden, Transformieren und das Caching von Bildern kümmert. Diese können dabei sowohl von lokalen Quellen, wie dem persistenten Gerätespeicher, als auch aus dem Internet stammen.
- **Room:** Die ebenfalls von Google entwickelte Persistenz-Bibliothek behandelt objektrelationales Mapping (ORM). Darunter wird die Überführung von Java-Objekten in persistente relationale Daten und umgekehrt verstanden. Zusätzlich erstellt die Bibliothek anhand zuvor definierter und annotierter Java-Klassen sowie -Interfaces automatisch eine lokale SQLite-Datenbank auf dem Gerät. Zum Zugriff auf diese Datenbank (DB) können beliebige Java-Methoden definiert werden, mittels Annotationen lassen sich die ausgeführten SQL-Befehle spezifizieren.
- **Support Library:** Die von Google bereitgestellte Bibliothek befindet sich nicht direkt im Android SDK, ist allerdings eng mit diesem verknüpft. Sie bietet Funktionen zur Realisierung von Abwärtskompatibilität und ermöglicht aktuellere Features nachträglich in ältere OS-Versionen einzubauen, in deren SDKs diese nicht vorhanden sind. Bspw. können dadurch bestimmte, moderne GUI-Komponenten auch in älteren Android-Versionen angezeigt werden.
- **TouchImageView:** Nativ bietet das Android-OS keine Möglichkeit, dargestellte Bilder mittels Touch-Gesten in ihrer Größe zu verändern oder anderweitig zu transformieren. Die Bibliothek *TouchImageView* erlaubt die Implementierung dieser Funktionalität.

### Anmelde- und Hauptbildschirm

Der erste Bildschirm, den ein Benutzer nach der Installation der App sieht, ist der Anmeldebildschirm (Abb. 6.26, links). Dieser enthält zwei Eingabefelder, jeweils für einen

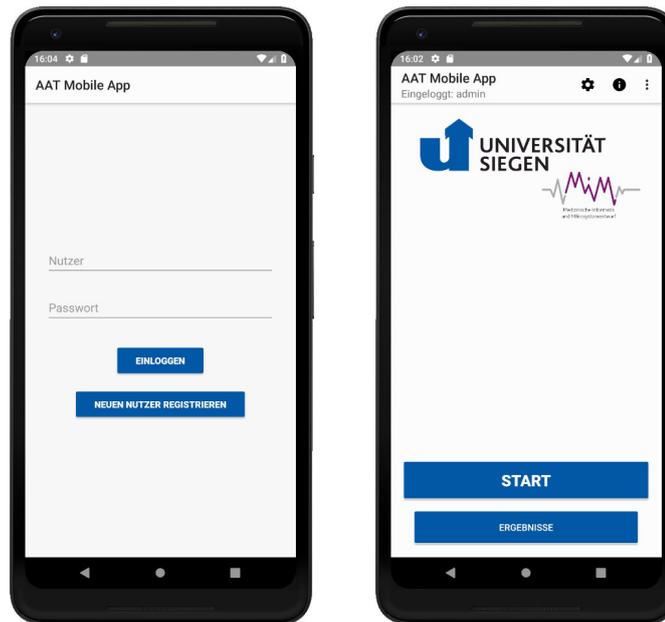


Abbildung 6.26: Die LoginActivity (links) sowie die MainActivity in der Administrator-Ansicht (rechts) (Quelle: [FOR19]).

Benutzernamen und ein Passwort, sowie zwei Schaltflächen, über die Nutzer sich mit den eingegebenen Daten anmelden oder ein neues Nutzerkonto erstellen können. Während der „Einloggen“-Button prüft, ob die eingegebene Kombination aus Name und Passwort bereits existiert, prüft „Neuen Nutzer registrieren“, ob der eingegebene Name noch nicht vergeben wurde. Wird der Name noch nicht von einem anderen Benutzer verwendet, wird die Kombination aus Name und Passwort in der DB abgespeichert.

Die eingegebenen Passwörter werden mit einem zufällig generierten Salt und einer Hash-Funktion verschlüsselt. Nur dieser Hash-Wert und der Salt-Wert, aus dem das ursprüngliche Passwort nicht wiederherstellbar ist, werden in der DB gespeichert. Bei jedem Login-Versuch wird mit dem eingegebenen Benutzernamen der entsprechende Salt-Wert aus der DB angefordert, der eingegebene Text mit dem gespeicherten Salt gehasht und mit dem in der DB hinterlegten Eintrag verglichen. Kommt es dabei zu einer Übereinstimmung, wird der Nutzer angemeldet und zum Hauptbildschirm weitergeleitet. Sollte der Anmelde- oder Registrierungsversuch fehlschlagen, wird der Grund dafür in einer Meldung angezeigt, um den Nutzern eine Rückmeldung zu geben.

Der Hauptbildschirm (Abb. 6.26, rechts) dient als Startpunkt für alle weiteren Funktionen der Anwendung. Über den „Start“-Button kann eine AAT-Sitzung gestartet werden, der „Ergebnisse“-Button öffnet eine Activity, welche die RZs und Einstellungen bereits ausgeführter Sitzungen anzeigt, löscht und zum Export anbietet. Weitere Funktionen

können über ein Menü in der Aktionsleiste am oberen Bildschirmrand aufgerufen werden. Dazu gehören ein Info-Symbol, das den Benutzer zu einer Seite mit Informationen über die App führt sowie die Möglichkeit sich abzumelden.

Sollte ein Administrator-Konto angemeldet sein, wird in der Aktionsleiste zusätzlich ein Zahnradsymbol angezeigt, über welches das Einstellungsmenü geöffnet werden kann. In diesem können Studienleiter die allgemeinen und Sitzungseinstellungen ändern oder überprüfen. Da Studienteilnehmer ohne Administrator-Berechtigungen nicht auf die Einstellungen zugreifen können, kann eine Verfälschung der Ergebnisse durch eigenmächtige Änderungen am AAT-Training ausgeschlossen werden.

Stattdessen wird den Probanden die Funktion „Einstellungen importieren“ angezeigt, welche ein Dialogfenster öffnet, in welchem eine Internetadresse (engl. *Uniform Resource Locator*, URL) eingegeben werden kann. Hinter dieser URL kann eine Einstellungs-Datei hinterlegt werden, die anschließend von der Anwendung heruntergeladen und importiert wird. Die Studienleiter müssen demnach eine Datei mit den für den entsprechenden Probanden relevanten Einstellungen zum Download bereitstellen und den Teilnehmer anweisen, diese durch Eingabe der entsprechenden URL auf ihrem Gerät zu importieren.

### **Einstellungsmöglichkeiten**

Die in Kapitel 6.3.1.1 beschriebenen Einstellungsmöglichkeiten sowie die Einbindung eigener Bilder sind über das Einstellungsmenü verfügbar, welches, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, ausschließlich Studienleitern mit Administrator-Rechten zur Verfügung steht. Abb. 6.27 zeigt die Oberflächen für die allgemeinen und Session-spezifischen Einstellungen sowie das Bearbeitungsfenster für den Instruktionstext, welcher den Nutzern als Anleitung vor jeder AAT-Sitzung angezeigt wird.

Zur Speicherung der aktuellen Einstellungen wurde die `SharedPreferences`-API des Android-Frameworks verwendet, welche es ermöglicht einfache Schlüssel-Wert-Paare persistent zu speichern und zu laden. Darüber hinaus ist es möglich, die Einstellungen als `.csv`-Datei zu exportieren. Realisiert wurde dies durch die Implementierung der Klasse `Settings`, welche bei ihrer Erzeugung alle relevanten Einstellungen über die `Shared-Preferences-API` abrufen und in ihren Feldern abspeichert. In der `„exportSettings“`-Methode serialisiert sich ein Objekt dieser Klasse anschließend selbst und stellt eine Dateireferenz zur Verfügung, mit der ein Intent erzeugt und eine OS-Activity aufgerufen wird. Das OS bietet dem Nutzer in dieser eine Reihe von Anwendungen an, mit deren Hilfe die Datei gespeichert oder geteilt werden kann, bspw. Dateiverwaltungs-, E-Mail- oder Messenger-Anwendungen.

Die exportierte Datei kann anschließend auf jedes Gerät, auf dem die App installiert ist, importiert werden. Dazu kann die oben beschriebene „Einstellungen importieren“-

Funktion verwendet werden. Alternativ bietet auch das Einstellungsmenü eine Import-Funktion an. Hier kann der Nutzer auswählen, ob die .csv-Datei über eine Internet-URL oder aus dem lokalen Speicher des Geräts importiert werden soll. Der Import über eine URL funktioniert dabei so wie zuvor beschrieben. Beim lokalen Import wird eine OS-Activity gestartet, durch welche der Nutzer eine Anwendung zum Import der Datei auswählen kann. In beiden Fällen wird die Datei im nächsten Schritt über die Methode „importSettings“ mittels Deserialisierung in ein Objekt der `Settings`-Klasse überführt. Im Anschluss werden dessen Felder genutzt, um die persistent gespeicherten Einstellungen zu überschreiben.

Damit der Instruktionstext bei einer Änderung der Einstellungen nicht jedes Mal manuell angepasst werden muss, wurde eine Template-Engine implementiert. Diese ersetzt bestimmte Zeichenfolgen innerhalb des Instruktionstextes durch andere Zeichenfolgen, die von den aktuellen Einstellungen abhängig sind. Bspw. wird der Ausdruck `$images` durch die aktuell eingestellte Anzahl der Bilder pro Runde ersetzt. Neben dem Einfügen einzelner Werte ist es dabei auch möglich, ganze Textblöcke nur anzuzeigen, wenn bestimmte Einstellungen aktiviert sind. So wird jeglicher Text, der zwischen den beiden Ausdrücken `$ifColoredBorder` und `$endifColoredBorder` eingetragen wird, nur angezeigt, wenn als Unterscheidungsmerkmal die farbige Bildumrandung aktiviert ist. Für die Implementierung dieser Funktion wurden reguläre Ausdrücke verwendet, welche mittels der Java-Funktion „replaceAll (String regex, String replacement)“ im Instruktionstext den aktuellen Einstellungen entsprechend ersetzt werden, bevor dieser auf dem Bildschirm angezeigt wird.

### Verwaltung der Bilder

Über den Button „Bilder-Sets verwalten“ gelangt der Benutzer zu einer Auflistung der auf dem Gerät vorhandenen Bilder-Sets (Abb. 6.28, links). Über den „+“-Button in der unteren rechten Ecke des Bildschirms lässt sich jederzeit ein neues Set anlegen. Dazu wird ein Dialogfenster geöffnet, über den das neue Set einen Namen zugeteilt bekommen muss. Jeder Listeneintrag enthält neben dem Namen eine Checkbox zur De-/Aktivierung des jeweiligen Sets. Die Berührung des Namens eines Eintrags öffnet eine weitere Oberfläche, in der die im Set enthaltenen Bilder angezeigt werden (Abb. 6.28, Mitte).

Auch diese Oberfläche besitzt einen „+“-Button in der unteren rechten Ecke, über welchen dem ausgewählten Set weitere Bilder hinzugefügt werden können. Bei Betätigung erscheint zunächst ein Dialog mit zwei Auswahlmöglichkeiten, die entscheiden, ob das neue Bild im AAT-Training zur Vergrößerung (PULL) oder zur Verkleinerung (PUSH) angezeigt werden soll. Nach der Auswahl öffnet sich eine OS-Activity, in der ein auf dem Gerät vorhandenes Bild ausgewählt und damit dem Set hinzugefügt werden kann. Durch Berühren eines Bild-Listeneintrags öffnet sich das entsprechende Bild in einer Großansicht (Abb. 6.28, rechts).

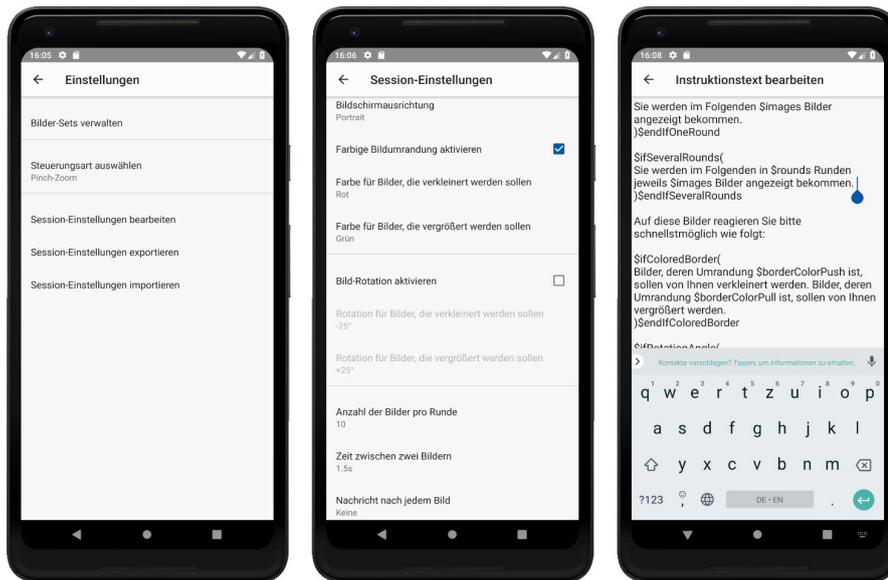


Abbildung 6.27: Die Oberflächen „Einstellungen“ (links), „Session-Einstellungen“ (Mitte) und „Instruktionstext bearbeiten“ (rechts) (Quelle: [FOR19]).

Sofern ein Listeneintrag länger berührt wird, färbt sich dieser Eintrag gelb und signalisiert damit, dass die Liste sich nun in einem Selektions-Modus befindet, in welchem es möglich ist, weitere Elemente zu selektieren und Aktionen mit diesen auszuführen. In der Bilder-Set-Liste können die ausgewählten Elemente umbenannt und gelöscht werden, innerhalb eines Sets können in der dortigen Bilder-Liste ausgewählte Bilder gelöscht oder ihre Metainformation (PUSH/PULL) verändert werden.

### AAT-Sitzungen

Mit dem auf dem Hauptbildschirm befindlichen „Start“-Button (vgl. Abb. 6.26, rechts) kann ein Nutzer das AAT-Training beginnen. Bei eingeschalteter Option zur Anzeige eines Instruktionstextes wird zunächst die `InstructionActivity` angezeigt. Über einen Bestätigungsbutton in der unteren rechten Bildschirmcke wird die `SessionRunningActivity` gestartet. Sollte die Option zur Anzeige der Instruktionen deaktiviert sein, wird diese Activity sofort gestartet. Wie auch die anderen Activity-Implementierungen dieser App, erzeugt die `SessionRunningActivity` zunächst eine Instanz der ihr zugehörigen ViewModel-Implementierung `SessionRunning-ViewModel`, welche alle zur Initialisierung und Durchführung der Session benötigten Informationen, wie die aktuell vorliegenden Einstellungen, sammelt.

Anschließend werden ein Objekt der `SessionDataCollector`-Klasse sowie eine pseudozufällig generierte Liste aller Bilder erzeugt, die im Laufe der AAT-Sitzung prä-

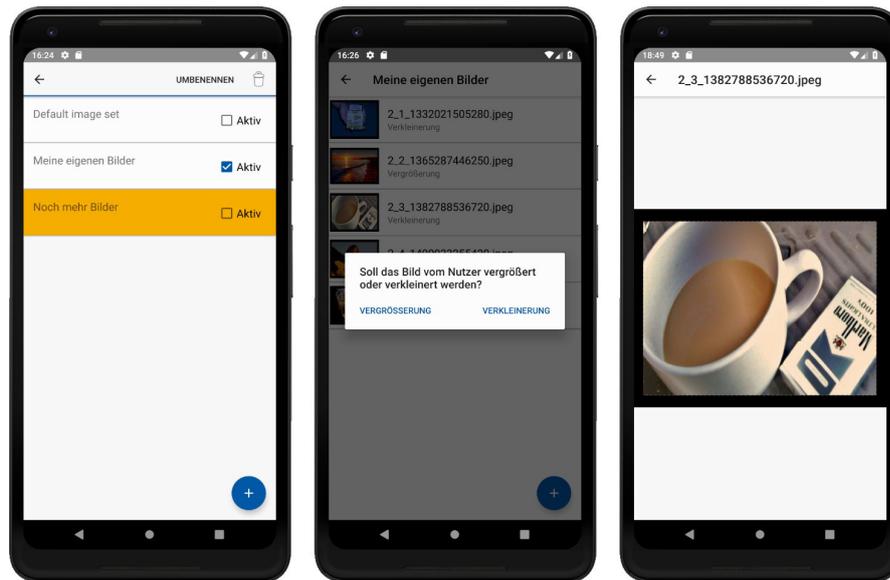


Abbildung 6.28: Die Oberflächen zur Bearbeitung der Bilder-Sets (links), den darin enthaltenen Bildern (Mitte, mit Dialog) und zur Ansicht der einzelnen Bilder (rechts) (Quelle: [FOR19]).

sentiert werden. *Pseudozufällig*, da beim Erstellen der Liste zum einen auf die Einhaltung des Verhältnisses von PUSH- zu PULL-Bildern geachtet wird, zum anderen aber auch darauf, dass alle Bilder des ausgewählten Bilder-Sets zunächst mindestens einmal verwendet wurden, bevor sie erneut angezeigt werden. Sobald die Listen-Erzeugung abgeschlossen ist, wird die `SessionRunningActivity` darüber in Kenntnis gesetzt, um die asynchronen Datenbankaufrufe abwickeln zu können.

Die `SessionRunningActivity` veranlasst daraufhin die Initialisierung einer `GestureProvider`-Implementierung entsprechend der eingestellten Interaktionsvariante. Danach initiiert die Methode „`startSession()`“ die Anzeige des ersten Stimulus. Nach gegebenenfalls notwendiger Transformation des Bildes zwecks Erzeugung einer farbigen Bildumrandung oder Bildrotation, wird es in die, zu diesem Zeitpunkt noch unsichtbare, `TouchImageView` geladen, die sich bildschirmfüllend als einziges UI-Element in der `SessionRunningActivity` befindet. Diese wird auf einen Zoom-Faktor von 0,6 eingestellt, wodurch die initiale Bildgröße 60 % der Bildschirmmaße einnimmt. Möglichst zeitgleich werden im Anschluss daran drei Aktionen ausgeführt: Der `GestureProvider` wird aktiviert, die Startzeit wird abgespeichert und die `TouchImageView` wird sichtbar gemacht.

Nach der korrekten Reaktion eines Benutzers auf einen Stimulus wird in der `SessionDataCollector`-Klasse ein Datensatz, bestehend aus RZs, Dateiname des Bildes

sowie getätigter Reaktion (PUSH oder PULL) gespeichert. Daraufhin wird das Bild mit einer, mittels der Klasse `fadeOutAnimation` eigens implementierten Animation, vergrößert bzw. verkleinert und anschließend ausgeblendet, wobei das Bild im Falle einer Verkleinerung währenddessen zusätzlich verdunkelt wird. Sofern aktiviert, wird nun eine Meldung mit der benötigten RZ ausgegeben und/oder ein Ladebalken angezeigt, der die eingestellte Pausen-Zeit bis zum nächsten Bild visuell darstellt. Dieser Ablauf wiederholt sich für alle folgenden Stimuli. Im Anschluss an die korrekte Reaktion auf den letzten Stimulus werden alle im `SessionDataCollector` hinterlegten Informationen in die DB geschrieben und der Nutzer wird zurück zum Hauptbildschirm geleitet.

### Anzeige und Export von Daten

Um Informationen über bereits absolvierte AAT-Sitzungen angezeigt zu bekommen, gelangt der Nutzer über den „Ergebnisse“-Button des Hauptbildschirms (vgl. Abb. 6.26, rechts) zu einer Auflistung von bereits absolvierten AAT-Trainings. Während Nutzer ohne Administrator-Berechtigungen nur die Ergebnisse der von ihnen selbst durchgeführten Trainings angezeigt bekommen, sind für Administrator-Konten alle auf dem Gerät durchgeführten Sitzungen sichtbar. Die Liste zeigt dabei für jeden Eintrag das Datum und die Startzeit des Trainings sowie die User-ID des Nutzers an, der das Training durchgeführt hat.

Wird ein Listeneintrag berührt, öffnet sich eine Activity, in der alle Einstellungen aufgelistet werden, mit denen das ausgewählte Training durchgeführt wurde. Wie auch bei den Bilder-Listen gibt es hier einen Selektions-Modus, über den Einträge gelöscht oder exportiert werden können. Die Ausführung der Export-Aktion sorgt dafür, dass die Daten der selektierten Sitzung(en) aus der DB geladen und mithilfe der `FastCSV`-Bibliothek in eine `.csv`-Datei geschrieben werden. Wie auch beim Export der Einstellungen, wird daraufhin eine OS-Activity geöffnet, über welche eine Anwendung zum Speichern oder Versenden der exportierten Datei ausgewählt werden kann.

Darüber hinaus werden die errechneten  $ApB$ -/ $AvB$ -Werte angezeigt. Da die einzelnen Bilder immer der gleichen Geste (PUSH oder PULL) zugeordnet sind, wird der hier dargestellte Bias-Wert durch die Subtraktion des Median-Wertes aller PULL-Reaktionszeiten einer AAT-Sitzung vom Median aller PUSH-Reaktionszeiten derselben Sitzung berechnet. Durch eine Wisch-Geste nach links gelangt der Benutzer in dieser Activity zu einer tabellarischen Auflistung der RZs für die einzelnen Bilder, wobei für jedes Bild zusätzlich der Dateiname des Bildes sowie die damit verknüpfte Reaktion angegeben werden.

### Interaktionsvariante „Pinch-to-Zoom“

Bei dieser Interaktionsvariante wird bei jeder Berührung des Displays und jeder Bewegung eines Fingers auf dem Display ein `MotionEvent` vom OS erzeugt und an die aktuell aktive Activity gesendet. Das Standardverhalten einer Activity besteht darin, jedes eintreffende `MotionEvent` an die in ihr befindlichen GUI-Elemente zu delegieren, sodass diese individuell darauf reagieren können. Um dieses Standardverhalten zu unterbinden, ist es in Klassen, die von der Activity-Klasse erben, möglich, die Methode `dispatchTouchEvent (MotionEvent ev)` zu überschreiben, was für die Implementierung der Pinch-to-Zoom-Steuerung notwendig war.

Somit konnten sämtliche Berührungen des Displays in der `SessionRunningActivity` abgefangen und an die `handleTouchEvent (MotionEvent ev)`-Methode des `PinchZoomGestureProvider` weitergegeben werden. Das somit delegierte `MotionEvent` enthält unter anderem Informationen darüber, ob zuvor ein Finger auf dem Display abgelegt oder wieder von diesem entfernt wurde. Somit kann die erste RZ auf einen Stimulus bestimmt und abgespeichert werden, indem überprüft wird, ob und wann ein Finger das Display berührt hat.

Bei aktivem `PinchZoomGestureProvider` werden die `MotionEvents` außerdem an die `TouchImageView` weitergegeben, welche die Umwandlung der skalierenden Fingerbewegung in eine Vergrößerung beziehungsweise Verkleinerung des von ihr dargestellten Bildes übernimmt. Sie speichert dabei fortlaufend den aktuellen Zoom-Faktor und kann diesen über die Methode `getCurrentZoom()` ausgeben. Dieser Wert wird bei jedem eintreffenden `MotionEvent` mit einem oberen und einem unteren Grenzwert verglichen. Sobald der obere Grenzwert über- oder der untere Grenzwert unterschritten wurde, wird dies als vollständige Pinch-to-Zoom-Reaktion des Nutzers gewertet, woraufhin die finale RZ festgehalten und die Ausblendung des aktuell gezeigten Bildes eingeleitet wird.

### Interaktionsvariante „Armbewegung“

Für die Erfassung von Armbewegungen wird ein Beschleunigungssensor verwendet, welcher in nahezu jedem mobilen Gerät verbaut ist. Beim Start einer AAT-Sitzung werden über die `SensorManager`-Methode `registerListener (SensorEventListener listener, Sensor sensor, int samplingPeriodInMicroSeconds)` der `PinchZoomGestureProvider`, welcher für die Erfassung der Armbewegungs-Gesten verwendet wird und das Interface `SensorEventListener` implementiert, als Beobachter registriert.

Der `PinchZoomGestureProvider` wird ab diesem Zeitpunkt regelmäßig vom OS mit neuen Sensorwerten versorgt, indem die Interface-Methode `onSensorChanged (SensorEvent ev)` aufgerufen wird. Das zurückgegebene `SensorEvent` enthält dabei einen

aktuellen Wert für jede Koordinatenachse, wobei für die Ermittlung der ausgeführten Armbewegung lediglich der Wert in z-Richtung relevant ist.

Zur Auswertung der Werte müssen diese zunächst um die Gravitationsbeschleunigung bereinigt werden, die sich je nach Ausrichtung des Geräts unterschiedlich stark auswirkt. Dazu wurde ein Tiefpass-Filter eingebaut, der die Gravitationsbeschleunigung als konstanten Wert isoliert, welcher anschließend vom gegenwärtigen Sensorwert subtrahiert wird. Im darauffolgenden Schritt wird ein Noise-Filter angewendet, der sehr kleine Werte herausfiltert.

Die aktuelle Systemzeit wird mit der Methode „`System.nanoTime()`“ erfasst und gemeinsam mit dem bereinigten Sensorwert in einer Liste abgelegt, in welcher immer eine feste Anzahl an Werten nach dem Prinzip *First In – First Out* (FIFO) aufgezeichnet wird. Als Nächstes wird die Summe einer festen Menge der zuletzt abgelegten Werte gebildet, welche im nächsten Schritt mit einem oberen und einem unteren Grenzwert verglichen wird. Sollte einer der Grenzwerte erreicht werden, so merkt sich der `PushPullGestureProvider` die mit diesem Wert verknüpfte Systemzeit als erste RZ.

Tritt innerhalb der darauffolgenden 500 ms eine Überschreitung des Grenzwertes in die andere Richtung auf, so wird auch die Systemzeit dieser Überschreitung als RZ festgehalten und die Ausblendung des aktuell dargestellten Bildes wird eingeleitet. Diese Implementierung ist der Tatsache geschuldet, dass sowohl eine annähernde, als auch eine vermeidende Armbewegung, jeweils hohe positive als auch negative Beschleunigungswerte verursacht, da nach der Beschleunigung des Gerätes dieses auch wieder abgebremst wird, was einer Beschleunigung in entgegengesetzter Richtung entspricht (vgl. hierfür die Arbeiten von Zech et al. [ZEC15; ZEC20] in Kap. 4.4).

Würde nur der erste Beschleunigungswert bei der Gesten-Erkennung berücksichtigt werden, so würde dies schnell zu Fehlinterpretationen führen. Sofern das Abbremsen der Bewegung abrupter ausfiele als die vorausgegangene Beschleunigung, könnte es passieren, dass das Abbremsen als Geste in die entgegengesetzte Richtung interpretiert und nur die entsprechende Systemzeit als RZ gespeichert werden würde. Zur Verringerung solcher Fehlinterpretationen wird stattdessen eine PULL-Geste als Abfolge eines negativen Beschleunigungswertes, gefolgt von einem positiven Beschleunigungswert erfasst, während es sich bei einer PUSH-Geste genau umgekehrt verhält. Zusätzlich erlaubt dies die Erfassung zweier RZs.

Auch bei dieser Steuerungsart war es schwierig, hilfreiche Informationen zur zeitlichen Exaktheit und Konsistenz zu finden, mit der Benutzereingaben (hier durch das Propagieren neuer Sensorwerte) erfasst werden können. Die Verwendung eines Testprogramms, welches bei jedem neu eintreffenden Sensorwert mithilfe der Funktion „`System.nanoTime()`“ die aktuelle Systemzeit gemessen und die zeitliche Differenz zum zuletzt gemessenen Sensorwert ausgegeben hat, ergab auf beiden verwendeten Testgeräten,

trotz erheblicher Unterschiede in der verbauten Hardware, ein Aktualisierungsintervall von 8 ms bis 11 ms. Bei den verwendeten Testgeräten handelte es sich um ein ZTE Blade L5 Plus (2016, Android 5.1) sowie um ein Samsung Galaxy S7 (2016, Android 8.0).

### Interaktionsvariante „Kippen des Geräts“

Die Interaktionsvariante „Kippen des Geräts“ benötigt neben dem Beschleunigungssensor zusätzlich einen geomagnetischen Sensor, welcher vor allem in älteren Geräten oft nicht verbaut ist. Sollte dies beim verwendeten Gerät der Fall sein, wird die Option innerhalb der Anwendung nicht angezeigt.

Bei Verwendung dieser Interaktionsvariante wird am Anfang der AAT-Sitzung eine Instanz der Klasse `AngleGestureProvider` erzeugt, welche sich, analog zum `PushPullGestureProvider`, beim `SensorManager` registriert und dadurch kontinuierlich neue Werte der beiden verwendeten Sensoren erhält. Die aktuelle Ausrichtung des Geräts im dreidimensionalen Raum kann durch eine Rotationsmatrix ermittelt werden. Diese kann errechnet werden, indem über die `Sensor-Manager-Methode` „`getRotationMatrix (float[] rotMatrix, float[] incMatrix, float[] gravity, float[] geomagnetic)`“ die Werte des Beschleunigungssensors mit den Werten des geomagnetischen Sensors verrechnet werden. Aus der nun ermittelten Ausrichtung des Geräts lässt sich anschließend die Neigung entlang der z-Achse bestimmen.

Auch bei dieser Interaktionsvariante werden die finalen Werte mit ihren jeweiligen Zeitstempeln in einer FIFO-Liste abgelegt. Sobald ein Grenzwert in einer der Richtungen überschritten wird, gilt die Bewegung als erkannte Geste. Die FIFO-Liste wird zudem für die Bestimmung der ersten RZ benötigt. Hierbei offenbarte sich jedoch das Problem, dass die erste RZ, verglichen mit den anderen beiden Interaktionsvarianten, deutlich näher an der zweiten RZ liegt, obwohl der geomagnetische Sensor, ebenso wie der Beschleunigungssensor, neue Sensorwerte ungefähr alle 10 ms propagiert.

#### 6.3.1.3 Schwachstellen und Grenzen

Die App verfügt bereits über alle Mindestanforderungen, die für eine erste Studie erforderlich sind (vgl. Kapitel 5.4). So ist es bereits möglich, auf einfache Weise neue Sprachversionen oder benutzerdefinierte Anweisungen für die AAT-Sitzungen zu erstellen. Zusätzlich wird die kognitive Verzerrung berechnet und direkt nach einer Sitzung auf dem Ergebnisbildschirm angezeigt. Allerdings muss die Interaktionsvariante, bei der das Gerät mit einer ganzen Armbewegung bewegt wird, noch optimiert werden, da sie aufgrund der erschwerten Gesten-Erkennung noch zu fehleranfällig ist.

Darüber hinaus müssen die Algorithmen des Bias-Modus verfeinert werden, um dem Joystick-AAT [MAC15] zu entsprechen. Dafür müssen alle Bilder mit beiden Aktionen

(PUSH/PULL) verknüpft und somit während des AAT-Trainings sowohl im Annäherungs- als auch im Vermeidungsformat präsentiert werden. Dementsprechend muss auch der Sortier-Algorithmus, welcher die Bilder-Sets erstellt, angepasst werden. Nur so kann eine korrekte Berechnung der kognitiven Verzerrung garantiert werden.

Zusätzlich muss die Datensicherheit vor der Hauptstudie erheblich verbessert und überarbeitet werden. Ein Grund dafür ist die Speicherung des aktuell in der App eingeloggtten Nutzers. Aufgrund der Tatsache, dass zu diesem Zeitpunkt noch kein externes Server-Backend für die App zur Verfügung stand, musste die Information, ob ein (und gegebenenfalls welcher) Nutzer aktuell angemeldet ist, persistent auf dem verwendeten Gerät gespeichert werden. Durch eine Manipulation dieser Information ist es möglich, Zugriff auf das Konto eines anderen Nutzers zu erhalten, ohne dafür dessen Passwort zu benötigen. Dadurch könnte ein Benutzer schlimmstenfalls die RZs eines anderen Nutzers, welcher dasselbe Gerät verwendet, einsehen oder Zugriff auf die nur für Studienleiter vorgesehenen Einstellungsmöglichkeiten bekommen. Bei der Verwendung der Anwendung im Rahmen von kleineren Machbarkeitsstudien sind diese Punkte jedoch vernachlässigbar, insbesondere da einer solchen Manipulation eine intensive Beschäftigung mit den von der App auf dem Gerät gespeicherten Daten vorausgehen müsste.

### 6.3.2 Unity-Demonstrator

Basierend auf den Ergebnissen des Android Studio-Demonstrators (siehe Kap. 6.3.1) wurde der App-Demonstrator komplett überarbeitet. Dabei wurde dieser so konzipiert, dass er gemeinsam mit dem Unity-VR-Demonstrator verwendet werden kann. Grund dafür ist, dass das AAT-Training somit auch außerhalb der festgelegten Labor-Trainings-sitzungen durchgeführt werden kann.

Die Anforderungen sind im Wesentlichen gleich geblieben, jedoch wurden die während der Vorstudie identifizierten Probleme (siehe Kap. 8.2) behoben. Darüber hinaus wurden neue Funktionen hinzugefügt. Zu den wichtigsten Änderungen gehören der integrierte Zigarettenzähler, die Frame-unabhängige Zeitmessung sowie die Server-Anbindung, durch welche Änderungen nicht mehr über eine Konfigurationsdatei außerhalb des Programms vorgenommen werden müssen. Als Interaktionsvariante wurde die Wischgeste festgelegt, da diese am wenigsten Fehleranfälligkeit ist und darüber hinaus bereits in anderen Studien (vgl. Kap. 4.4) erfolgreich eingesetzt werden konnte.

Im Vergleich zum ersten Demonstrator wurden auch einige Verbesserungen im Bereich der Nutzerfreundlichkeit vorgenommen. Dazu gehört bspw. eine überarbeitete grafische Benutzeroberfläche (GUI) für die Nutzer, welche sich über diese An- und Abmelden sowie innerhalb der App navigieren können.

### 6.3.2.1 Konzept

Nach der Durchführung einer Machbarkeitsstudie mit dem ersten App-Demonstrator (siehe Kap. 8.2) wurde entschieden, die AAT-App von Grund auf neu zu programmieren. Zum einen, da sich alle drei untersuchten Interaktionsvarianten als problematisch erwiesen, zum anderen eröffnete sich dadurch die Gelegenheit auf den C#-Skripten des VR-Demonstrators (vgl. Kap. 6.2.2) aufbauen zu können.

Die Verwendung der Unity Engine bietet darüber hinaus die Möglichkeit den Anwendungscode sowohl für mobile Android-Geräte, als auch für Apple iOS Smartphones und Tablets kompilieren zu können. Hierbei sollte auf eine möglichst hohe Geräteabdeckung geachtet werden. Darüber hinaus soll die App über den jeweiligen Store leicht zugänglich sein.

Weitere Anforderungen an die App, welche für die Durchführung der Hauptstudie erforderlich sind, werden im Folgenden vorgestellt.

#### Eingabemethode

Aufgrund der in Abschnitt 8.2.3 erläuterten Probleme und Bedenken bezüglich der drei Interaktionsvarianten des ersten App-Demonstrators, soll bei der überarbeiteten Anwendung eine Wisch-Geste zum Einsatz kommen. Bei dieser können die notwendigen RZs relativ einfach ermittelt werden und es gibt keine perspektivischen oder Sensor-bedingten Probleme. Außerdem konnte die Wisch-Geste bereits von anderen Forschungsgruppen (z. B. [LAU20; MEU19]) als eine effektive Möglichkeit bestätigt werden, um ein AAT-Training mit mobilen Geräten durchzuführen.

#### Einstellungsmöglichkeiten

Wie zuvor ist es von äußerster Wichtigkeit, dass die Probanden keine Änderungen an den Einstellungen vornehmen können. Um eine Verfälschung der Studienergebnisse zu vermeiden, dürfen lediglich Studienleiter mit einem Administrator-Account dazu berechtigt sein.

Aus diesen Gründen soll eine Server-Anbindung mit einer SQL-DB umgesetzt werden. Auf diese DB sollen sowohl die mobile Anwendung, als auch eine Web-Anwendung zugreifen können. Letztere wird den Zweck haben, Nutzer und Studien zu verwalten. Allerdings sind auch (grafische) Auswertungen der eingegangenen Studiendaten denkbar.

Um diese Kombination jederzeit problemlos skalieren zu können, sollen folgende Einstellungen bzw. Verwaltungsoptionen möglich sein:

- **Nutzerkonten**, welche aus einer internen (von den Studienleitern vergebenen) sowie einer externen (den Studienleitern nach einer Änderung durch den Probanden nicht mehr bekannten) Nutzer-ID und aus einem Passwort bestehen. Aus Datenschutzgründen sollten die externe Nutzer-ID sowie das Passwort zunächst zufällig generiert und anschließend an die Probanden weitergegeben werden. Die Nutzer sollen im Anschluss daran dazu in der Lage sein, sich in die AAT-App einzuloggen und, falls gewünscht, dort ihren externen Nutzernamen sowie ihr Passwort ändern zu können.
- Mehrere **Studien** sollten durch die Vergabe von einem Namen bzw. eine ID erstellt werden können. Dies erlaubt die Durchführung von mehreren, parallel laufenden Studien mit der App und eine korrekte Zuordnung der eingegangenen Daten.
- Die Erzeugung von **Gruppen** erlaubt spezifische Einstellungen, welche innerhalb der AAT-App verarbeitet und umgesetzt werden sollen. Die Zuordnung eines Nutzers in die **Gruppe** „Wartegruppe“ würde bspw. dafür sorgen, dass das AAT-Training innerhalb der App für diesen Probanden nicht zur Verfügung steht.

### Zigarettenzähler

Um neben den impulsiven Prozessen, welche durch das AAT-Training angesprochen werden, auch die reflektiven Prozesse zu berücksichtigen, soll ein Zigarettenzähler innerhalb der Anwendung eingebaut werden. Mit diesem können die Nutzer ihre konsumierten Zigaretten eintragen und dadurch ihr Rauchverhalten nachvollziehen sowie überwachen. Die Eintragungen sollen entweder direkt innerhalb der App oder außerhalb der Anwendung über ein Widget möglich sein.

### Datenerfassung

Wie zuvor erwähnt werden die in der App erfassten Daten an eine DB gesendet. Dies hat den Vorteil, dass die Geräte der Teilnehmer nicht von den Studienleitern angefasst werden müssen bzw. die Probanden ihre Daten nicht manuell exportieren und versenden müssen. Dies spart Zeit und minimiert verlorene Daten, z. B. aufgrund eines Trainingsabbruchs während der Trainingsphase.

Die DB-Anbindung erlaubt zudem eine eindeutige Zuordnung der Daten, indem jeder Nutzer zum einen einer Studie sowie einer Gruppe zugeordnet wird und sich zum anderen in der App anmelden muss, um diese nutzen zu können. Die Anmeldung verhindert zudem, dass nicht berechnigte Personen die AAT-App nutzen können, da die Anwendung über den Google Play Store bzw. den Apple App Store frei zugänglich sein soll.

Aufgrund der Server-Anwendung muss Datenschutz eine übergeordnete Rolle spielen. Alle Daten müssen lokal auf dem Gerät, innerhalb der DB sowie vor und nach der Übertragung ausreichend verschlüsselt sein bzw. werden. Während der AAT-Sitzungen sollen die Dateinamen der gezeigten Stimuli (diese sind vordefiniert und beinhalten keine persönlichen Inhalte der Teilnehmer), Reaktionszeiten sowie Zeitstempel gesendet werden. Bei der Nutzung des Zigarettenzählers sollen ebenfalls Zeitstempel, in Verbindung mit der Nutzer-ID, an die DB gesendet werden.

### **Bildschirmaufbau**

Nach dem Starten der App soll sich zunächst ein Anmeldebildschirm öffnen, welcher einen Nutzernamen sowie ein Passwort abfragt. Darüber hinaus sollen Buttons verfügbar sein, über welche die Benutzer die Lizenzbedingungen sowie die Datenschutzvereinbarung einsehen können, ehe sie sich anmelden. Um die Anmeldung möglichst einfach zu gestalten, soll es zusätzlich die Möglichkeit geben, optional einen automatischen Login zu aktivieren. Dies bedeutet, dass sich die Anwendung nach einer ersten erfolgreichen Anmeldung bei jedem darauffolgenden Start automatisch beim Server anmeldet.

Nach erfolgreicher Anmeldung wird der Nutzer zum Hauptbildschirm weitergeleitet. Über diesen kann das AAT-Training gestartet oder der Zigarettenzähler aufgerufen werden. Darüber hinaus soll es eine Schaltfläche geben, über welche die Nutzer ihren Benutzernamen sowie ihr Passwort ändern können. Zuletzt soll es hier einen Button zum Abmelden geben.

Für den Zigarettenzähler soll es innerhalb der Anwendung zwei Darstellungsmöglichkeiten geben: Zum einen als chronologische Liste, welche die Zigaretten mit ihren jeweiligen Zeitstempeln auflistet und zum anderen als Statistik, welche die täglich gerauchten Zigaretten zusammenfasst und somit einen zeitlichen Verlauf wiedergibt. Dieser Verlauf kann für die Probanden besonders hilfreich sein, um ihren Fortschritt zu überwachen, da Verbesserungen bzw. Verschlechterungen somit direkt identifizierbar sind.

Vor dem Beginn einer jeden AAT-Sitzung soll zunächst ein kurzer Instruktionstext angezeigt werden, welcher den Probanden die Motivation des Trainings sowie die Anleitung zur Durchführung anzeigt. Nachdem die Hälfte der angezeigten Stimuli korrekt behandelt wurden, wird eine Mitteilung über den Fortschritt angezeigt, welche zur Fortsetzung des Trainings bestätigt werden muss. Nach Beendigung der AAT-Sitzung wird der Benutzer automatisch in den Hauptbildschirm weitergeleitet.

### **Optionale Anforderungen**

Zu den optionalen Anforderungen an die App gehören zunächst Push-Benachrichtigungen, welche die Probanden ein- bis zweimal am Tag an das AAT-Training erinnern, sofern dieses noch nicht durchgeführt worden ist. Darüber hinaus sind Erinnerungen

an den Nachuntersuchungstermin, welcher sechs Wochen nach dem Trainingsbeginn stattfindet, denkbar.

Eine weitere optionale Komponente ist die Anzeige der durchschnittlichen Reaktionszeit am Ende jeder AAT-Sitzung, um den Teilnehmern ihren Fortschritt anzuzeigen.

### 6.3.2.2 Implementierung

Die ANTARES-App wurde mithilfe der Unity Engine (Version 2019.3.2f1) für Mobilgeräte mit dem Android (ab Android 4.4) sowie dem iOS (ab iOS 13.5) Betriebssystem (OS) entwickelt. Das Widget für den Zigarettenzähler wurde nach dem Erzeugen eines Android Builds mit Android Studio (Version 4.0.1) implementiert. Daran anschließend wurde die .apk-Datei zur Installation der Anwendung auf Android Geräten signiert und kompiliert. Die iOS-Version der App wurde mit der Apple IDE Xcode (Version 11.4) signiert und kompiliert.

Während die Android-Version alle Funktionalitäten, welche im Folgenden vorgestellt werden, beinhaltet, wurde bei der iOS-Version auf das Widget sowie die Benachrichtigungen verzichtet. Grund dafür ist, dass kein dafür notwendiges Entwicklungsgerät (Apple Mac / iMac / MacBook) zur Verfügung stand, um diese Funktionen mit XCode zu implementieren.

In Vorbereitung auf die Studie ist die Anwendung auf drei Studiengruppen ausgelegt worden. Diese umfassen die Trainingsgruppe (Verum), die Kontrollgruppe (Placebo) sowie die Wartegruppe. Alle weiteren Gruppen, die außerhalb dieses Schemas angelegt werden, können das AAT-Training unbegrenzt durchführen und sind nicht an die Vorgaben der Studiengruppen gebunden.

Zur Erfassung und Speicherung der Daten werden ein Server des ZIMT (Universität Siegen) und eine SQL-DB verwendet. Auch die An- und Abmeldung der Nutzer sowie deren Gruppenzuteilung werden über den Server und die DB vorgenommen. Die Server-Anfragen werden dabei über eine REST API realisiert. REST steht hierbei für „Representational State Transfer“, API für „Application Programming Interface“.

Zur Administration der Nutzer, Studien, Studiengruppen und erfassten Daten wurde zudem eine Web-Anwendung entwickelt, welche ebenfalls Zugriff auf den Server und die DB hat. Über diese können bspw. neue Nutzer mitsamt Anmeldedaten generiert oder erfasste Daten angezeigt und exportiert werden.



Abbildung 6.29: Der Anmeldebildschirm der ANTARES App, über welchen sich die Nutzer mit ihren Nutzerdaten anmelden können. Darüber hinaus sind weiterführende Informationen über die Anwendung einsehbar und die Sprache kann geändert werden.

### Anmelde- und Hauptbildschirm

Sowohl die An- und Abmeldung als auch das Hauptmenü befinden sich in der Main-Menu-Szene. Für die Darstellung und Funktionalität ist die Klasse `MobileMenuController` zuständig.

Beim Öffnen der App gelangen Nutzer zunächst zu dem Anmeldebildschirm der Anwendung, welcher in Abb. 6.29 zu sehen ist. Dort sind zwei Textfelder, jeweils für die Eingabe des Benutzernamens sowie des Passworts, zu sehen. Darunter befindet sich eine Checkbox, mit welcher die „Auto Login“ de-/aktiviert werden kann. Diese dient dazu, dass sich die Anwendung in Zukunft beim Öffnen der Anwendung automatisch beim Server anmeldet und die Nutzerdaten nicht erneut manuell eingegeben werden müssen. Eine Aktivierung dieser Funktion ist aus diesem Grund ebenfalls notwendig, um das Zigarettenzähler-Widget nutzen zu können. Unterhalb der „Auto Login“-Checkbox sind Buttons für die Anmeldung („Login“) und das „Beenden“ der Anwendung sowie für die Einsicht der an der App beteiligten Personen („Credits“), der Lizenzvereinbarung („Lizenz“, Creative Commons BY-NC-ND 4.0 [CRE21]) sowie der Datenschutzvereinbarung („Datenschutz“). Darüber hinaus können am unteren Bildschirmrand, durch

Tippen auf die entsprechende Flagge, die Sprachen Deutsch oder Englisch ausgewählt werden.

Nach dem Starten der Anwendung wird zunächst überprüft, ob bei der letzten Anmeldung, sofern bereits durchgeführt, ein Häkchen bei der Funktion „Auto Login“ gesetzt wurde. Sollte dies der Fall sein, werden der MD5-verschlüsselte Nutzernamen (*string username*) sowie das MD5-verschlüsselte Passwort (*string password*) aus der Konfigurationsdatei geladen, in welche diese nach Aktivieren der Funktion (verschlüsselt) hineingeschrieben wurden. Ansonsten muss der Nutzer seine Nutzerdaten manuell eingeben und auf den „Login“-Button tippen. Anschließend wird über die REST API eine Anfrage an den Server gesendet, um sich über diesen anzumelden. Sollte es bei der Anmeldung zu einem Fehler kommen, z. B. aufgrund falscher Nutzerdaten oder einer instabilen Internetverbindung, wird eine Fehlermeldung angezeigt und die Textfelder für den Nutzernamen und das Passwort werden wieder geleert. War die Anmeldung hingegen erfolgreich, wird eine Benachrichtigung über den erfolgreichen Login angezeigt, die Zeitmessung wird initialisiert, die Versionsnummer der App wird gesetzt, der Anmeldebildschirm wird deaktiviert sowie das Hauptmenü aktiviert und damit sichtbar gemacht.

Das Hauptmenü ist in Abb. 6.30 (links) abgebildet. Hier befinden sich Buttons zum Starten des AAT-Trainings („Sitzung starten“), zum Öffnen des Zigarettenzählers („Zigaretten Zähler“), zur Abmeldung („Logout“) sowie, wie bereits im Anmeldebildschirm, zur Einsicht der beteiligten Personen, der Lizenz- und der Datenschutzvereinbarung. Auch die Sprache kann an dieser Stelle geändert werden. Zusätzlich befindet sich oben rechts eine Schaltfläche, über welche der aktive Nutzer seine Nutzerdaten ändern kann. Oben links wird die Versionsnummer der installierten App angezeigt.

Im nächsten Schritt wird über eine Serveranfrage überprüft, wie viele Trainingssitzungen am aktuellen Tag bereits durchgeführt wurden. Wurde noch kein AAT-Training absolviert, wird die „ScheduleNotifications“-Methode der `NotificationManager`-Klasse aufgerufen, um Erinnerungsbenachrichtigungen zu planen. Wurde bereits mindestens ein Training (von maximal drei) abgeschlossen, wird der *bool doneToday* auf *true* gesetzt, damit an diesem Tag keine weiteren Erinnerungsbenachrichtigungen angezeigt werden.

Anschließend wird über eine weitere Serveranfrage die Gruppenzugehörigkeit sowie das Startdatum des aktiven Nutzers ermittelt. Erneut wird die Anzahl der an diesem Tag abgeschlossenen AAT-Sitzungen hinzugezogen, um zu prüfen, ob die maximale Anzahl von drei abgeschlossenen Sitzungen pro Tag, bereits erreicht wurde. Die Begrenzung der Trainingseinheiten dient dazu, dass die Studienteilnehmer vergleichbar bleiben, da es ansonsten zu großen Unterschieden bei der Anzahl der absolvierten AAT-Sitzungen kommen könnte.



Abbildung 6.30: Auf der linken Seite ist das Hauptmenü der mobilen Anwendung zu sehen. Von hier aus kann das AAT-Training gestartet oder auf den Zigarettenzähler zugegriffen werden. Rechts ist der Bildschirm zum Ändern der Anmeldedaten dargestellt. Über diesen können Benutzer nach dem ersten Login jederzeit ihre Anmeldedaten verändern.

Bei Teilnehmern der Trainings- sowie der Kontrollgruppe wird nun überprüft, ob seit dem Startdatum bereits 14 oder mehr Tage vergangen sind, da das Training nach zwei Wochen deaktiviert wird. Sollte sich der aktive Nutzer noch innerhalb des zweiwöchigen Trainingszeitraums befinden und noch keine drei Trainings am aktuellen Tag absolviert haben, kann der „Training starten“-Button betätigt werden. In allen anderen Fällen wird der Button ausgegraut und ist nicht mehr interaktiv. Beim Überschreiten der maximalen täglichen Sitzungen wird zudem eine Benachrichtigung eingeblendet, welche den Nutzer drüber informiert.

Bei Teilnehmern, welche der Wartegruppe zugeteilt wurden, ist das Verfahren ähnlich, allerdings wird nicht ermittelt, ob sie sich innerhalb des zweiwöchigen Trainingszeitraums befinden, sondern ob seit dem Startdatum sechs Wochen vergangen sind, da Nutzer dieser Gruppe das Training erst zu diesem Startpunkt starten dürfen. Bezüglich der maximalen täglichen Sitzungen wird analog vorgegangen.

Beim Tippen auf den „Training starten“-Button werden alle derzeit geöffneten Szenen geschlossen und die AAT-Trainingsszene geladen.

### **Einstellungsmöglichkeiten**

Innerhalb des „Benutzerdaten ändern“-Bildschirms (Abb. 6.30, rechts) kann der angemeldete Nutzer seine Nutzerdaten (Benutzername und/oder Passwort) jederzeit abändern.

Dies ist insbesondere aus dem Grund empfehlenswert, da den Studienteilnehmern zunächst Zufalls-generierte Anmeldedaten zur Verfügung gestellt werden, mit denen sie sich bei der Einführung vor Ort zum ersten Mal anmelden können.

Das GUI besteht zunächst aus einem Textfeld für die Eingabe des alten Passworts. Darunter befindet sich eine Checkbox, welche beim Ändern des Benutzernamens angetippt werden soll. Unter dieser sind zwei Textfelder, in welche der neue Benutzername eingegeben werden soll. Das Gleiche gilt für das Ändern des Passworts, wobei die Passwortstärke des neuen Passworts ermittelt und angezeigt wird. Zuletzt befinden sich noch ein „Speichern“- sowie ein „Zurück“-Button, welcher zurück zum Hauptmenü führt, auf diesem Bildschirm.

Beim Klicken auf den „Speichern“-Button werden zunächst die Variablen *string username* und *string password* auf *null* gesetzt. Wurde an dieser Stelle kein altes Passwort eingegeben, wird eine Benachrichtigung darüber angezeigt. Danach wird als Erstes ermittelt, ob ein Häkchen bei „Benutzername ändern“ gesetzt wurde. Ist dies der Fall, prüft das Programm, ob die Eingaben in den beiden Textfeldern übereinstimmen und ob die Zeichenlänge größer null ist. Treffen beide Bedingungen zu, wird der neue Benutzername MD5-verschlüsselt und in *username* zwischengespeichert. Andernfalls wird eine Fehlermeldung angezeigt.

Anschließend wird geprüft, ob ein Häkchen bei „Passwort ändern“ gesetzt wurde. In diesem Fall wird analog zur Abänderung des Benutzernamens vorgegangen, allerdings muss die Zeichenlänge des Passworts mindestens acht Zeichen umfassen und das neue Passwort wird MD5-verschlüsselt in *password* zwischengespeichert. Darüber hinaus wird dem Benutzer visuell die Stärke des neuen Passworts angezeigt, welches aus Zahlen sowie Groß- und Kleinbuchstaben bestehen darf.

Sobald die oben beschriebenen Überprüfungen abgeschlossen sind, wird überprüft, ob das eingegebene alte Passwort mit dem auf dem Server hinterlegten Passwort übereinstimmt. Falls nicht, wird eine Fehlermeldung eingeblendet, welche den Nutzer darüber informiert, dass das falsche Passwort eingegeben wurde. Stimmen die Passwörter hingegen überein, wird ermittelt, ob *username* und/oder *password* ungleich *null* sind. Trifft dies für beide Variablen zu, werden sowohl der Benutzername als auch das Passwort auf dem Server aktualisiert, ansonsten lediglich die Variable, für die diese Bedingung zutrifft. Zudem wird für den Nutzer eine Benachrichtigung eingeblendet, welche diesen über das erfolgreiche Aktualisieren seiner Daten informiert. Anschließend wird der aktive Nutzer automatisch abgemeldet, damit sich dieser mit den neuen Daten anmelden kann.

Die Konfigurationsdatei (vgl. Listing 6.4) der mobilen ANTARES App wird in der *MobileConfigManager*-Klasse erzeugt. Im Allgemeinen ist der Aufbau analog zur Konfigurationsdatei der VR-Anwendung, mit der Ausnahme einiger App-spezifischer Einträge sowie dem Fehlen mancher Optionen, welche für die App obsolet sind.

Listing 6.4: Die Konfigurationsdatei der ANTARES App auf einem Android Gerät mit Standardwerten.

---

```
1      #-----#
      # License #
3      #-----#
      licenseAccepted=False
5
      #-----#
7      # Game Options #
      #-----#
9      language=de_DE
      startLevel=0
11
      #-----#
13     # Android Settings #
      #-----#
15     server=antares.lwf.uni-siegen.de
      AAT_Type=2
17     username=
      password=
```

---

Der Eintrag „server“ gibt die URL an, über welche der Server für Anfragen erreicht werden kann. „AAT\_Type“ bestimmt, ob als Unterscheidungsmerkmal die Randfarbe (*AAT\_Type = 1*, blau für Bilder im Annäherungsformat vs. rot für Bilder im Vermeidungsformat) oder die Kippung (*AAT\_Type != 1*, links für Bilder im Annäherungsformat vs. rechts für Bilder im Vermeidungsformat) der Bilder definiert wird. In „username“ und „password“ werden die MD5-verschlüsselten Nutzerdaten festgehalten, sofern zuvor die Funktion „Auto Login“ aktiviert wurde. Zusätzlich wird innerhalb der `MobileConfigManager`-Klasse die Variable `float touchPuffer = 0.3f` initialisiert, welche bestimmt, dass über mindestens 30 % des Bildschirms gewischt werden muss, um eine Aktion auszulösen.

Die Übersetzung aller Elemente wird über die `MobileLanguageManager`-Klasse gesteuert. Auch diese ist nahezu identisch zu dem Skript der VR-Anwendung. Die einzigen Unterschiede sind die zusätzlichen Übersetzungseinträge für die neuen GUI-Elemente, die Benachrichtigungen und den Einführungstext am Anfang des Trainings sowie der Speicherort der Sprachdateien (`string folderPath = Application.persistentDataPath + "/lang/";`).

## AAT-Sitzungen

Die AAT-Sitzungen werden durch die Klassen `PictureLevelController` und `MobileTimer` gesteuert. Ersteres steuert alle für das Training erforderlichen Funktionen, während Letzteres für die exakte Erfassung der Reaktionszeiten zuständig ist.

Sobald das AAT-Training gestartet wird, werden zunächst einige Variablen und Parameter in der „Start“-Funktion initialisiert. In der `MobileTimer`-Klasse werden die beiden Variablen `bool stopTimer` sowie `bool pauseTimer` mit dem Wert `false` initialisiert. Innerhalb der `PictureLevelController`-Klasse gehören dazu unter anderem ein `TextMesh`, um die Anleitung anzeigen zu können, das `MobileTimer`-Objekt für die Zeitmessung, ein Zähler für die Anzahl der erschienenen Stimuli (`int counter`), ein Boolean, welches angibt, ob das nächste Bild erscheinen (`bool nextCanSpawn`) und mit dem Wert `true` initialisiert wird sowie zwei Listen (`List<GameObject> pre` und `List<GameObject> body`), in welchen die anzuzeigenden Bilder gespeichert werden. Anschließend wird mit der Codezeile

```
InvokeRepeating("InputLoop",0,0.001f);
```

sichergestellt, dass die Methode „InputLoop“ jede Millisekunde ausgeführt wird, um dadurch eine genaue und vor allem Frame-unabhängige Zeitmessung zu erzielen. Darüber hinaus wird die `MobileTimer`-Methode „MeasureTime()“ in einen Thread ausgelagert, welcher sogleich gestartet wird.

Besagte „InputLoop()“-Methode prüft zunächst, dass weder das Ingame-Menü geöffnet ist, noch ein Fehler innerhalb der Anwendung vorliegt. Wurde beides ausgeschlossen, wird darauf gewartet, dass mindestens ein Finger den Bildschirm berührt, woraufhin die Position der ersten Berührung erfasst wird. Andernfalls wird der Timer zunächst pausiert.

Solange die Anleitung noch angezeigt wird, behält die `MobileTimer`-Variable `bool touchBegan` den Wert `false`. Sobald der Anleitungs-`TextMesh` jedoch nicht mehr aktiv ist, ergo das Training begonnen hat, wird die Variable auf `true` gesetzt und damit die erste RZ erfasst. Diese beinhaltet die vergangene Zeit bis zur ersten Berührung des Bildschirms nach dem Erscheinen des Stimulus.

Nachdem der Finger wieder vom Bildschirm genommen wurde, wird erneut überprüft, ob der Anleitungs-`TextMesh` noch aktiv ist. Ist dies der Fall, wird der `TextMesh` deaktiviert, eine Sitzung wird erzeugt sowie über die REST-API an den Server gesendet und die Methode „CreateSpawnableObjectList()“ wird aufgerufen. Darüber hinaus wird bei jedem Lösen des Fingers vom Bildschirm die Position der letzten Berührung erfasst und die `MobileTimer`-Variable `bool touchEnded` wird von `false` auf `true` gesetzt, um die erfasste RZ abzuspeichern.

Die Funktion „CreateSpawnableObjectList()“ fragt als Erstes beim Server an, ob eine Sitzung erstellt wurde und wie viele Sitzungen insgesamt bereits abgeschlossen wurden. Handelt es sich um das allererste Training des Nutzers, wird zunächst eine lange Bias-Messung durchgeführt, welche alle 50 Bilder jeweils ein Mal im PUSH- und ein Mal im PULL-Format präsentiert (100 Bilder insgesamt). Hierfür werden die beiden Listen *List<int> valids* und *List<int> valids2* initialisiert. Danach wird die Liste *List<Sprite> goodBiasSprites*, welche alle positiven Bilder enthält, durchlaufen und die Indizes werden in die Liste *valids* geschrieben. Analog wird mit der Liste *List<Sprite> badBiasSprites* vorgegangen, welche alle suchtbezogenen Bilder enthält, wobei die Indizes hierbei in die *valids2*-Liste geschrieben werden. Anschließend wird ein zufälliges Bild aus der *goodBiasSprites*-Liste geholt.

Die Methode „GameObject CreateSpriteObject(Sprite sprite, bool good)“ bringt das übergebene Bild sowohl in das PUSH- (Kippung nach rechts oder roter Rand), als auch in das PULL-Format (Kippung nach links oder blauer Rand). Sofern der Funktionsparameter *bool good* den Wert *true* hat, es sich demnach um ein positives Bild handelt, wird das *GameObject goodPrefab* (Kippung) oder das *GameObject goodPrefab2* (Randfarbe) erstellt, je nachdem, welches Unterscheidungsmerkmal zuvor in den Einstellungen festgelegt wurde. Im Falle eines negativen Bildes (*bool good = false*), wird entweder das *GameObject badPrefab* (Kippung) oder das *GameObject badPrefab2* (Randfarbe) erzeugt. In beiden Fällen erhalten die initialisierten GameObjects den Namen des Bildes, um diesen später an den Server senden zu können und beide Prefabs werden in der anfangs erstellten *pre*-Liste abgelegt. Zuletzt wird der Sprite gerendert und das Bild damit für das Training sichtbar gemacht.

Der Index des herausgenommenes Bildes wird nun noch aus der *valids*-Liste gelöscht, um Duplikate zu vermeiden. Dieses Vorgehen wiederholt sich, bis alle positiven Bilder bearbeitet wurden. Zuletzt wird analog mit den suchtbezogenen Bildern vorgegangen, woraufhin sich alle Bilder für die Bias Messung in der Liste *pre* befinden.

Jedem darauffolgenden Training wird eine kurze Bias-Messung vorangestellt. Das allgemeine Vorgehen ist analog zur langen Bias-Messung, jedoch werden lediglich drei zufällige Bilder pro Kategorie herausgesucht und in beide Formate gebracht. Dementsprechend besteht die kurze Bias-Messung aus insgesamt zwölf Bildern.

Als Nächstes beginnt das eigentliche AAT-Training, welches auch weiterhin durch die „CreateSpawnableObjectList()“-Funktion gesteuert wird. Während die Bias-Messung für die Trainings-, als auch für die Kontrollgruppe identisch abläuft, wird nun zwischen den beiden Gruppen unterschieden. Hierfür wird zunächst eine Server-Anfrage durchgeführt, welche die Gruppe des aktuell angemeldeten Nutzers ermittelt. Anschließend werden 100 Bilder für das Training zusammengestellt, welche sich je nach Gruppe unterschiedlich zusammensetzen. Abb. 6.31 zeigt beispielhaft jeweils einen Stimulus für das



Abbildung 6.31: Links ist ein positiver Stimulus im PULL-Format (Kippung nach links) dargestellt, auf der rechten Seite ein rauchbezogener Stimulus im PUSH-Format (Kippung nach rechts).

PUSH- bzw. PULL-Format, wobei die Kippung der Bilder als Unterscheidungsmerkmal verwendet wird.

Im Falle der Trainingsgruppe werden alle positiven Bilder, welche sich in der *List<Sprite> goodTrainingSprites*-Liste befinden, jeweils zweimal im PULL-Format in die anfangs erstellte Liste *List<GameObject> body* geschrieben. Zusätzlich werden auch alle rauchbezogenen Bilder, welche sich in *List<Sprite> badTrainingSprites* befinden, jeweils zweimal im PUSH-Format in *List<GameObject> body* geschrieben. Somit befindet sich alle Stimuli, welche der Trainingsgruppe präsentiert werden sollen, in der Liste *body*. Im Detail sind dies 50 positive Bilder im PULL-Format sowie 50 rauchbezogene Bilder im PUSH-Format.

Für die Kontrollgruppe ist das Vorgehen etwas komplexer. Im ersten Schritt wird die Liste *List<Sprite> goodTrainingSprites* als Array in eine weitere Liste, *List<Sprite> good*, übertragen. Anschließend werden 23 zufällige Sprites aus *good* geholt und jeweils im PUSH- und PULL-Format in der *body*-Liste gespeichert. Um Duplikate zu vermeiden, werden die herausgeholt Sprites aus der Liste *good* gelöscht. Dieses Vorgehen wird anschließend noch einmal wiederholt, um erneut 23 zufällige Sprites aus dem gesamten Satz positiver Bilder zu holen. Im nächsten Schritt wird die Liste *List<Sprite> badTrainingSprites* als Array in die Liste *List<Sprite> bad* übertragen. Aus dieser werden anschließend vier zufällige Sprites heraus geholt und jeweils im PUSH- und PULL-Format in die *body*-Liste geschrieben. Zur Vermeidung von Duplikaten werden die herausgeholt Sprites aus der Liste *bad* gelöscht. Damit befinden sich alle Stimuli, welche der Kontrollgruppe präsentiert werden sollen, in der Liste *body*. Im Detail sind dies je-

weils 23 positive Bilder im PUSH- bzw. PULL-Format sowie jeweils vier rauchbezogene Bilder im PUSH- bzw. PULL-Format.

Sollte sich der angemeldete Benutzer in der Wartegruppe befinden, so wird das Bilder-set nach der Freischaltung des Trainings analog zur Trainingsgruppe zusammengesetzt. Auch alle weiteren benutzerdefinierten Gruppen, welche händisch über die Website hinzugefügt wurden, werden analog zur Trainingsgruppe behandelt.

Nachdem alle Stimuli, welche präsentiert werden sollen, in *List<GameObject> pre* (Bias-Messung) und *List<GameObject> body* (AAT-Training) gesammelt wurden, müssen diese noch in eine zufällige Reihenfolge gebracht werden. Hierfür wird die Methode „*ShuffleArrayPlus(GameObject[] array)*“ benutzt, welche bereits in der VR-Anwendung für diesen Zweck verwendet wurde (vgl. Listing 6.3 in Kap. 6.2.2.2). Zuletzt wird die Methode „*SpawnNext()*“ aufgerufen, um den ersten bzw. nächsten Stimulus in der Anwendung erscheinen zu lassen.

Die Methode „*SpawnNext()*“ überprüft lediglich, ob die Zähler-Variable *int counter*, welche die Anzahl der bisher präsentierten Bilder erfasst, kleiner ist, als die Anzahl der übrigen Elemente innerhalb der Liste *List<GameObject> spawnableObjets*. Ist dies der Fall, wird die Methode „*StartCoroutine("SpawnNextEnum")*“ aufgerufen, um den nächsten Stimulus erscheinen zu lassen. Andernfalls, ergo, nachdem alle Bilder korrekt sortiert wurden, wird die Methode „*StartCoroutine("Finished")*“ aufgerufen.

„*StartCoroutine("SpawnNextEnum")*“ wartet zunächst eine halbe Sekunde ab, ehe *bool nextCanSpawn* auf *false* gesetzt und alle *MobileTimer*-Variablen zurückgesetzt werden. Anschließend wird der Variable *string name* der Name des nächsten Stimulus (*spawnableObjets[counter].name*) zugewiesen. Daraufhin wird der Stimulus instanziiert und in dem *GameObject spawnedObject* hinterlegt. Daraufhin wird auch diesem *GameObject* der Name des Stimulus zugewiesen und es wird für den Nutzer sichtbar gemacht. Als Nächstes wird *int counter* um eins inkrementiert und der Timer wird wieder gestartet, um die nächsten RZs zu erfassen.

Die Funktion „*StartCoroutine("Finished")*“ aktiviert das *TextMesh finishedTextMesh*, welches dem Nutzer mitteilt, dass das Training abgeschlossen ist. Darüber hinaus zeigt es diesem seine durchschnittliche RZ an. Nach einer Wartezeit von 1,5 s wird per REST-API eine „*SetGameSessionCompleted*“-Anfrage an den Server gesendet, welche dafür sorgt, dass innerhalb der DB die vollständige Bearbeitung der Trainingssitzung des Nutzers vermerkt wird. Im Anschluss daran wird die Hauptmenü-Szene geladen.

Für die Erfassung der RZs läuft die „*MeasureTime()*“-Funktion der *MobileTimer*-Klasse permanent im Hintergrund, wofür sie in einen Thread ausgelagert wurde. Innerhalb des Threads wird zunächst eine lokale *Stopwatch* instanziiert, welche die verstrichene Zeit (in ms) in der Variable *long time* festhält. Die *Stopwatch* wird pausiert, sobald

der Nutzer während des Trainings das In-Game-Menü öffnet. Nach der Schließung wird die *Stopwatch* wieder fortgesetzt. Sobald die Trainingssitzung abgeschlossen ist oder die Anwendung geschlossen wird, werden die *Stopwatch* sowie der dazugehörige Thread wieder beendet.

Für die Logik der Messung werden die drei Variablen *bool touchBegan*, *bool calculating* sowie *bool aiming* herangezogen und fortlaufend überprüft. *touchBegan* hält fest, ob die erste Berührung des Bildschirms nach dem Erscheinen des Stimulus (bzw. dem „Wiedererscheinen“ nach einem Fehler) bereits stattgefunden hat. Die Variable *calculating* besagt, ob die Messung der RZs begonnen hat und die Variable *aiming* zeigt an, ob gerade eine Vergrößerungs- bzw. Verkleinerungs-Animation des Bildes abläuft.

Sofern die erste Berührung stattgefunden hat, noch keine RZ erfasst wurde und keine Animation ausgeführt wird, wird die erste RZ erfasst, indem der in *long time* hinterlegte Wert in *long RT1* übertragen wird. Wurde zuvor ein Fehler gemacht, *RT1* wurde demnach bereits gesetzt, wird der aktuelle Zeitwert in *long RT4* geschrieben. Anschließend wird *calculating* auf *true* gesetzt und *touchBegan* erhält wieder den Wert *false*.

Wenn der Finger vom Bildschirm genommen wurde, die Erfassung der RZs begonnen hat und keine Animation abgespielt wird, wird zunächst der Wert von *touchEnded* wieder auf *false* gesetzt. Danach wird überprüft, ob die Wischbewegung den erforderlichen Pufferbereich überschritten hat. Dieser beträgt 30 % des Bildschirms, um zu verhindern, dass bereits kleinste Bewegungen auf dem Bildschirm als Wischbewegung interpretiert werden. Gleichzeitig wird so sichergestellt, dass die ausgeführten Wischbewegungen ausreichend groß für das AAT-Training sind. Ist dies der Fall, wird eine globale *Stopwatch* gestartet. Sofern an dieser Stelle *long RT2* noch nicht gesetzt wurde, wird nun der aktuelle Zeitwert in die Variable geschrieben, andernfalls in *long RT5*. Diese RZs halten (vor bzw. nach einem Fehler) fest, wann das „Einsortieren“ des Bildes vom Nutzer beendet wurde. Im Anschluss wird die Variable *aiming* auf *true* gesetzt, da an dieser Stelle das Bild durch eine Animation vergrößert bzw. verkleinert wird.

Wurde die zuletzt vom Nutzer ausgeführte Wischbewegung von unten nach oben ausgeführt (*touchEndedPosition.y > touchBeganPosition.y*), erhält entweder die Variable *string answer1* (*RT4* wurde nicht gesetzt) oder die Variable *string answer2* (*RT4* wurde aufgrund eines vorangegangenen Fehlers gesetzt) den Wert „PUSH“. Darüber hinaus wird *aimhelper* auf den Wert „1“ gesetzt, welcher im Anschluss für den weiteren Umgang mit dem Stimulus wichtig wird. Handelte es sich bei der letzten Interaktion um eine Wischbewegung von oben nach unten (*touchEndedPosition.y < touchBeganPosition.y*), erhält entweder *answer1* oder *answer2* den Wert „PULL“ und die Variable *aimhelper* wird auf „2“ gesetzt.

Nachdem *aimhelper* einen Wert größer „0“ angenommen hat und 500 ms (die Dauer der Animation) vergangen sind, wird die vergangene Zeit in *long RT3* (kein Fehler) oder *long*

*RT6* (Fehler) gespeichert. Diese Zeiten spiegeln das Verschwinden des Stimulus nach der Animation wider. Zuletzt wird *aimhelper* auf „-1“ gesetzt und die globale *Stopwatch* wird zurückgesetzt und angehalten.

Während des gesamten Trainings wird über die „Update()“-Funktion mit jedem Frame der Zustand der Anwendung überprüft. Zu diesem Zweck wird der dreidimensionale Vektor *Vector3 scale* initialisiert, welcher zu jeder Zeit die Skalierung des aktuellen Stimulus speichert und diese somit ändern kann. Als Nächstes wird ermittelt, ob vom Nutzer eine Wischbewegung durchgeführt wurde, wofür die *MobileTimer*-Variable *int aimhelper* herangezogen wird. Gibt diese den Wert „1“ zurück, wurde demnach eine Wischbewegung von unten nach oben ausgeführt (PUSH) und es wird überprüft, ob *GameObject spawnedObject* den Tag „Blue“ besitzt (positives Bild). Ist dies der Fall, wird die Variable *bool error* auf *true* gesetzt, andernfalls auf *false*. Anschließend wird das Bild über den Vektor *Vector3 scale* verkleinert. Sofern der farbliche Rand als Unterscheidungsmerkmal verwendet wird, wird auch dieser verkleinert.

Gibt die Variable *int aimhelper* den Wert „2“ zurück, wurde vom Nutzer eine Wischbewegung von oben nach unten (PULL) durchgeführt. In diesem Fall wird überprüft, ob *GameObject spawnedObject* den Tag „Red“ besitzt (rauchbezogenes Bild). Ist dies der Fall, wird die Variable *bool error* auf *true* gesetzt, ansonsten auf *false*. Danach werden das Bild und, falls nötig, die Randfarbe über den Vektor *Vector3 scale* vergrößert.

Anschließend werden die beiden *MobileTimer*-Variablen *int aimhelper* sowie *bool calculating* wieder auf ihre Anfangswerte „0“ bzw. *false* zurückgesetzt. Im nächsten Schritt wird der Wert von *bool error* ermittelt. Ist dieser *true*, so wurde ein Fehler gemacht und es wird ein negativ klingender Ton abgespielt. Die Skalierung des Bildes wird zurückgesetzt und der Bild-Sprite wird rot eingefärbt. All dies dient dazu, dem Benutzer eine Rückmeldung über seinen Fehler zu geben. Zusätzlich wird die *MobileTimer*-Variable *bool aiming* auf den Wert *false* gesetzt.

Wurde hingegen kein Fehler gemacht, wird abgefragt, ob das letzte Bild für die Bias-Messung oder das Training verwendet wurde. Je nachdem was zutrifft, wird in der Variable *string m* entweder „BIAS“ oder „TRAINING“ abgespeichert. Danach werden all die auf den korrekt einsortierten Stimulus bezogenen Trainingsdaten an den Server gesendet. Diese umfassen den Namen des Stimulus, die Kipprichtung bzw. die Randfarbe, die erfassten RZs sowie *string m* zur Zuordnung des Bildes. Zuletzt werden ein positiv klingender Ton abgespielt, das *GameObject spawnedObject* wird zerstört, *bool nextCanSpawn* wird auf *true* gesetzt und die Methode „SpawnNext()“ wird aufgerufen.



Abbildung 6.32: Auf der linken Seite wird der Zigarettenzähler in Form einer Liste dargestellt, welche jede einzelne erfasste Zigarette mit einem Zeitstempel auflistet. Auf der rechten Seite ist die Statistik-Ansicht abgebildet, welche die erfassten Zigaretten pro Tag zusammenfasst und den Nutzern dadurch eine Rückmeldung über ihr Rauchverhalten gibt.

## Zigarettenzähler

Beim Klicken auf den „Zigaretten Zähler“-Button wird eine Serveranfrage gesendet, über welche die bisher erfassten Zigaretten des aktiven Nutzers vom Server geholt, in das JSON-Format geparkt und in zwei Listen (*List<int> cigaretteCounts* und *List<int> cigaretteCountIDs*) geschrieben werden. Danach wird die Methode „CreateCigaretteCountEntries(int tab=0)“ aufgerufen und der Zigarettenzähler-Bildschirm wird geöffnet.

Dieser wird zunächst als Liste (*int tab = 0*) der bisher erfassten Zigaretten dargestellt (Abb. 6.32 (links)). Durch Tippen auf den „Statistik“-Button oben rechts kann sich der Nutzer eine Statistik (*int tab = 1*) seiner täglich gerauchten Zigaretten anzeigen lassen (Abb. 6.32 (rechts)). Durch Klicken des „Liste“-Buttons wird wieder die Listen-Ansicht angezeigt. Zigaretten können durch Antippen des runden Buttons am unteren Bildschirmrand gezählt werden. In diesem Fall wird die neue Zigarette in die zuvor erstellten Listen geschrieben und diese werden an den Server gesendet. Erfasste Zigaretten können durch Anklicken des Mülleimer-Symbols neben dem Eintrag wieder gelöscht werden. In diesem Fall wird der Eintrag aus beiden Listen gelöscht, ehe diese an den Server zurückgehen.

Bei der Verwendung des Zigarettenzähler-Widgets wird analog vorgegangen, mit dem Unterschied, dass sich dieses zunächst mit den in der Konfigurationsdatei hinterlegten

Nutzerdaten beim Server anmeldet. Dementsprechend muss die Funktion „Auto Login“ aktiviert sein. Anschließend werden die beiden Listen erzeugt, die neue Zigarette hinzugefügt und die aktualisierten Listen werden an den Server zurücksendet.

Für die Implementierung des Widgets muss neben der Unity Engine auch Android Studio verwendet werden. Dafür muss zunächst mithilfe der Unity Engine ein Android Build exportiert werden. Dieser wird anschließend als Projekt in Android Studio importiert. Als Nächstes muss die Logik implementiert und das Widget über den Widget-Assistenten in die App integriert werden. Im Anschluss kann die finale .apk-Datei mit Android Studio kompiliert werden.

### Benachrichtigungen

Realisiert werden die Benachrichtigungen, welche lediglich für Nutzer mit Android Geräten verfügbar sind, in der `NotificationManager`-Klasse. In dieser wird zunächst der `AndroidNotificationChannel` initialisiert und registriert (vgl. Listing 6.5).

---

Listing 6.5: Die Initialisierung und Registrierung des `AndroidNotificationChannel`.

---

```
var c = new AndroidNotificationChannel()
2 {
    Id = "antares_notifications",
4    Name = "ANTARES Notification Channel",
    Importance = Importance.High,
6    Description = "Erinnerung an die tägliche Session.",
};
```

---

Anschließend werden die Methoden „`sendMaxSessionsReachedNotification()`“ (Listing 6.6) und „`sendNotification(DateTime fireTime)`“ implementiert, welche jeweils Benachrichtigungen über das Erreichen der maximalen täglichen Trainingssitzungen einblenden oder Erinnerungsbenachrichtigungen anzeigen, falls noch kein Training durchgeführt wurde.

Listing 6.6: Implementierung der Benachrichtigung über das Erreichen der maximalen täglichen Trainingssitzungen.

```

1  AndroidNotification n = new AndroidNotification()
   {
3      Title = "Heute kein Training mehr möglich!",
      Text = "Du hast für heute die maximale Trainingszahl erreicht. Morgen kannst du das ↯
           ↵ Training wieder durchführen.",
5      SmallIcon = "icon_0",
      LargeIcon = "icon_1",
7      FireTime = DateTime.Now
   };
9  AndroidNotificationCenter.SendNotification(n, "antares_notifications");

```

Die Erinnerungsbenachrichtigungen (Listing 6.7) werden täglich um 9:00 Uhr und um 18:00 Uhr in der Benachrichtigungsleiste des Teilnehmers eingeblendet, sofern zu diesen Zeiten noch kein AAT-Training vollständig abgeschlossen wurde. Beim Antippen der Benachrichtigung öffnet sich die Anwendung, um das Training beginnen zu können. Geplant und gelöscht werden die Erinnerungsbenachrichtigungen durch die Methode „ScheduleNotifications()“ jeweils für sieben Tage im Voraus.

Listing 6.7: Implementierung der Erinnerungsbenachrichtigung über ausstehende AAT-Trainingseinheiten.

```

1  AndroidNotification n = new AndroidNotification()
   {
3      Title = "Heute noch keine Übung gemacht!",
      Text = "Klicke hier, um die App zu öffnen. ",
5      SmallIcon = "icon_0",
      LargeIcon = "icon_1",
7      FireTime = fireTime
   };
9  AndroidNotificationCenter.SendNotification(n, "antares_notifications");

```

## Datenerfassung und Datenschutz

Für die Erfassung der Trainingsdatensätze wurden ein Server sowie eine DB aufgesetzt. Der Server wird vom Zentrum für Informations- und Medientechnologie (ZIMT) der Universität Siegen verwaltet, was einen Zugriff durch Drittanbieter ausschließt. Bei der DB handelt es sich um eine SQL-DB, welche über eine REST-API mit der App kommuniziert. REST-API steht für „Representational State Transfer – Application Programming Interface“. Sie macht den Informationsaustausch zwischen unterschiedlichen Systemen möglich, sofern diese mit dem Internet verbunden sind [ION21]. Die für den Datenaustausch und die Verschlüsselung zuständigen Skripte lauten `RESTHandler` und `AES`.

Alle personenbezogenen Daten unterliegen dem Datenschutz. Die Daten werden auf Grundlage der gesetzlichen Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) und nach dem aktuellen Stand der Technik gespeichert und verarbeitet. Die Verarbeitung der Daten erfolgt aufgrund der Freiwilligkeit der Abgabe (Art. 6 DSGVO, Abs. 1, Buchstabe a). Nutzer haben das Recht, Auskunft über die erhobenen Daten zu erhalten (Art. 15 DSGVO). Ebenso haben sie jederzeit das Recht auf Berichtigung, Löschung und Sperrung der erhobenen Daten (Art. 16, Art. 17 & Art. 18 DSGVO).

Von der App werden vom Nutzer eingegebene Zugangsdaten zum Login verarbeitet und verschlüsselt per HTTP-Request (Hypertext Transfer Protocol) an den Server gesendet. Bei einem HTTP-Request kommunizieren unterschiedliche Clients über das HTTP-Protokoll miteinander, welches verschiedene Anfragemethoden unterstützt. Es regelt demnach, wie der Client seine Anfragen formuliert und wie der kontaktierte Server darauf antwortet [ION21].

Im Zuge dessen wird der Name des verwendeten Betriebssystems (z. B. Android, iOS, Windows) ohne weitere personenbezogene Daten mitgesendet. Bei HTTP-Requests kann auch die IP-Adresse (Internet Protocol) übertragen werden, um eine korrekte Funktionalität zu gewährleisten. Diese wird allerdings in keiner Weise verarbeitet.

Es wird das symmetrische Verschlüsselungsverfahren AES<sup>1</sup> (Advanced Encryption Standard) mit einer Schlüssellänge von 256 Bit verwendet. Alle Daten werden Base64 codiert und anschließend AES-256-CBC (Cipher Block Chaining) verschlüsselt per HTTP-GET übertragen. Eine GET-Anfrage dient dazu, eine Ressource vom Webserver anzufordern, ohne deren Zustand am Server zu verändern [ION21]. Aber auch die Anfrage der App an die REST-API selbst wird bereits BASE64 kodiert und AES-256-CBC verschlüsselt, sodass niemals eine Übertragung im Klartext stattfindet, weder für Daten, noch für Anfragen an den Server. Der HTTP-GET Parameter ist demnach eine unleserliche Zeichenkette unbestimmter Länge. Anfragen des Servers an die App finden nicht statt.

Beim Login wird ein zufälliges Session-Token erstellt, das bei Inaktivität nach zehn Minuten seine Gültigkeit verliert und gelöscht wird. Solange dieses Token gültig ist, wird es für alle weiteren Übertragungen zur Authentifizierung verwendet. Ohne gültiges Token sind demnach, abgesehen vom Login, keine Server-Anfragen möglich.

Die Zugangsdaten werden bei aktiviertem „Auto Login“ lokal MD5 verschlüsselt, um einen automatischen Login zu ermöglichen. In der DB auf dem Server werden die Anmeldedaten doppelt MD5 verschlüsselt gespeichert. Intern innerhalb der App werden die Zugangsdaten ausschließlich als MD5-Hash weitergereicht und verwendet.

---

<sup>1</sup>Eine detaillierte Beschreibung des symmetrischen Verschlüsselungsverfahrens AES kann der wissenschaftlichen Veröffentlichung „Biclique Cryptanalysis of the Full AES“ von Bogdanov et al. [BOG11] entnommen werden.

Auf dem Gerät wird eine Konfigurationsdatei erstellt, die standardmäßig keine personenbezogenen Daten enthält. Sobald der Nutzer einen Haken bei „Auto Login“ setzt, werden Benutzername und Passwort MD5 verschlüsselt in dieser Datei gespeichert. Andernfalls haben diese Felder einen leeren String als Wert. Des Weiteren werden zwei Sprachdateien zur App-Lokalisierung auf dem Gerät gespeichert, die keine personenbezogenen Daten enthalten. Es werden auch keine Daten auf der SD-Karte gespeichert. Daten, die im internen Speicher hinterlegt wurden, werden beim Deinstallieren der App automatisch gelöscht.

Während der Trainingssitzungen werden die Dateinamen der gezeigten Bilder (diese sind vordefiniert und beinhalten keine persönlichen Daten der Teilnehmer), Reaktionszeiten der Probanden sowie Zeitstempel erfasst und gesendet. Übertragen werden demzufolge folgende Daten:

- Zugangsdaten (Benutzername, Passwort). Diese werden vorab von den Studienleitern zufällig generiert und können vom Nutzer ab diesem Zeitpunkt jederzeit in der App geändert werden. Vergessene Zugangsdaten können jedoch nur von den Studienleitern manuell zurückgesetzt werden. Während des Logins werden zusätzlich funktionelle Daten wie das Startdatum, die Studiengruppe sowie die Studie des Benutzers vom Server an die App übertragen. Es werden keine personenbezogenen Daten gesendet oder gespeichert. Alle Daten sind pseudonymisiert.
- Trainingsdaten (Zeitstempel). Es wird ein Datensatz übertragen, der Zeitstempel von gemessenen Reaktionszeiten und App-interne Objektnamen enthält.

Bei der Nutzung des Zigarettenzählers werden ebenfalls Zeitstempel an die DB gesendet.

### **Anzeige und Export von Daten**

Zur Verwaltung der Studien und der darin erzeugten Datensätze wurde eine Web-Anwendung implementiert, welche sich ebenfalls auf dem Server des ZIMT befindet und mit der SQL-DB kommuniziert, die bereits mit der mobilen Anwendung „verknüpft“ ist. Neben der Datenverwaltung dient die Web-Anwendung auch zur Visualisierung der Datensätze sowie zum Export der Daten in eine .csv- oder .pdf-Datei. Der Zugriff wird durch einen Login-Bildschirm kontrolliert, um sicherzustellen, dass lediglich Studienleiter Zugriff auf die Funktionen der Web-Anwendung haben. Dabei wird ein Session-Token erzeugt, welches nach zehn Minuten Inaktivität seine Gültigkeit verliert und den angemeldeten Nutzer automatisch abmeldet.

Da es den Studienteilnehmern nicht möglich sein soll, die Trainingseinstellungen zu ändern, werden diese vollständig durch die Kommunikation mit dem Server gesteuert. Zu diesem Zweck können mithilfe der Web-Anwendung Studien, Studiengruppen sowie

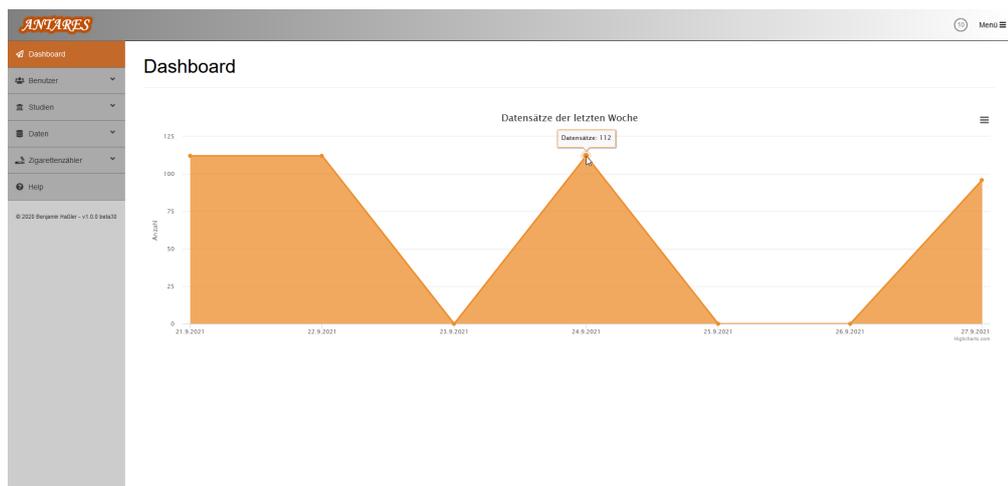


Abbildung 6.33: Das Dashboard der ANTARES Web-Applikation. Der Grafik kann direkt entnommen werden, wie viele Datensätze in den letzten sieben Tagen eingegangen sind. Durch das Berühren eines Punktes mit dem Mauszeiger wird die genaue Anzahl eingeblendet.

Teilnehmer erstellt werden. Für die geplante Hauptstudie handelt es sich um die Studie „ANTARES Mobile“ mit den drei Studiengruppen „Gruppe A Normal“, „Gruppe B Placebo“ sowie „Gruppe C Wartegruppe“.

Nach der Anmeldung befindet sich der Studienleiter zunächst auf dem „Dashboard“, welches die Anzahl der in den letzten sieben Tagen eingegangenen Trainingsdatensätze visualisiert. Dies ist in Abb. 6.33 zu sehen. Über die Tabs auf der linken Bildschirmseite können die entsprechenden Unterseiten erreicht werden, um neue Daten zu erstellen oder um die vorhandenen Daten einzusehen bzw. zu exportieren. Der Timer oben rechts gibt an, wann das Session-Token abläuft und der angemeldete Nutzer automatisch abgemeldet wird.

Unter dem „Benutzer“-Tab können Studienleiter neue Nutzer generieren oder eine Liste der bereits vorhandenen Benutzer einsehen. Soll ein neuer Nutzer erstellt werden, öffnet sich das in Abb. 6.34 zu sehende Fenster. „Option 1“ ermöglicht es, einen neuen Nutzer mit den eingegebenen Nutzerdaten zu erzeugen. Aus Datenschutzgründen sollte dies jedoch nur zu Testzwecken genutzt werden. Für Studien wird „Option 2“ bevorzugt. Hierfür müssen lediglich die studienrelevanten Daten eingegeben werden, welche in keinerlei Weise personenbezogene Daten beinhalten. Anschließend kann auf den Button „Neuen Benutzer automatisch generieren“ geklickt werden, woraufhin zufällig generierte Nutzerdaten erzeugt werden. Mit diesen kann sich der entsprechende Nutzer in der App anmelden und kann seine Nutzerdaten anschließend innerhalb der Anwendung ändern,

The screenshot shows the 'Neuen Benutzer anlegen' (Create New User) form in the ANTARES application. The form is split into two columns: 'Option 1' and 'Option 2'.  
**Option 1 (Manual Entry):**  
 - Internet Name: VP\_XXX  
 - Benutzername: Neuer Name  
 - Passwort: Neues Passwort  
 - Start mit der Studie: 27.09.2021  
 - Studie: [ANTARES Mobile] | [Neue Studie]  
 - Studien-Gruppe: [Gruppe B Placebo] | [Neue Gruppe]  
 - Button: [Neuen Benutzer erstellen]  
**Option 2 (Automatic Generation):**  
 - Internet Name: VP\_XXX  
 - Start mit der Studie: 27.09.2021  
 - Studie: [ANTARES Mobile] | [Neue Studie]  
 - Studien-Gruppe: [Gruppe A Normal] | [Neue Gruppe]  
 - Button: [Neuen Benutzer automatisch generieren]

Abbildung 6.34: Über den hier gezeigten Bildschirm können Studienleiter einen neuen Benutzer anlegen. „Option 1“ bietet die Möglichkeit, alle Nutzerdaten manuell festzulegen, während „Option 2“ die Anmeldedaten zufallsgeneriert.

damit nur er oder sie die Anmeldedaten kennt. Werden die Anmeldedaten vergessen, müssen vom Studienleiter manuell neue Zugangsdaten erzeugt werden.

Die Benutzerliste, welche in Abb. 6.35 abgebildet ist, zeigt alle erzeugten Nutzer mit den dazugehörigen Daten an. Zu diesen zählen der pseudonymisierte Name, der Administrator-Status, der zugeordnete Studien- bzw. Gruppenname, das Startdatum, die bisher begonnenen sowie abgeschlossenen Sitzungen und die Anzahl der erzeugten Trainingsdatensätze (ein Trainingsdatensatz entspricht einem Stimulus). Über die Optionen können Benutzer gelöscht oder bearbeitet werden, wenn sich z. B. das Startdatum geändert hat oder wenn die Zugangsdaten vergessen wurden.

Das Tab „Studien“ erlaubt es Studienleitern weitere Studien zu erstellen, zu bearbeiten, zu löschen und einzusehen. Gleiches gilt für Studiengruppen, welche sich ebenfalls unter diesem Tab befinden.

„Daten“ listet sämtliche Trainingsdatensätze auf, welche einzeln gelöscht werden können. Dies gilt ebenfalls für den Tab „Zigarettenzähler“, unter welchem alle Zigaretten verzeichnet werden, welche die Studienteilnehmer mithilfe des Zigarettenzählers erfasst haben.

The screenshot shows the 'Benutzer-Liste' (User List) interface of the ANTARES application. The interface includes a sidebar menu on the left with options: Dashboard, Benutzer, Studien, Daten, Zigarettenzähler, and Help. The main content area displays a table of users with the following columns: Name, Admin, Studie, Gruppe, Start Datum, Sitzungen, Abgeschl. Sitzungen, Datensätze, and Optionen. The table contains 12 rows of user data. A search bar and pagination controls are also visible.

Name	Admin	Studie	Gruppe	Start Datum	Sitzungen	Abgeschl. Sitzungen	Datensätze	Optionen
VP_1	nein	ANTARES Mobile	Gruppe B Placebo	05.03.2020	22	20	2338	Bearbeiten   Löschen
VP_10	nein	ANTARES Mobile	Gruppe A Normal	05.03.2020	9	7	975	Bearbeiten   Löschen
VP_100	nein	ANTARES Mobile	Gruppe A Normal	23.08.2021	15	14	1667	Bearbeiten   Löschen
VP_104	nein	ANTARES Mobile	Gruppe A Normal	02.12.2020	5	2	560	Bearbeiten   Löschen
VP_107	nein	ANTARES Mobile	Gruppe A Normal	14.07.2021	12	9	1097	Bearbeiten   Löschen
VP_108	nein	ANTARES Mobile	Gruppe B Placebo	23.10.2020	12	12	1432	Bearbeiten   Löschen
VP_109	nein	ANTARES Mobile	Gruppe A Normal	02.09.2020	13	13	1544	Bearbeiten   Löschen
VP_11	nein	ANTARES Mobile	Gruppe A Normal	05.03.2020	14	14	1656	Bearbeiten   Löschen
VP_110	nein	ANTARES Mobile	Gruppe A Normal	02.09.2020	0	0	0	Bearbeiten   Löschen
VP_112	nein	ANTARES Mobile	Gruppe A Normal	28.10.2020	3	2	371	Bearbeiten   Löschen

Abbildung 6.35: Die Liste der ANTARES-App-Benutzer. Neben dem Pseudonym des Nutzers werden auch dessen Zuordnung und weitere Trainings-bezogene Daten angezeigt.

### 6.3.2.3 Bewertung

Die überarbeitete AAT-App erfüllt sämtliche Voraussetzungen, welche an die Anwendung gestellt wurden. Somit kann die App zweifelsfrei für Studien verwendet werden, die ein mobiles ABM-Training evaluieren.

Als indirekte Anweisung können Nutzer dazu angewiesen werden, entweder auf die Kippung oder die Randfarbe der Bilder zu achten. Da beide Unterscheidungsmerkmale nicht zu dominant sind, kann der Bildinhalt dennoch unterbewusst wahrgenommen und somit eine Modifikation des ApB erzielt werden.

Die einfache Wischbewegung nach oben oder unten stellt eine unkomplizierte, intuitive Handlung dar, über welche nicht bewusst nachgedacht werden muss. Dies ermöglicht das Umtrainieren automatischer Prozesse im Sinne des ABM-Trainings. Das zusätzliche Vergrößern oder Verkleinern der Bilder sorgt zudem für den visuellen Eindruck, sich dem präsentierten Stimulus anzunähern bzw. sich von diesem zu entfernen. Diese äußerst wichtige Komponente des AAT-Verfahrens findet sich somit auch in der mobilen Anwendung wieder, um den Trainingseffekt zu verstärken.

Die Implementierung des Zigarettenzählers bietet ebenfalls einige Vorteile. Zum einen gibt dieser den Benutzern zu jeder Zeit ein Feedback über ihr Rauchverhalten der letzten Wochen und kann somit als erster Schritt in Richtung Gamification angesehen werden. Zum anderen spricht der Zigarettenzähler die reflektiven Prozesse an und ist dadurch

eine wertvolle Ergänzung neben dem AAT-Training, welches die impulsiven Prozesse adressiert.

Da auch für die Entwicklung der AAT-App die Unity Engine verwendet wurde, konnten die für eine exakte Zeitmessung notwendigen Komponenten, welche bereits für die VR-Anwendung entwickelt wurden, auch hier zum Einsatz kommen. Dies ermöglicht dementsprechend auch der App eine auf die Millisekunde genaue, Frame-unabhängige Zeitmessung, welche wiederum eine präzise Bias-Messung, die es in dieser Präzision noch nicht für ein mobiles CBM-Training gab, realisiert.

In Bezug auf die kompatible Hardware oder das unterstützte OS gibt es kaum Einschränkungen. Die App kann sowohl mit dem Android- als auch mit dem iOS-OS verwendet werden und unterstützt dabei eine Vielzahl von älteren Geräten (z. B. Samsung Galaxy S5 oder iPhone 6). Dies hat zur Folge, dass im Rahmen einer Studie nur sehr wenige Teilnehmer ausgeschlossen werden müssen, weil diese über kein kompatibles Gerät verfügen.

Für die Datenerhebung erweist sich die Server-Anbindung als überaus wertvoll. Diese erlaubt es, dass die Daten erfasst werden können, ohne die Geräte der Teilnehmer in die Hand nehmen zu müssen. Neben hygienischen Aspekten wird durch dieses Vorgehen zusätzlich sichergestellt, dass alle Daten bei den Studienleitern ankommen. Das hat vor allem den Vorteil, dass die bereits erzeugten Datensätze von Teilnehmern, welche ihre Studienteilnahme vorzeitig beenden oder ihr Gerät wechseln bzw. verlieren, nicht verloren gehen. Auf die Datenschutzkonformität der Datenerhebung wurde zu jeder Zeit geachtet.

Schlussendlich betrachtet ist die überarbeitete AAT-App ausgereifter als die native Android-Version, welche zuvor entwickelt wurde. Neben der zusätzlichen Unterstützung von iOS-Geräten und der Server-Anbindung wird auch auf eine hohe Nutzerfreundlichkeit geachtet, um die Compliance zu verbessern. Die Wischbewegung ist intuitiver und weniger fehleranfällig als die zuvor untersuchten Interaktionsvarianten. Doch vor allem ermöglicht die neue App-Version eine präzise, Hardware- und Frame-unabhängige Zeitmessung, welche für die Bias-Messungen unabdingbar ist. Für eine groß angelegte randomisierte Kontrollstudie, welche die Wirksamkeit der mobilen AAT-Anwendung untersucht, ist die App uneingeschränkt verwendbar.



## **7 Experimentelle Validierung der VR-Demonstratoren**

### **7.1 Einführung**

In diesem Kapitel wird die experimentelle Validierung der einzelnen VR-Demonstratoren vorgestellt. Dabei geht es zunächst um die Machbarkeitsstudien, welche durchgeführt wurden, um die generelle Funktionalität sowie einzelne Gesichtspunkte der Anwendungen zu untersuchen. Die Ergebnisse sind jeweils in die Implementierung des überarbeiteten VR-Demonstrators eingeflossen oder dienten dazu, noch letzte Anpassungen vor der Hauptstudie vorzunehmen. Im Anschluss daran wird auf die VR-Hauptstudie eingegangen, welche die Effektivität des VR-AAT-Trainings aus psychologischer Sicht untersucht hat.

### **7.2 Machbarkeitsstudien**

Dieses Unterkapitel befasst sich zunächst mit der Machbarkeitsstudie des Unreal-VR-Demonstrators, dessen Ergebnisse in den überarbeiteten Unity-Demonstrator eingegangen sind. Im Anschluss daran wird die Machbarkeitsstudie des Unity-Demonstrator vorgestellt, mit welcher die Tauglichkeit für die VR-Hauptstudie festgestellt wurde.

#### **7.2.1 Unreal-Demonstrator**

Ziel war es, herauszufinden, ob eine Übertragung des AAT-Verfahrens in VR möglich ist und falls ja, welcher Raum besser funktioniert und was für weitere Studien am Design geändert werden muss. Die gemessenen RZs und die aus den Messergebnissen abgeleiteten Bias-Werte wurden mit den Ergebnissen der Studie von Machulska et al. (2015) verglichen, welche mit dem Joystick-AAT (JAAT) durchgeführt wurde. Die durchgeführte Evaluation sollte erste Ergebnisse in Bezug auf Design, Benutzerfreundlichkeit und Immersion liefern, um einen verbesserten Demonstrator zu entwickeln, der für weitere Studien verwendet wurde.

### 7.2.1.1 Methodik und Teilnehmer

An der Evaluation haben 20 Personen (zehn weiblich und zehn männlich; Durchschnittsalter: 29,74 Jahre, Altersspanne: 18–60) teilgenommen. Bei fünf von ihnen handelte es sich um Raucher, die restlichen Probanden waren Nichtraucher. Für 75 % der Teilnehmer war dies die erste Erfahrung mit einer VR-Anwendung. Als HMD wurde die HTC Vive mit einer Auflösung von 2160 × 1200 Pixeln und einer Bildwiederholungsrate von 90 Hz verwendet.

Das Versuchsdesign sah vor, den Teilnehmern in jedem Raum 20 Stimuli zu zeigen, von denen die ersten zehn für die Bias-Messung eine vom Bildinhalt unabhängige Kipp- oder Randfarbe aufwiesen. Das bedeutet, dass suchtspezifische Reize im PULL-Format und positive/neutrale Reize im PUSH-Format auftreten konnten. Bei den letzten zehn Stimuli musste jeder suchtspezifische Reiz weggedrückt werden und umgekehrt. Alle Teilnehmer begannen im DR und beendeten beide Räume.

Vor dem Start der Durchführung wurden die Probanden in die Rahmenhandlung und Funktionalität des Programms eingewiesen. Dadurch war diesen bereits bekannt, dass der Demonstrator auf die Therapie von Nikotinabhängigkeit abzielt. Überdies wurden sie darum gebeten, eine Einverständniserklärung zu unterschreiben, welche die anonymisierte Nutzung der erfassten Reaktionszeiten erlaubt. Zunächst haben die Teilnehmer einen Probedurchlauf durchgeführt, um die Steuerung und Mechanik der Anwendung kennenzulernen. Auch sollte so ermittelt werden, wie verständlich der Demonstrator nur mit den darin enthaltenen Anweisungen ist. Danach wurde der Durchlauf durchgeführt, bei welchem die RZ der Teilnehmer gemessen wurden. Während im Probedurchlauf das Controller-Modell für Interaktionen im DR verwendet wurde, wurde beim zweiten Durchlauf das Hand-Modell benutzt.

Im Anschluss wurden alle Versuchspersonen gebeten einen nicht-standardisierten Fragebogen auszufüllen, welcher aus fünfzehn Fragen bestand. Diese Fragen zielten auf verschiedene Komponenten der VR-Anwendung ab, wie z. B. die Verständlichkeit der Aufgabe, die Steuerung, die Benutzerfreundlichkeit, den Spielspaß oder die Wahrnehmung bestimmter Game-Design-Elemente.

### 7.2.1.2 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse vorgestellt, welche aus eigenen Beobachtungen während der Studie, der Analyse der Fragebögen und Auswertungen der erfassten RZ resultieren.

## Beobachtungen während der Evaluation

Während der Nutzung des DR haben die Beobachtungen gezeigt, dass vor allem die Teilnehmer, welche zuvor noch keine Erfahrungen mit VR gemacht haben, Schwierigkeiten damit hatten, die weg drückende Armbewegungen korrekt auszuführen. Anstatt den Arm auszustrecken und die Trigger-Taste des Controllers loszulassen, wurden oft schnelle, werfende Armbewegungen ausgeführt, in deren Verlauf die Trigger-Taste im falschen Moment gelöst wurde. Dadurch kam es zu unbeabsichtigten Fehlern. Ein Proband versuchte zunächst das Bild nach links oder rechts zu verschieben. Erst nach einer mündlichen Instruktion, wie die Bewegung ausgeführt werden soll, haben diese Probanden das AAT-Training korrekt ausführen können.

Ein weiteres Problem, welches hier beobachtet werden konnte, war, dass die Teilnehmer Schwierigkeiten damit hatten, einen angenehmen Abstand zum Bild zu finden, wodurch sie entweder zu nah am Bild oder zu weit von diesem entfernt standen, was vor allem die streckende Armbewegung erschwert hat.

Auch traten Probleme beim Greifen der Bilder auf. Häufig gab es, trotz des Feedbacks, welches durch die Vibration des Controllers gegeben wurde, Unsicherheiten seitens der Teilnehmer, ob sie mit der virtuellen Hand bzw. dem Controller-Modell nah genug am Bild waren, um es fassen zu können.

Darüber hinaus war es für die meisten Teilnehmer mühsam, nach jedem Stimulus den Thumbstick zu drücken, um den nächsten erscheinen zu lassen. Etwa die Hälfte der Probanden vergaß dies mindestens ein Mal während des Trainings.

Zuletzt war es für den Großteil der Versuchspersonen schwierig, über die Kippung der Bilder festzumachen, welche Armbewegung gefordert ist. Dadurch haben sie sich oft so im virtuellen Raum platziert, dass sie jederzeit die Anleitung im Blick hatten. Dennoch kam es häufig zu Fehlern und anschließender Irritation seitens der Probanden, da sie nicht nachvollziehen konnten, weshalb sie einen Fehler gemacht hatten. Aufgrund dessen wurde das Bild wiederholt in die falsche Richtung bewegt, was zur Folge hatte, dass diesen Personen in den meisten Fällen mündlich mitgeteilt werden musste, dass das Bild bei dieser Kippung in die andere Richtung bewegt werden muss, ehe eine korrekte Handlung erfolgte.

Interessanterweise unterscheiden sich die Beobachtungen im VRER stark von denen im DR. Hier hatten überraschenderweise selbst die unerfahrenen Teilnehmer signifikant weniger Probleme bei der Durchführung der geforderten Aufgabe.

Durch die Verwendung des dreidimensionalen Szenarios und der virtuellen Hände hatten die Versuchspersonen nahezu keine Probleme beim Greifen und Sortieren der Gegenstände – alle Bewegungen wirkten natürlich und vertraut. Während der Testdurchläufe haben

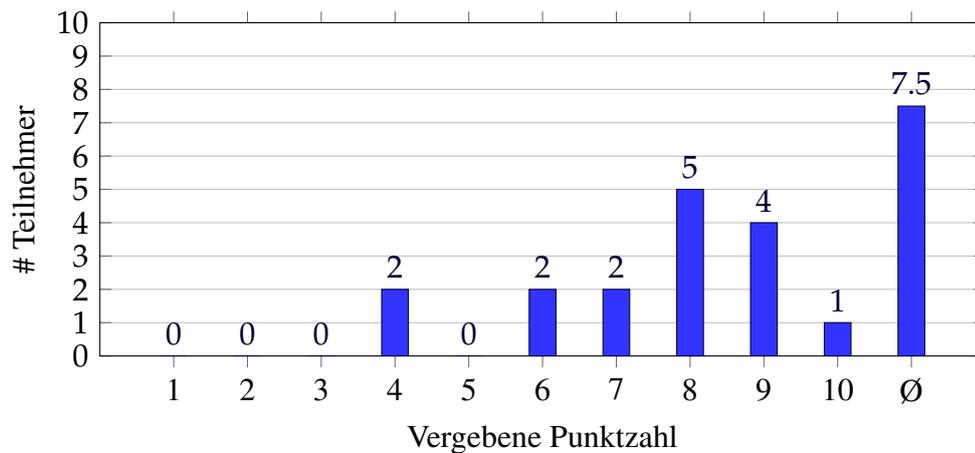


Abbildung 7.1: Punkteverteilung Frage 1.

die meisten Teilnehmer zunächst mit den Gegenständen gespielt, z. B., indem sie diese geworfen haben und generell zunächst ausprobierten, was mit diesen möglich ist.

Auch in diesem Raum wurde das Drücken des Thumbsticks, um den nächsten Stimulus erscheinen zu lassen, als störend empfunden. Erstaunlicherweise vergaßen die Teilnehmer hier deutlich seltener diesen auszulösen, was jedoch daran liegen kann, dass sie dieses Verhalten bereits durch das Training im DR verinnerlichen konnten.

### Auswertung der Fragebögen

Den Teilnehmern wurde nach der Nutzung des Demonstrators ein Fragebogen vorgelegt, welcher insgesamt 15 Fragen beinhaltet. Diese zielten hauptsächlich auf das Design, die Benutzerfreundlichkeit und den verspürten Grad der Immersion ab. Im Folgenden werden die Ergebnisse dargestellt:

*Frage 1: Wie bewerten Sie, auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut), den verspürten Grad der Immersion?*

Hier wurden durchschnittliche 7,5 Punkte vergeben (siehe Abb. 7.1). Begründet wurde dies damit, dass das Gefühl, sich selbst im Raum zu befinden, stark ausgeprägt war. Zusätzlich wurde, wie in der realen Welt, die Hemmung verspürt, gegen den Tisch, Wände oder andere Gegenstände zu laufen. Auch trugen die Soundeffekte sowie die Physik der Gegenstände positiv zur Immersion bei, wodurch der VRER in Bezug auf Immersion besser bewertet wurde. Bemängelt wurde, dass der eigene Körper nicht sichtbar war, da lediglich die Controller-Modelle bzw. die virtuellen Hände in der VE sichtbar waren. Zwei der Probanden merkten an, dass die VE zu computeranimiert aussah, wodurch unweigerlich erkennbar war, dass es sich um eine virtuelle Welt handelte.

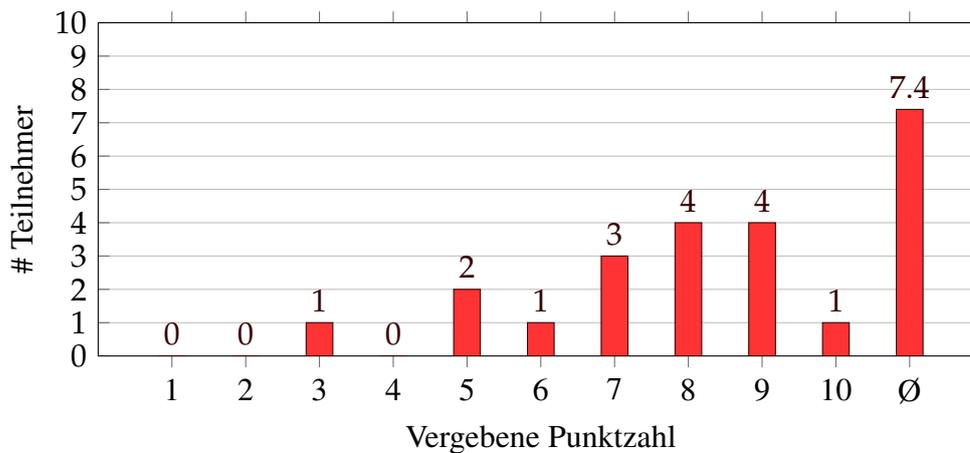


Abbildung 7.2: Punkteverteilung Frage 2.

*Frage 2: Wie bewerten Sie, auf einer Skala von 1 (sehr schlecht) bis 10 (sehr gut), den verspürten Grad des Body Ownerships?*

Auch bei dieser Frage wurden im Durchschnitt 7,4 Punkte vergeben. Die Punkteverteilung ist in Abb. 7.2 zu sehen. Die positiven Meinungen brachten hervor, dass das Greifen mit den virtuellen Händen sehr gut funktionierte. Auch das haptische Feedback, durch die Vibration des Controllers bei der Berührung eines greifbaren Actors, wurde als nützlich angesehen. Dass die Hände roboterhaft statt menschlich aussehen, hatte lediglich eine Person gestört. Kritisiert wurde auch hier noch einmal, dass kein sichtbarer Körper in der VE existiert. Darüber hinaus wünschten sich einige Teilnehmer eine genauere Übertragung der eigenen Handbewegungen in die VE, da das Drücken des Trigger-Knopfes mit dem Zeigefinger keine natürliche Greifbewegung darstellte.

*Frage 3: Bitte bewerten Sie die Usability der Anwendung.*

Im Allgemeinen wurde die Nutzerfreundlichkeit (engl. *Usability*) des Programms als sehr gut und anfängerfreundlich empfunden. Da es während der Interviews zahlreiche Begründungen und Kritiken gab, werden diese im Folgenden aufgelistet:

- Die Bedienung war einfach zu verstehen und umzusetzen.
- Es gab klare Anweisungen während des Experiments.
- Der Vorgang verlangte, vor allem im ersten Raum, Übung, ehe intuitiv gehandelt werden kann, ohne zunächst darüber nachdenken zu müssen, in welche Richtung die Bewegung ausgeführt werden muss.
- Über einen längeren Zeitraum könnte das Training eintönig werden.

- Einige Teilnehmer berichteten, dass sie sich in dem Haus gefangen gefühlt haben. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Trainings würden sie es bevorzugen, mit dem Aufzug zurück in die erste Etage zu fahren, um das Haus im Anschluss durch eine Tür nach draußen zu verlassen.
- Die Verwendung der eigenen Hände, ohne die Nutzung eines Controllers, wünschten sich einige der Teilnehmer auch bei dieser Frage.
- Der Bereich, in welchem die Bewegungen vom VR-System erfasst werden, sollte eine größere Fläche haben, um ein einengendes Gefühl zu vermeiden. Alternativ sollte der virtuelle Raum visuell größer sein.
- Die Kabel des HMD wurden als sehr störend empfunden, da einige Probanden fortwährend befürchteten, über diese stolpern zu können.
- 19 % wünschten sich eine Anweisung, welche dem Nutzer mitteilt, dass dieser nach Abschluss des DR in den Aufzug gehen muss, um so in den VRER zu gelangen.
- 12,5 % wünschten sich eine realistischere Fahrt mit dem Aufzug, indem dieser während der Fahrt „wackelt“, um dadurch das Gefühl zu vermitteln, in Bewegung zu sein.
- Nahezu alle Teilnehmer bemängelten, dass der Thumbstick jedes Mal gedrückt werden musste, um den nächsten Stimulus erscheinen zu lassen. Stattdessen sollte dieser umgehend auftauchen, nachdem der vorangegangene Stimulus korrekt einsortiert wurde.

### *Frage 4: War Ihnen die Aufgabe, die Ihnen gestellt wurde, klar?*

Diese Frage wurde von allen Befragten bejaht, allerdings wurde mehrmals angemerkt, dass es als verwirrend empfunden wurde, dass die Armbewegung im DR von der Bildkipprichtung abhängig ist. Da es hierfür keine intuitive Verknüpfung gibt, musste der Proband sich bewusst merken, welche Kipprichtung für welche Armbewegung steht. Zusätzlich wurde diese Aufgabe aufgrund einer eventuell vorhandenen „Rechts-Links-Schwäche“ erschwert, welche dazu führte, dass Bilder versehentlich in die falsche Richtung bewegt wurden. Einige der Teilnehmer gaben zusätzlich an, dass innerhalb des Demonstrators angezeigt werden sollte, dass der Trigger-Knopf zum Greifen gedrückt werden muss. Ein Proband wünschte sich darüber hinaus eine auditive Einführung, welche sowohl die Rahmenhandlung als auch die Steuerung erklärt.

### *Frage 5: War Ihnen die Steuerung klar?*

Auch diese Frage wurde von allen Probanden bejaht, allerdings gab die Hälfte der Teilnehmer an, dass die Steuerung anfangs zunächst eingeübt werden musste. Sobald diese allerdings verinnerlicht wurde, konnte sie ohne Schwierigkeiten umgesetzt werden.

*Frage 6: Empfanden Sie die in der Anwendung durchgeführten Bewegungen als natürlich?*

Dies wurde ebenfalls positiv bewertet, da „durch die Hand-Augen-Koordination ein natürliches Bewusstsein für die Realität geschaffen werden konnte“. Insbesondere der VRER hat hier sehr gute Bewertungen erhalten, da sich das Greifen von dreidimensionalen Objekten, welche physikalische Eigenschaften besitzen, realistisch und intuitiv anfühlte. Jedoch gaben 30 % der Personen an, dass sie die Bewegungen im DR als unnatürlich und gewöhnungsbedürftig empfanden. Zum einen, da der Arm für die weg drückende Bewegung zu weit gestreckt werden musste, was sich unangenehm und unnatürlich anfühlte und zum anderen, weil es sich unnatürlich anfühlte „schwebende Bilder“ zu greifen. Im zweiten Raum fanden diese Teilnehmer die Interaktion mit dreidimensionalen Objekten deutlich realistischer.

*Frage 7: Fanden Sie, dass die Bilder und Objekte gut erkennbar waren?*

Die Frage wurde von allen Befragten bejaht, wobei 19 % angaben, dass sie im DR nicht auf den Bildinhalt geachtet haben, um die Aufgabe korrekt auszuführen. Weitere 19 % gaben an, dass sie die Objekte im VRER zwar gut erkennen konnten, sich aber dennoch wünschten, dass diese, insbesondere die Zigaretten, größer skaliert würden, um die Erkennbarkeit und Interaktion mit diesen weiter zu verbessern.

*Frage 8: Was fanden Sie im ersten Raum besser: Das Controller- oder das Handmodell?*

Bei dieser Frage haben sich 65 % ausdrücklich für das Handmodell entschieden, da dieses realistischer ist und die Greifbewegung nicht nur visuell, intuitiver machte. 15 % fanden das Handmodell prinzipiell besser, merkten jedoch an, dass das Controller-Modell für den Einstieg besser geeignet ist, da die Anleitungen mit diesem leichter zu verstehen sowie umzusetzen seien. 10 % fanden das Controller-Modell besser, da dieses der Realität entspricht. Ein Proband betonte jedoch, dass er die Hand präferieren würde, sofern in der Zukunft ein Handschuh oder eine andere Technik eingesetzt wird, welche die eigenen Handbewegungen realitätsnah übertragen kann. 25 % gaben an, beide Modelle als gleichwertig zu empfinden.

*Frage 9: Wie bewerten Sie den Raucheffekt im zweiten Raum? Fanden Sie ihn störend, unpassend oder zu dominant?*

Abb. 7.3 zeigt die Ergebnisse dieser Frage. 10 % haben den Raucheffekt als passend angesehen, da die Gegenstände so nicht „aus dem Nichts“ erscheinen, sondern deren Auftauchen dadurch „spektakulär“ sowie interessant gestaltet wird. Einer der Befragten merkte darüber hinaus an, dass der Effekt „Spaß und wie bei einem Geschenk neugierig darauf macht, was als Nächstes kommt“. Lediglich 5 % haben sich negativ über den

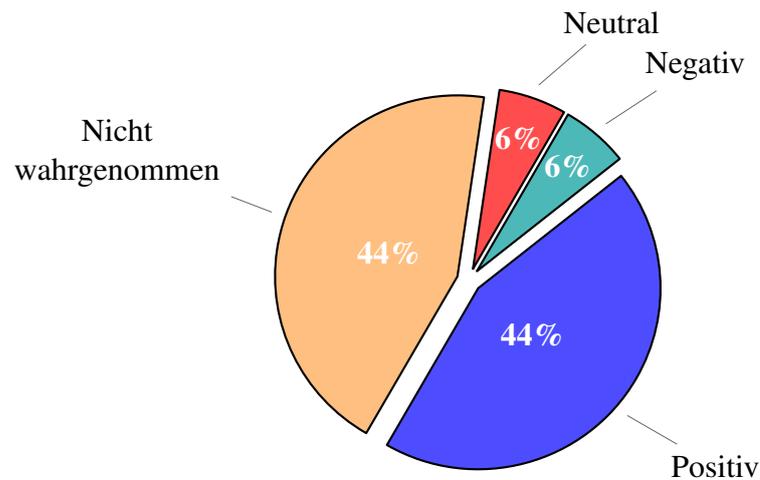


Abbildung 7.3: Bewertung des Raucheffekts.

Effekt geäußert, da sie diesen zu aufdringlich fanden. Weitere 5 % gaben an, dass der Raucheffekt zwar nicht störend sei, aber idealerweise ausschließlich für auf Rauchen bezogene Stimuli eingesetzt werden sollte, während die positiven/neutralen Reize einen anderen Effekt erhalten. Interessanterweise gaben 60 % der Probanden, darunter drei der fünf Raucher, an, dass sie den Effekt während der Nutzung des Demonstrators nicht wahrgenommen haben.

*Frage 10: Welchen der beiden Räume fanden Sie besser?*

75 % der Teilnehmer haben sich bei dieser Frage für den VRER entschieden. Dies hatte folgende Gründe:

- Die Interaktion mit Gegenständen, welche physikalische Eigenschaften besitzen, war realistischer sowie unterhaltsamer.
- Ausgeführte Bewegungen waren realistischer und intuitiver.
- Im Vergleich zum DR war die korrekte Ausführung der Aufgabe einfacher umzusetzen.
- Die Unterscheidung durch die Randfarbe der Objekte war verständlicher als durch die Kippung der Bilder.
- Das Szenario war realistischer, da mit dreidimensionalen Gegenständen, anstatt mit „schwebenden Bildern“ interagiert wurde.
- Die Raumgestaltung war ansprechender und schwächte das Gefühl des „Eingesperrt-Seins“ ab.

Jeweils 12,5 % Personen fanden den ersten Raum besser oder hatten keine Präferenz.

*Frage 11: Was würden Sie bevorzugen: Sich, wie in dieser Anwendung, bewegen zu können, oder würden Sie eine stehende oder sitzende Position bevorzugen?*

Bei dieser Frage haben 75 % der Befragten angegeben, dass sie es bevorzugen, sich frei im Raum bewegen zu können. Allerdings haben 33 % betont, dass die Kabel dabei als sehr störend empfunden wurden und daher eine kabellose Alternative bevorzugt werden würde. Die genannten Gründe umfassten:

- Ein freieres, flexibleres Gefühl innerhalb der VE,
- eine erhöhte Immersion,
- Ablenkung von der recht monotonen Aufgabe,
- eine Verringerung der verspürten Cybersickness und
- dass das Training als unterhaltsamer wahrgenommen wurde.

12,5 % der Befragten würden eine Wahl zwischen Bewegung und fester Position bevorzugen, da es über einen längeren Zeitraum anstrengend werden könnte, sich im Raum zu bewegen bzw. zu stehen. Darüber hinaus wäre so sichergestellt, dass auch Personen mit einer Gehbehinderung am Training teilnehmen können. Weitere 12,5 % würden eine feste Position bevorzugen. Zum einen wegen der Kabel und zum anderen aufgrund der Tatsache, dass sich die in der VE gemachten Schritte unsicher anfühlten, da der eigene Körper, insbesondere die Beine, nicht wahrgenommen werden konnten.

*Frage 12: Was fanden Sie gut an der Anwendung?*

Die Teilnehmer berichteten, dass die Anwendung des Demonstrators angenehm und realistisch sowie die Auswahl der Stimuli passend und umfangreich war. Die übersichtliche Gestaltung bzw. Grafik der Räume führte zu einem realistischen Raumgefühl. Dies sorgte auch dafür, dass der Nutzer „eine eigene Welt“ besitzt und dadurch keine weiteren Menschen um sich herum wahrnimmt, wodurch der Grad der Ablenkung verringert wurde. Die Nutzung des Fahrstuhls, die realistische Physik der Stimuli im VRER sowie der leichte Schwierigkeitsgrad und die verständliche Aufgabenstellung machten das Training zu einer unterhaltsamen, interessanten Erfahrung. Auch wurden das gute Feedback durch Töne und die Farbe des Lichts und die dynamische Anpassung der Bildhöhe an die Körpergröße des Nutzers positiv wahrgenommen.

*Frage 13: Was empfanden Sie als verbesserungswürdig?*

Hier wurde angegeben, dass ein kabelloses HMD, welches zudem über eine höhere Auflösung verfügt, die Anwendung deutlich angenehmer machen würde. Darüber hinaus wurde mehrfach angemerkt, dass die Räume eine größere Fläche haben sollten, da in

dieser Umsetzung ein beklemmendes Gefühl auftrat. Nahezu alle Teilnehmer wünschten sich bei dieser Frage erneut, dass der nächste Stimulus automatisch erscheinen soll und nicht erst, nachdem der Thumbstick gedrückt wurde.

*Frage 14: Haben Sie weitere Ideen oder Vorschläge für die Anwendung?*

Folgende Vorschläge wurden von den Teilnehmern gemacht:

- Mehrere Räume mit verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten bzw. Trainings-Methoden, um die Eintönigkeit zu verringern.
- Den Schwierigkeitsgrad erhöhen, indem der Nutzer nur eine bestimmte Zeit zur Verfügung hat, um korrekt mit den Stimuli zu interagieren.
- Auch im DR soll eine Randfarbe, statt der Kippung, verwendet werden, da die Unterscheidung somit leichter wird.
- Die Verwendung verschiedener Außenlandschaften und/oder diverser Jahreszeiten.
- Nach Abschluss des Trainings soll es die Möglichkeit geben das Haus verlassen zu können.
- Eine bessere Einführung, welche eventuell in einem abgesondertem Raum oder einer offenen Landschaft erfolgen sollte.
- Die Verwendung des Leap Motion Controllers oder von Datenhandschuhen, um mit den eigenen Händen arbeiten zu können.
- Eine Plattform für unterschiedliche Therapieformen umsetzen.

*Frage 15: Haben Sie während und/oder nach der Nutzung der Anwendung Nebenwirkungen, z. B. Übelkeit oder Schwindel, verspürt? Falls ja, welche?*

Die meisten Probanden verspürten nach der Nutzung des Demonstrators keine Nebenwirkungen. Dennoch berichteten 19 % der Teilnehmer von einem leichten Schwindelgefühl, welches nach wenigen Minuten wieder vorüber war. Eine Person empfand das Gewicht des HMD als unangenehm.

### **Auswertung der Reaktionszeiten**

Im Folgenden werden die Ergebnisse der RZ-Messungen vorgestellt. Drei Datensätze mussten entfernt werden, da diese nicht alle Bildtyp-Armbewegung-Kombinationen enthielten, was Bias- und Durchschnittsberechnungen unmöglich machte. Darüber hinaus wurden die Resultate zwei weiterer Probanden herausgenommen, da diese sich mehr auf das VR-Erlebnis, als auf die Aufgabe konzentriert hatten.

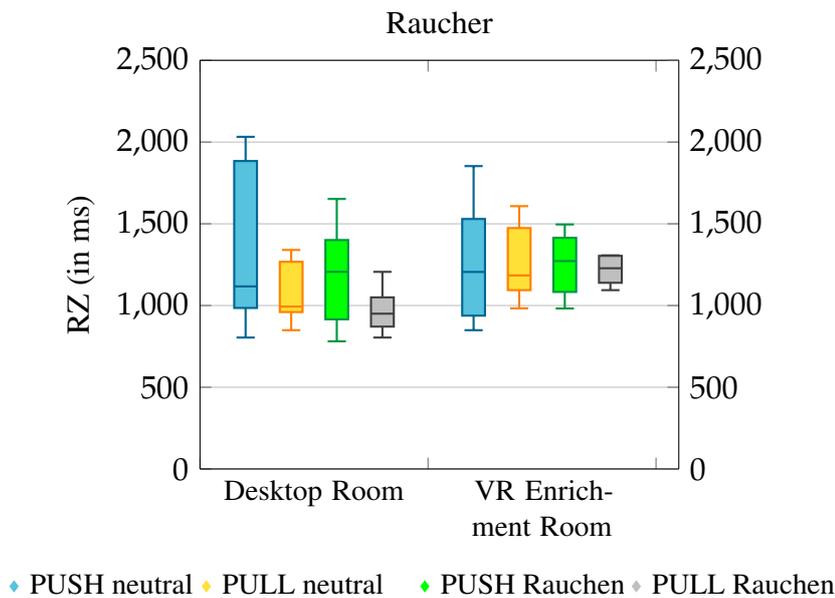


Abbildung 7.4: RZ-Verteilung der Raucher.

Die Verteilung der erfassten RZ von Rauchern und Nichtrauchern pro Bildkategorie und Raum ist in Abb. 7.4 bzw. Abb. 7.5 dargestellt. Beide Gruppen reagierten im VRER zügiger, wobei Raucher signifikant schneller die rauchbezogenen 2D-Bilder im DR ( $M = 964,7$ ;  $SD = 118,9$ ) als die 3D-Objekte im VRER ( $M = 1252$ ;  $SD = 146,7$ ) herangezogen haben. Es wurde auch bestätigt, dass Raucher einen höheren ApB für rauchbezogene Stimuli haben, wobei Raucher im Allgemeinen schneller reagiert haben als Nichtraucher.

Tab. 7.1 zeigt die gemessenen RZ, die Fehlerrate und die berechneten Bias-Werte im Vergleich zu den JAAT-Ergebnissen, die sich auf die Auswertungen von Machulska et al. (2015) [MAC15] beziehen. An dieser Studie nahmen 92 Raucher und 51 Nichtraucher teil. Die rauchbezogenen 2D-Bilder wurden nach links gekippt (PULL), die nicht-rauchbezogenen Bilder nach rechts (PUSH).

Die RZ-Verteilungen des DR zeigen, dass der Median der Zeit, die bis zum ersten Kontakt mit dem Stimulus verstrichen ist, 886 ms beträgt. 1416 ms sind erforderlich, um die korrekte Bewegung zu beenden, wovon 530 ms für die Ausführung der Armbewegung selbst erforderlich waren. Im VRER vergingen 851 ms bis zum ersten Kontakt und 1319 ms bis ein Stimulus korrekt sortiert wurde. 469 ms entfielen auf die Armbewegung. Wie erwartet, dauern die gemessenen RZ des VR-AAT bis zur korrekten Reaktion länger als die des JAAT, bei dem die Median-RZ 610 ms betrug. Dies stimmt mit Fitts' Ge-

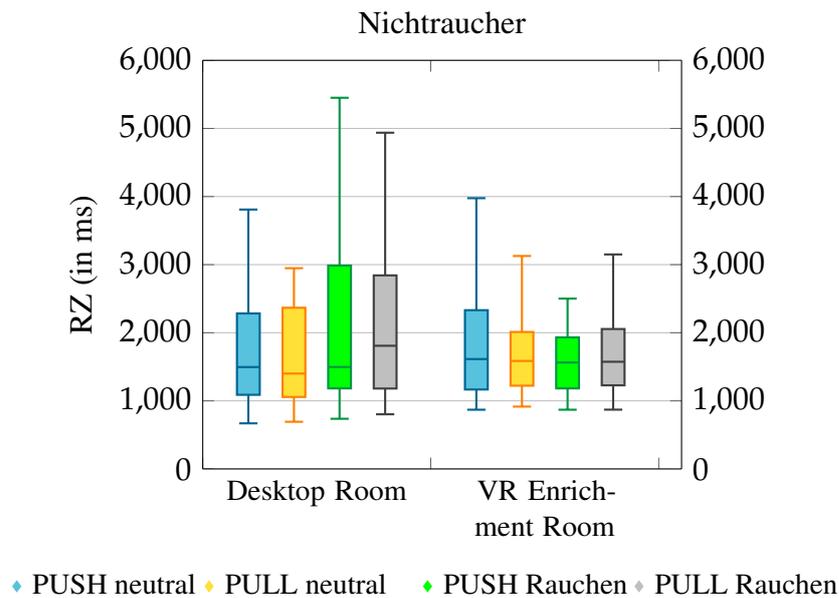


Abbildung 7.5: RZ-Verteilung der Nichtraucher.

setzung<sup>2</sup> überein, da eine vollständige Armbewegung länger dauert als das Bewegen eines Joysticks.

Die berechneten Bias-Werte sind mit denen des JAAT vergleichbar, mit der Ausnahme, dass Raucher einen ApB für positive/neutrale Stimuli zeigen, anstatt diesen gegenüber neutral zu sein. Die Bias-Werte des VRER nähern sich denen des DATT an, da die Werte des DR wesentlich größer sind. Nichtsdestotrotz hatten in beiden Räumen Raucher einen ApB gegenüber rauchbezogenen Stimuli, was darauf hindeutet, dass diese schneller herangezogen als weggestoßen wurden. Nichtraucher hingegen wiesen einen Avoidance Bias gegenüber rauchbezogenen Stimuli auf. Interessanterweise hatten Nichtraucher bei der Nutzung des JAAT keinen AvB, sondern einen ApB, was zunächst nicht vermutet wurde.

Die erfassten Daten zeigen auch Ähnlichkeiten zwischen dem VRER und dem JAAT hinsichtlich der Fehlerquote, da Raucher bei diesen Verfahren deutlich weniger Fehler (0 % vs. 8 %) als Nichtraucher (6 % vs. 11 %) machten. Im DR hingegen wurden generell mehr Fehler gemacht, da Raucher eine Fehlerquote von 10 % und Nichtraucher von 8 % aufwiesen.

<sup>2</sup>Fitts' Gesetz sagt die Geschwindigkeit voraus, die für eine schnelle, gezielte Bewegung zu einem bestimmten Ziel erforderlich ist. Nach dem Gesetz kann die für die Start-Ziel-Bewegung erforderliche Zeit als Funktion der Entfernung und der Zielgröße modelliert werden [FIT54].

Tabelle 7.1: Evaluation der Reaktionszeiten, der Fehlerrate und des ApB  
(Quelle: [EIL19a]).

	DR	VRER	JAAT [MAC15]
Median der RZ bis zum ersten Kontakt	886 ms	851 ms	/
Median der RZ bis zur korrekten Aktion	1416 ms	1319 ms	620 ms
Durchschnittliche Zeit der Armbewegung	530 ms	469 ms	nicht nötig
Fehlerrate Raucher (%)	10	0	8
Fehlerrate Nichtraucher (%)	8	6	11
Ø rauchbezogener Bias (Raucher)	256	44	25
Ø rauchbezogener Bias (Nichtraucher)	-312	-11	10
Ø positiver/neutraler Bias (Raucher)	123,5	21,5	0
Ø positiver/neutraler Bias (Nichtraucher)	95	27,5	11

### 7.2.1.3 Fazit

Aufgrund unserer Erkenntnisse ist die Übertragung des AAT-Verfahrens in die virtuelle Realität vielversprechend und sollte weiter verfolgt werden. Nahezu alle benötigten Funktionalitäten sind auch in VR möglich, mit Hilfe der Konfigurationsdatei kann das Training dynamisch angepasst werden. Lediglich die Zeitmessung ist, aufgrund der Frame-abhängigkeit der Blueprints, nicht ausreichend akkurat. Bedauerlicherweise ist dieser Demonstrator damit nicht für die Studien des Projektes ANTARES geeignet, da die erfassten RZs so präzise wie möglich sein müssen – im Idealfall auf die Millisekunde genau.

Durch die Verwendung von VR- und Game Design-Elementen kann ein Mehrwert erkannt werden, da die Auswertungen ergaben, dass der VRER in allen Bereichen, insbesondere in Bezug auf Unterhaltung und Motivation, besser bewertet wurde. So empfanden die Evaluations-Teilnehmer diesen als realistischer, da es einen Raum mit Möbeln und Dekorations-Elementen um sie herum gab. Dies trug darüber hinaus zu einer gesteigerten Immersion bei. Vor allem das Bewältigen des AAT-Trainings funktionierte, durch den Einsatz von dreidimensionalen Objekten, in diesem deutlich besser, da das Greifen von Objekten ein bekannter Bewegungsablauf und daher intuitiver ist. Auch führte die Verwendung von Randfarben als Unterscheidungsmerkmal zu einer geringeren Fehlerquote. Die aufgezeichneten Daten spiegeln ebenfalls wider, dass der VRER besser funktioniert, da nicht nur die RZ schneller sind, sondern der VRER im Vergleich zum DR auch mehr Ähnlichkeiten mit dem JAAT aufweist, insbesondere unter Berücksichtigung der berechneten Bias-Werte, die ein wesentlicher Bestandteil der AAT-Therapie sind.

Im DR hingegen hatten die meisten Teilnehmer zunächst Probleme mit der Steuerung sowie der Aufgabe an sich. Das Greifen von schwebenden Bildern erschien unnatür-

lich, ein angenehmer Abstand zum Bild war schwer zu finden und teilweise war den Probanden zunächst nicht bewusst, wie eine korrekte Armbewegung ausgeführt werden sollte. Darüber hinaus erwies sich die Unterscheidung mittels der Bildkipfung als problematisch, da die Teilnehmer sich bewusst merken mussten, welche Kippung für welche Armbewegung steht. Hier kam es oft zu Verwechslungen und damit zu ungewollten Fehlern und Irritationen.

Die größte Schwäche, welche sich bei der Verwendung der HTC Vive herausgestellt hat, ist die Tatsache, dass diese kabelgebunden ist. Dadurch fühlten die Probanden sich oftmals unsicher in ihren Bewegungen, da sie befürchteten, über dieses zu stolpern. Aus diesem Grund wäre es von Vorteil, in der Zukunft, sofern verfügbar, eine kabellose Alternative zu verwenden. Darüber hinaus würde ein HMD mit einer besseren Auflösung zu einer erhöhten Immersion beitragen können.

Eingebaute Game-Design-Elemente, namentlich der Aufzug, der Raucheffect sowie das Feedback mittels Tonausgabe und Anpassung der Lichtfarbe, wurden von den Befragten als durchweg positiv aufgenommen und erhalten somit eine Legitimation für die Umsetzung. Es musste jedoch geprüft werden, ob der Raucheffect ein störendes Element ist, da die Testpersonen möglicherweise eine Assoziation zwischen dem Effekt und dem Rauchen selbst bilden könnten, was zu verzerrten Ergebnissen führen würde. Die Bewertungen der Versuchspersonen führten jedoch zu der Schlussfolgerung, dass der Raucheffect in der weiteren Entwicklung des Projektes erhalten bleiben kann, wobei alternative Partikeleffekte in Betracht gezogen werden sollten. Der Aufzug, über welchen der VRER erreicht wird, wurde ebenfalls positiv aufgenommen. Hier wurde lediglich der Wunsch geäußert, das Fahrgefühl durch simulierte Vibrationen realistischer zu gestalten.

Hinsichtlich der Steuerung bevorzugten die meisten Befragten das Hand-Modell, da sich dieses intuitiver anfühlt und ein stärkeres Embodiment-Gefühl mit sich bringt. Jedoch wurde das Controller-Modell als nützlich angesehen, um den Einstieg zu erleichtern, da der Controller auch auf den Anleitungen abgebildet ist. Häufig wurde kritisiert, dass der Thumbstick des Controllers jedes Mal gedrückt werden muss, um den nächsten Stimulus erscheinen zu lassen. Hier wäre es sinnvoller, wenn der nächste Reiz unmittelbar nach der korrekten Behandlung des Vorangegangenen erscheinen würde.

Des Weiteren wäre die Verwendung des Leap Motion Infrarotsensors [LEA18] oder von Datenhandschuhen empfehlenswert. Da die Bewegungen des Nutzers auf diese Weise noch originalgetreuer in die VE übertragen werden können, sollte dies einen positiven Effekt auf Embodiment und Immersion haben.

## 7.2.2 Unity-Demonstrator

Durch diese Studie sollte der zweite VR-Demonstrator im Hinblick auf Präsenz, Engagement, Realismus und Handlungsmöglichkeiten geprüft werden. Darüber hinaus wurden drei Interaktionsvarianten untersucht: Die Verwendung der HTC Vive Controller sowie die Nutzung des Leap Motion Infrarotsensors, jeweils mit und ohne aktivierter „vereinfachten Objektinteraktion“.

### 7.2.2.1 Methodik und Teilnehmer

25 Personen (sieben weiblich und 18 männlich; Durchschnittsalter: 29,6 Jahre, Altersspanne: 22–44) haben an der Machbarkeitsstudie teilgenommen. Zehn von ihnen nutzen die Controller (C), sieben die Leap Motion ohne (LM-) und acht mit der „vereinfachten Objektinteraktion“ (LM+), um innerhalb der VE zu interagieren. 96 % der Teilnehmer hatten bereit Erfahrung mit VR, 37,5 % von ihnen nutzen es regelmäßig.

Jedem Probanden wurden im Trainingsmodus 20 Stimuli in Form von 3D-Objekten gezeigt. Sie erhielten die indirekte Anweisung, nicht auf die Objekte an sich, sondern auf die Randfarbe zu achten. Alle rot umrandeten Stimuli sollten in den Mülleimer hinter dem Tisch geworfen werden (PUSH), während alle blau umrandeten Objekte in die Kiste einsortiert werden sollten (PULL). Es wurden keine Anweisungen über die Steuerung gegeben, lediglich das AAT-Prinzip wurde den Teilnehmern zuvor erklärt. Alle weiteren Informationen sollten den Anweisungen innerhalb der VE entnommen werden.

Nachdem die Testpersonen in die Rahmenhandlung und das AAT-Verfahren eingeführt worden waren, unterzeichneten sie eine Einverständniserklärung und wurden einer Gruppe zugewiesen. Nachdem die Teilnehmer das HTC Vive HMD angelegt hatten, wurde die Anwendung gestartet.

Nach der Trainingseinheit wurden alle Testpersonen gebeten, einen Fragebogen mit sechsundzwanzig Fragen auszufüllen, um das Programm zu bewerten. Jede Frage sollte auf einer Skala von -3 (trifft gar nicht zu) bis +3 (trifft völlig zu) beantwortet werden. Dieser Fragebogen kombinierte den *Igroup Presence Questionnaire* (IPQ, [SCH99; SCH01]) und den *Presence Questionnaire* von Witmer und Singer [WIT98]. Um herauszufinden, ob während oder kurz nach dem Training Nebenwirkungen auftraten und ob die Anweisungen innerhalb der VE ausreichend waren, wurden zwei zusätzliche Fragen hinzugefügt.

### 7.2.2.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse des Fragebogens (siehe Abb. 7.6) sowie einige Beobachtungen und Hypothesen werden im Folgenden vorgestellt:

Die allgemeine Präsenz erhielt insgesamt gute Bewertungen ( $M = 1,75$ ,  $SD = 0,65$ ), wobei LM- die beste Bewertung erhielt ( $M = 1,86$ ,  $SD = 0,7$ ). Die örtliche Präsenz wurde recht ausgewogen bewertet (C:  $M = 2,04$ ,  $SD = 1,0$ ; LM-:  $M = 2,14$ ,  $SD = 0,9$ ; LM+:  $M = 2,03$ ,  $SD = 0,9$ ), wobei auch in diesem Fall LM- die höchste Bewertung erhielt. Dies ist wahrscheinlich auf das erhöhte Embodiment zurückzuführen. Darüber hinaus hatten, im Vergleich zu LM+, alle Stimuli, mit denen interagiert wurde, eine realistische Physik, wodurch diese auf jede Interaktion entsprechend reagiert haben.

Die Involviertheit, d. h. das Ausmaß, in welchem die reale Welt ausgeblendet und die Aufgabe mit Interesse verfolgt werden konnte, wurde eher mäßig bewertet ( $M = -0,12$ ,  $SD = 1,37$ ), was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, dass andere Arbeitsgruppen im Testraum anwesend waren. Zusätzlich ist Involviertheit bei der CBM generell ein schwieriges Unterfangen, da die Aufgabe an sich äußerst monoton ist. Interessanterweise schnitt LM- hier trotz gleicher Bedingungen wesentlich besser ab. Dies könnte auch auf das erhöhte Embodiment und damit einhergehenden höheren Immersion und kognitiven Absorption zurückzuführen sein. Auch die akustischen Aspekte der Umgebung wurden als eher mittelmäßig wahrgenommen ( $M = 1,0$ ,  $SD = 1,96$ ), was die gleichen Gründe haben könnte. Bezüglich des erlebten Realismus ist ein positiver Trend erkennbar ( $M = 1,14$ ,  $SD = 1,24$ ). Auch hier waren die Bewertungen der drei Varianten recht ausgewogen.

Die Qualität des Interface wurde ebenfalls positiv bewertet ( $M = 1,13$ ,  $SD = 1,88$ ). Es ist jedoch zu beachten, dass der Controller bezüglich der wahrgenommenen Verzögerung zwischen Aktion und Reaktion deutlich schlechter abschneidet als die beiden anderen Varianten (C:  $M = 0,0$ ,  $SD = 2,45$ ; LM-:  $M = 0,14$ ,  $SD = 2,12$ ; LM+:  $M = 0,5$ ,  $SD = 2,2$ ). Dies ist auch bei der wahrgenommenen Beeinträchtigung während der Durchführung der Aufgabe der Fall (C:  $M = 0,0$ ,  $SD = 1,63$ ; LM-:  $M = 1,14$ ,  $SD = 1,77$ ; LM+:  $M = 1,87$ ,  $SD = 1,13$ ). Hier bedeutet 0 moderat, ein positiver Wert steht für weniger Verzögerung oder Ablenkung.

Bezüglich der Handlungsmöglichkeiten erreichte LM+ die höchste Punktzahl ( $M = 2,08$ ,  $SD = 0,78$ ), verglichen mit LM- ( $M = 1,38$ ,  $SD = 1,16$ ) und C ( $M = 1,13$ ,  $SD = 1,07$ ). Da das Greifen kleiner Objekte mit dem Leap Motion Controller oft problematisch ist, ist dies wahrscheinlich der Grund, weshalb LM+ eine bessere Bewertung hinsichtlich der Handlungsmöglichkeiten und der Qualität des Interface erhielt. Da die Stimuli bei LM+ nur geschoben werden mussten, um sortiert zu werden, gab es deutlich weniger Probleme

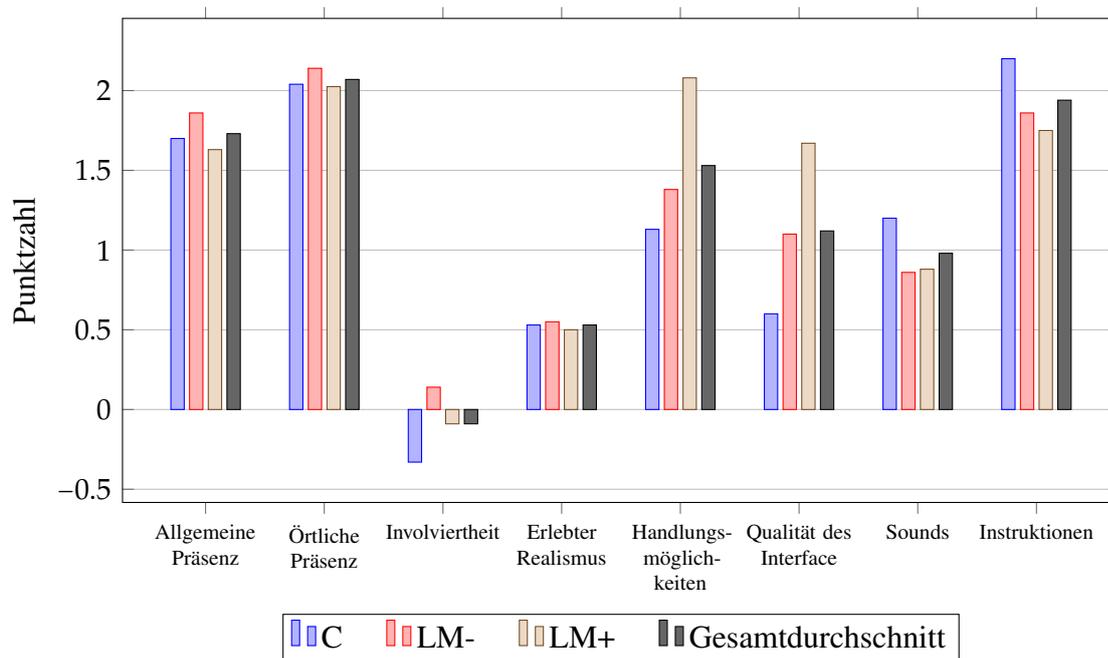


Abbildung 7.6: Diese Grafik zeigt eine Zusammenfassung der Durchschnittswerte (y-Achse), die für jede Interaktionsvariante (Controller (C), Leap Motion ohne (LM-) und mit (LM+) aktivierter „vereinfachter Objektinteraktion“) in den verschiedenen Kategorien vergeben wurden, sowie den Gesamtdurchschnitt.

bei der Interaktion mit den Objekten und der Erfüllung der Aufgabe. Dies reduzierte die Fehlerquote und verbesserte auch die erfassten RZ.

Lediglich eine Versuchsperson klagte über Nebenwirkungen (leichte Übelkeit), die vorhandenen Instruktionen wurden von den meisten Teilnehmern als ausreichend angesehen ( $M = 1,96$ ,  $SD = 1,31$ ). Dass der nächste Stimulus nach 1 s automatisch erscheint, ist den Testern, die den ersten Demonstrator bereits kannten, unmittelbar positiv aufgefallen.

### 7.2.2.3 Fazit

Verglichen mit dem Unreal-VR-Demonstrator hat der überarbeitete Unity-VR-Demonstrator von den Testern eine positivere Resonanz erhalten.

Die Präsenz ist im Allgemeinen besser ausgeprägt, was auf eine realistischere Grafik und eine nun vorhandene Geräuschkulisse im Hintergrund zurückzuführen ist. Da die Bewertung für die Präsenz in beiden Leap Motion-Varianten nicht zu weit auseinander liegt, sollte LM+ die bevorzugte Variante für die Hauptstudie sein, da somit genauere

RZ-Werte für den kognitiven Bias berechnet werden können. Darüber hinaus werden die Schwächen des Leap Motion Controllers abgemildert, wodurch die Probanden sich besser auf die Aufgabe konzentrieren können.

Für eine Verbesserung des Engagements und des Realismus muss bei zukünftigen Evaluationen darauf geachtet werden, dass im Labor völlige Stille herrscht und/oder dass Kopfhörer mit Geräuschunterdrückung verwendet werden. Dazu könnte auch eine weitere Verbesserung der Grafik, z. B. durch realistischere Modelle oder durch Post-Processing, beitragen.

### 7.3 Hauptstudie

Dieses Kapitel befasst sich mit der VR-Hauptstudie, welche, in Form einer randomisierten Kontrollstudie mit zwei Gruppen (Trainingsgruppe vs. Placebo-Kontrollgruppe), mögliche Trainings- und Therapieeffekte des VR-AATs untersuchte. Das Studiendesign wurde von Frau Dr. Alla Machulska (Klinische Psychologie, Universität Siegen) entwickelt. Die statistischen Auswertungen wurden von Frau Dr. Alla Machulska und Herrn Dr. Kristian Kleinke (Klinische Psychologie, Universität Siegen) erarbeitet. Detaillierte Informationen und Ergebnisse sind in der Publikation *Approach Bias Retraining through Virtual Reality in smokers willing to quit smoking: A randomized-controlled study* [MAC21] zu finden.

#### 7.3.1 Methodik und Teilnehmer

Verhaltens-, biochemische und Selbstbericht-Messungen wurden angewandt, um mögliche Trainings- (Veränderungen in den rauchbezogenen kognitiven Verzerrungen) und Therapieeffekte (Selbsteinschätzung und biochemische Bestätigung des Rauchverhaltens und anderer gesundheitsbezogener Ergebnismessungen) zu bewerten. Dadurch lässt sich überprüfen, ob

1. die VR-ABM in der Lage war, den rauchbezogenen ApB zu verändern,
2. ob diese Veränderung auf andere kognitive Verzerrungen übertragbar war, was auf eine Generalisierung des Trainings hindeuten würde und
3. ob die Trainingseffekte mit einer klinischen Verbesserung in Zusammenhang stehen.

Im Hinblick auf die klinische Verbesserung wurde besonderes Augenmerk auf die Reduzierung der täglich gerauchten Zigaretten (die primäre klinische Zielgröße) gelegt, da diese am stärksten mit der Schadensminderung verbunden ist. Um zu untersuchen, ob ABM zu Veränderungen bei anderen potenziell nützlichen Zielgrößen führt (z. B. erhöhte Motivation, mit dem Rauchen aufzuhören), wurde zusätzlich eine eingehende Bewertung des selbstberichteten Rauchverhaltens mit einbezogen. Weitere gesundheitsbezogene Ergebnisse (z. B. Alkoholkonsum, psychische Gesundheit, Aktivitätsniveau und Ernährungsgewohnheiten) wurden gemessen, um mögliche negative Auswirkungen zu ermitteln, wie z. B. die Verschiebung von Symptomen, die durch das reduzierte Rauchen verursacht werden kann.

#### **Studiendesign**

Die VR-Hauptstudie wurde bei *Current Controlled Trials* vorregistriert (Studien-ID ISRCTN16006023) und das Studienprotokoll wurde vor dem Abschluss der Datenerhebung veröffentlicht [MAC20].

Bei der VR-Hauptstudie handelt es sich um eine randomisierte Kontrollstudie (RCT), die Selbstberichte, Verhaltensweisen und biochemische Ergebnisse des VR-AAT-Trainings mit einer aktiven Placebo-Kontrollbedingung verglich. Dabei wurde ein 2 (Bedingung: Vermeidungs-Training vs. Placebo-Training)  $\times$  3 (Zeit: Pretest, Posttest: drei Wochen nach Baseline, Follow-up: sieben Wochen nach Baseline) Überlegenheitsstudiendesign angewendet, da erwartet wurde, dass die Trainingsbedingung effektiver als die Placebo-Kontrollbedingung sein würde.

Die vor Beginn der Studie durchgeführte Power-Analyse wurde mit *G\*Power 3.1* durchgeführt [FAU09]. Frühere Studien zu den Auswirkungen des CBM-Trainings haben festgestellt, dass die Effektgröße gering bis moderat ist [MAC16a; WIE11]. Aus diesem Grund wurde eine Power-Analyse der ANOVA mit einem 2  $\times$  3 gemischten Design durchgeführt, um kleine bis mäßige Effekte zu erkennen (Cohens  $d = 0,30$ ). Die Ergebnisse zeigten, dass eine Gesamtstichprobengröße von 74 Personen erforderlich ist, um bei einem Alpha-Niveau von 0,05 und einer angenommenen Korrelation zwischen wiederholten Messungen von  $r = 0,50$  eine Aussagekraft von 80 % zu erreichen. Da die Studie aus mehreren Sitzungen bestand, war eine gewisse Verringerung der Teilnehmerzahl zu erwarten. Um dies auszugleichen wurden 100 Teilnehmer (50 pro Bedingung) rekrutiert.

Die rekrutierten Raucher wurden nach dem Zufallsprinzip entweder der Versuchsbedingung (kurze Psychoedukation zur Raucherentwöhnung, im Folgenden als Treatment-as-Usual (TAU, deu. „Behandlung wie üblich“) bezeichnet, gefolgt vom VR-AAT-Training) oder der Kontrollbedingung (TAU + VR-AAT-Placebo-Training) zugewiesen. Für die Zuteilung wurde mit *IBM SPSS Statistics 24* ein computergenerierter Randomisierungsplan

erstellt, um sicherzustellen, dass Studiengruppen von annähernd gleicher Größe generiert wurden.

Die Intervention erfolgte über zwei Wochen, in denen die Probanden insgesamt sechs VR-AAT-Sitzungen absolvierten. Messungen des selbstberichteten Rauchverhaltens, der biochemisch bestätigten Rauchintensität sowie der kognitiven Verzerrungen (Approach, Attentional und Association Bias) wurden vor, nach und während der Kontrolluntersuchungen durchgeführt.

Aufgrund der Interventionsart war es nicht möglich, die Studienleiter zu blenden. Allerdings nahmen sie nicht an dem VR-Training teil, sondern beobachteten lediglich, wodurch es zu keinen Verzerrungen der Ergebnisse kommen konnte. Die Teilnehmer waren jedoch blind für die Versuchsbedingungen, sodass die VR-Hauptstudie eine Einfachblindstudie war. Darüber hinaus wurde zur Manipulationskontrolle während der Posttest- und Follow-up-Messungen ein Fragebogen zur Bewertung des Trainings eingesetzt, um die Durchführbarkeit dieser einfach verblindeten Methode zu überprüfen. Um Verzerrungen bei der Bewertung der Ergebnisse zu vermeiden, waren die an der Datenerhebung und/oder Datenverarbeitung beteiligten Mitarbeiter hinsichtlich der Teilnehmerzuweisung verblindet.

### **Ethikerklärung**

Das Studienprotokoll (Version 1: 05/2019) wurde von der lokalen Ethikkommission der Universität Siegen genehmigt (Referenznummer: ER\_18\_2018) und wurde in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki und den Richtlinien der Guten Klinischen Praxis durchgeführt. Ethische, rechtliche und soziale Aspekte (ELSA) wurden in der Studie berücksichtigt und behandelt. Jeder Teilnehmer gab vor der Teilnahme an der Studie eine schriftliche Einverständniserklärung ab. Die Teilnahme war freiwillig, die Teilnehmer wurden nicht bezahlt und hatten das Recht, ihre Zustimmung zur Teilnahme jederzeit zurückzuziehen.

### **Teilnehmer**

108 aktive Raucher aus Siegen und Umgebung (Nordrhein-Westfalen) wurden rekrutiert. Die Rekrutierung fand zwischen März und November 2019 statt, die Nachuntersuchungen wurden im Dezember 2019 abgeschlossen.

Interessierte Teilnehmer wurden zu einem Telefoninterview eingeladen, in dem sie Hintergrundinformationen zur Studie erhielten und auf Einschlusskriterien geprüft wurden. Einschlusskriterien waren ein Alter von mindestens 18 Jahren, das Rauchen von mindestens sechs Zigaretten pro Tag in den letzten sechs Monaten und die selbstberichtete

Motivation, in den nächsten sechs Monaten mit dem Rauchen aufhören zu wollen. Ausschlusskriterien waren akuter Alkohol- oder Drogenmissbrauch, akute psychiatrische Erkrankung, unzureichende Deutschkenntnisse, unkorrigierte Seh- oder Hörbehinderung, Farbsehstörungen oder ein Rücktritt vor der Randomisierung.

Von jedem Teilnehmer wurde bei Aufnahme in die Studie eine vollständige schriftliche Einverständniserklärung eingeholt. Personen, die für die Studie rekrutiert wurden, nahmen an einer kurzen Psychoedukation zur Raucherentwöhnung teil und führten zu Beginn der Studie (Baseline) diverse Labortests durch. Die Teilnehmer wurden anschließend nach dem Zufallsprinzip sechs Sitzungen des VR-ABM-Trainings oder des VR-Kontrolltrainings über einen zweiwöchigen Trainingszeitraum zugeteilt. Nach Beendigung der letzten Trainingssitzung nahmen die Teilnehmer an zwei Nachuntersuchungen teil: Die erste drei Wochen nach den Baseline-Messungen (Posttest) und die zweite sieben Wochen nach den Baseline-Messungen (Follow-up).

### Interventionen

Im Folgenden werden die beiden im Studienverlauf eingesetzten Interventionen beschrieben: Zum einen das Treatment-as-Usual (TAU) und zum anderen die Approach Bias Modification (ABM), welche das AAT-Verfahren einsetzt.

**Treatment-as-Usual (TAU):** Vor der Randomisierung nahmen alle Raucher an einer etwa 90-minütigen verhaltensorientierten Beratung zur Raucherentwöhnung teil, die auf Psychoedukation und motivierender Gesprächsführung basierte. Die Teilnehmer erhielten danach ein Selbsthilfebuch (eine deutsche Ausgabe von „Endlich Nichtraucher! Der einfache Weg, mit dem Rauchen Schluss zu machen“ von Allen Carr [CAR10]), welches sie neben den Trainingssitzungen lesen sollten. Zudem wurden sie angewiesen, die Smartphone-App „Cigarette Tracking List“ (SenseAble UG) zu verwenden, um die gerauchten Zigaretten selbstständig zu verfolgen. Vor dem Hintergrund von Dualen Prozessmodellen der Sucht sollten diese verhaltenstherapeutischen Maßnahmen auf die bewussten, reflektiven Prozesse abzielen, die mit dem Rauchen verbunden sind. Zusätzlich haben sie Ähnlichkeiten mit den herkömmlichen Methoden der Raucherentwöhnung. Um die automatischen, impulsiven Prozesse anzusprechen, erhielten die Teilnehmer entweder ein VR-Vermeidungstraining oder ein Placebo-VR-Training. Die Trainingstreue wurde aus der Teilnahme an der gesamten Psychoedukation, dem Lesen des Selbsthilfebuchs und der Nutzung der App abgeleitet.

**Approach Bias Modification (ABM):** Die ABM fand in einem neuartigen VR-Setup statt, das auf dem Joystick-AAT-Training basiert [MAC16a] und vor der VR-Hauptstudie ausgiebig erprobt wurde (vgl. Kap. 7.2). Die Teilnehmer wurden mit einem HTC Vive HMD ausgestattet, an dem ein Leap Motion Controller angebracht wurde, um die Handbewegungen der Teilnehmer in die VE zu übertragen und so das Embodiment sowie die

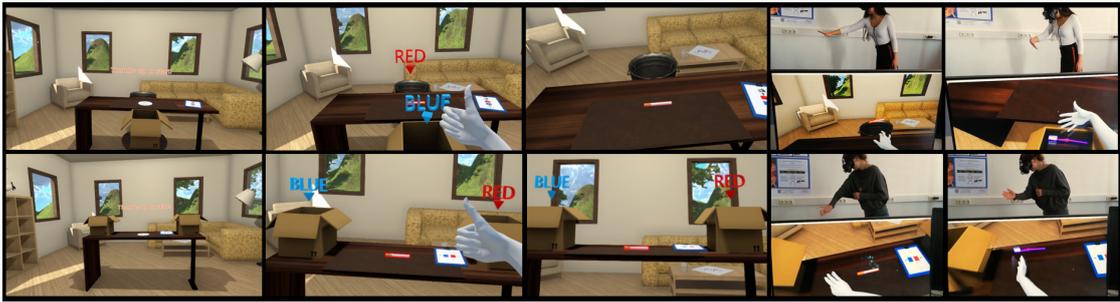


Abbildung 7.7: Die obere Zeile der Abbildung zeigt die VR-ABM-Bedingung, die untere Zeile zeigt die VR-Kontrollbedingung. Von links nach rechts: VR-Umgebungen. Daumen-hoch-Geste zum Starten des Trainings. Blick der Teilnehmer auf einen rauchbezogenen Gegenstand (hier: Zigarette). Teilnehmer, der mit dem HTC Vive HMD ausgestattet ist und mit einem rauchbezogenen VR-Stimulus interagiert: Wegschieben einer Zigarette in der VR-ABM-Bedingung vs. Sortieren einer Zigarette nach rechts in der VR-Kontrollbedingung. Teilnehmer interagiert mit einem neutralen VR-Stimulus: Greifen einer Zahnbürste in der VR-ABM-Bedingung vs. Sortieren einer Zahnbürste nach links in der VR-Kontrollbedingung (Quelle: [MAC21]).

Immersion zu verbessern. Da das Greifen von kleinen Objekten bei der Verwendung des Leap Motion Controllers eher schwierig sein kann, wurde die „vereinfachte Objektinteraktion“ eingesetzt [EIL19b; NAV19]. Dies bedeutet, dass die Teilnehmer den Objekten einen Impuls in die richtige Richtung geben mussten, um sie zu bewegen.

**VR-Training:** Die VR-Szenarien versetzten die Teilnehmer in ein virtuelles Büro und forderten sie dazu auf, mithilfe ihrer dominanten Hand mit virtuellen rauchbezogenen und nicht rauchbezogenen Kontrollobjekten zu interagieren (siehe Abb. 6.14 für den vollständigen Satz von Stimuli). Jede Trainingseinheit, die in stehender oder sitzender Position durchgeführt werden konnte, startete mit einer Daumens-hoch-Geste. Während der Versuche erschienen abwechselnd zehn verschiedene rauchbezogene Objekte und zehn Kontrollobjekte mit ähnlicher Form und Farbe in der Mitte des virtuellen Tisches. Die Stimuli hatten eine blaue oder rote Randfarbe und die Teilnehmer wurden darum gebeten, den Inhalt der Objekte zu ignorieren und nur auf die Randfarbe zu reagieren (siehe Abb. 7.7). Die Teilnehmer mussten eine Bewegung in die richtige Richtung ausführen, um den Stimulus korrekt einzusortieren und verschwinden zu lassen. Jedes Objekt wurde sechsmal gezeigt, was 120 Versuche und eine ungefähre Dauer von 15 Minuten pro Trainingssitzung ergab.

In der **VR-ABM-Trainingsbedingung** wurden die Probanden aufgefordert, auf Objekte mit roten Umrissen zu reagieren, indem sie eine abwehrende Armbewegung machten und diese Objekte so schnell wie möglich in einen hinter dem Tisch platzierten Müllimer warfen. In ähnlicher Weise wurden die Probanden gebeten, auf die blau umrahmten Objekte zu reagieren, indem sie eine Greifbewegung machten und sie so schnell wie möglich in einen vor dem Tisch aufgestellten Karton warfen. Um den ApB zu modifizieren, wurden Kontingenzen zwischen Objekthalten und Handbewegungen eingeführt: Alle mit dem Rauchen zusammenhängenden Reize waren rot umrandet und mussten weggeworfen/vermieden werden, während alle blau umrandeten Kontrollgegenstände ergriffen/angenähert werden mussten. In Übereinstimmung mit anderen CBM-Studien wurden dementsprechend indirekte Anweisungen verwendet.

Ähnlich wie beim aktiven VR-ABM-Training wurden die Teilnehmer des **VR-Kontrolltrainings** angewiesen, den Objekthalt zu ignorieren und nur auf die Randfarbe der Objekte zu reagieren. Es waren jedoch keine Annäherungs- oder Vermeidungsbewegungen erforderlich, da die Teilnehmer in dieser Bedingung angewiesen wurden, so schnell wie möglich auf die auf dem Tisch erscheinenden Reize zu reagieren, indem sie blau umrandete Objekte in einen Karton auf der linken Seite des Tisches und rot umrandete Objekte in einen Karton auf der rechten Seite des Tisches legten. Auf diese Weise gab es keine Kontingenz zwischen Stimulus-Typ und Behälterposition.

Um vergleichbare Erwartungseffekte hervorzurufen und die Realitätsnähe des Trainings zu gewährleisten, wurde den Teilnehmern in beiden Bedingungen eine plausible Begründung für den Aufbau und Ablauf des Trainings gegeben. Den Teilnehmern der VR-ABM-Bedingung wurde gesagt, dass das Training die automatische Tendenz, sich rauchbezogenen Objekten zu nähern, abschwächen würde. Den Teilnehmern der VR-Kontrollbedingung wurde hingegen gesagt, dass das Training die Kontrollmechanismen von Reaktionen auf rauchbezogene Objekte verbessern würde.

Die Trainingstreue wird durch die Anzahl der durchgeführten Trainingseinheiten bestimmt. Um sicherzustellen, dass das Training in beiden Gruppen gleichermaßen wirksam war, sollte bei den Posttest-Untersuchungen ein Fragebogen zur Bewertung der Trainings ausgefüllt werden.

### **Messungen der kognitiven Verzerrungen**

Auf das Rauchen bezogene Approach, Attentional und Association Bias wurden zum Pretest, Posttest und zur Follow-up-Untersuchung mit den unten beschriebenen indirekten Standardverfahren gemessen.

**Messung des Approach Bias:** Der automatische ApB von rauchbezogenen und Kontrollreizen wurde mit einer Standardversion des AAT-Joysticks gemessen [RIN07]. Bei

dieser Aufgabe erschienen nacheinander verschiedene Bilder auf dem Computerbildschirm, die um  $3^\circ$  nach links oder rechts geneigt waren. Ein Joystick (Logitech Extreme 3D) wurde an den Computer angeschlossen und die Teilnehmer wurden angewiesen, den Joystick zu benutzen, um ein nach rechts gedrehtes Bild wegzudrücken und ein nach links gedrehtes Bild heranzuziehen. Dies führte dazu, dass die Bilder je nach der Bewegung verkleinert oder vergrößert wurden. Dabei wurden vier verschiedene Kategorien von Bildern verwendet: Zehn Bilder von dreidimensionalen Rauch- und Kontrollstimuli, die auch während des VR-Trainings verwendet wurden sowie 25 rauchbezogene und positive Bilder, die von Baird et al. [BAI17] abgeleitet wurden. Um den ApB zu messen, mussten alle Bilder gleich oft weggedrückt und herangezogen werden. Demnach wurde jedes Bild einmal im Vermeidungsformat und einmal im Annäherungsformat gezeigt, was zu 140 Durchläufen führte.

Ein ApB wird abgeleitet, indem ein Bild schneller gezogen als gedrückt wird. Nach Rink und Becker [RIN07] wurden die ApB-Werte berechnet, indem die medianen Reaktionszeiten (RZ) der herangezogenen Bilder von den medianen RZs der weggedrückten identischen Bilder abgezogen wurden. Medianwerte wurden verwendet, da sie im Vergleich zum Mittelwert weniger von Ausreißern beeinflusst werden und keine Anwendung willkürlicher Cutoffs erfordern [BEC16; RIN07]. RZs sind in Millisekunden (ms) definiert und die Probanden müssen eine vollständige Armbewegung korrekt ausführen. Ein positiver Wert zeigt demnach eine Tendenz zur Annäherung an eine bestimmte Bildkategorie an (ApB), während ein negativer Wert eine Tendenz zur Vermeidung anzeigt (AvB). Die Annäherungstendenzen wurden für jede der vier Bildkategorien und für jede Laborsitzung (Pretest, Posttest, Follow-up) berechnet.

**Messung des Attentional Bias:** Eine von Miller und Fillmore [MIL10] adaptierte Visual-Dot-Probe-Aufgabe wurde verwendet, um die automatischen Aufmerksamkeitsverzerrungen als Reaktion auf Rauchreize zu bestimmen. Die Aufgabe wurde mit der *Inquisit Lab Software* auf einem Computer präsentiert. Jeder Versuch begann mit einer 500 ms andauernden Darstellung eines Fixationskreuzes in der Mitte des Computerbildschirms. Ein rauchbezogenes Bild und ein Kontrollbild erschienen danach nebeneinander im Abstand von 3 cm auf der linken und rechten Seite des Computerbildschirms. Die Position der Bilder wurde nach dem Zufallsprinzip links oder rechts von der Position des Fixationskreuzes gewählt. 1000 ms später verschwanden beide Bilder und ein visueller Sondenreiz („X“) erschien an der Position eines der Bilder. Die Teilnehmer gaben die Position der Sonde mithilfe eines Response-Pads (Cedrus Response Pad RB844) an, indem sie die gelbe Taste drückten, wenn sich die Sonde links befand oder die grüne Taste, wenn sich die Sonde rechts befand.

Das Stimulus-Set bestand aus zehn rauchbezogenen Bildern, denen zehn neutrale Kontrollbilder von Zahnreinigungen gegenübergestellt wurden. Der in Bezug auf Farbe und

Form sorgfältig aufeinander abgestimmte Bildsatz wurde von Stippe Kohl et al. [STI10] zur Verfügung gestellt. Jedes Bildpaar wurde viermal präsentiert, was 40 Testversuche ergab. Um Gewöhnungseffekte zu minimieren, wurden zusätzlich 40 Füllversuche, bestehend aus zehn Paaren neutraler Bilder, mit einbezogen. Die Test- und Füllversuche wurden nach dem Zufallsprinzip präsentiert, wodurch es insgesamt 80 Versuche gab. Die Füllversuche wurden bei der endgültigen Datenanalyse nicht berücksichtigt.

Die Aufmerksamkeitsverzerrung wurde aus schnelleren RZs auf Sonden abgeleitet, die ein rauchbezogenes Bild ersetzen, als auf solche, die ein Kontrollbild zur Zahnreinigung ersetzen. Zur Berechnung des Wertes wurden die medianen RZs für Sonden, die rauchbezogene Bilder ersetzen, von den medianen RZs für Sonden, die Zahnreinigungsbilder ersetzen, abgezogen [MIL10]. Positive Werte spiegeln eine Aufmerksamkeitsverzerrung gegenüber Bildern vom Rauchen wider, während negative Werte eine Aufmerksamkeitsverzerrung gegenüber Zahnreinigungsbildern anzeigen.

**Messung des Association Bias:** Implizite positive oder negative Assoziationen mit dem Rauchen wurden mithilfe der Impliziten Assoziationsaufgabe (IAT, [GRE98]) überprüft. Die Teilnehmer wurden gebeten, positive und negative Attribute (z. B. „vertrauensvoll“ vs. „verletzend“) und Zielobjekte (z. B. Bilder von rauchbezogenen oder neutralen Reizen, bspw. eine Zigarette vs. ein Stuhl) mithilfe von Tasten auf einem Response-Pad (Cedrus Response Pad RB844) einer bestimmten Kategorie zuzuordnen.

In Anlehnung an Greenwald et al. [GRE03] war der IAT in sieben Blöcke unterteilt:

1. Ein Zielunterscheidungsblock mit 24 Versuchen (z. B. gelb drücken für „Rauchen“ vs. grün drücken für „Möbel“),
2. ein Attributunterscheidungsblock mit 24 Versuchen (z. B. gelb für „Ich fühle mich positiv“ vs. grün für „Ich fühle mich negativ“),
3. ein kombinierter Übungsblock mit 24 Versuchen (z. B., gelb für „Rauchen“ ODER „Ich fühle mich positiv“ vs. grün für „Möbel“ ODER „Ich fühle mich negativ“),
4. ein kombinierter Testblock mit 40 Versuchen (wie Übung),
5. ein kombinierter Zielunterscheidungsblock mit 24 Versuchen, in dem die Zielkategorien vertauscht wurden (z. B. gelb für „Möbel“ vs. grün für „Rauchen“),
6. ein kombinierter Block mit 24 Versuchen mit umgekehrten Zielkategorien (z. B. gelb für „Möbel“ ODER „Ich fühle mich positiv“ vs. grün für „Rauchen“ ODER „Ich fühle mich negativ“) und
7. ein kombinierter Block mit 40 Versuchen (wie Übung).

Dadurch wurde letztendlich jede Bildkategorie mehrfach jeder Wortkategorie zugeteilt. Angenommen, dass Teilnehmer dem Rauchen gegenüber eine positive Einstellung aufweisen, so sind Durchläufe, in denen Rauchen einer positiven Konsequenz zugeordnet wurde (Blöcke 3 und 4) kongruent und Durchläufe, in denen Rauchen einer negativen Konsequenz zugeteilt wurde (Blöcke 6 und 7) inkongruent. Waren die Reaktionszeiten der kongruenten Durchläufe schneller, entsteht ein höherer Association Bias, der wiederum eine stärkere implizite, positive Haltung gegenüber dem Rauchen widerspiegelt.

Fehlversuche wurden behandelt, indem die Befragten gebeten wurden, ihre Antworten zu korrigieren. Der IAT-Bias-Wert wurde anhand eines verbesserten Scoring-Algorithmus (d-Wert) berechnet, der von Greenwald und Kollegen empfohlen wurde [GRE03]. Mediane RZs der inkongruenten Blöcke wurden dabei von medianen RZs der kongruenten Blöcke abgezogen. Zusätzlich wurde der errechnete Differenzwert standardisiert. Größere d-Werte des IAT zeigten eine stärkere, implizite, positive, soziale Assoziation mit dem Rauchen oder eine stärkere, implizite, negative Assoziation mit Möbeln an.

### **Biochemische Messungen und Selbstberichte**

Die Teilnehmer füllten ein umfangreiches Set von Fragebögen aus. Die biochemischen Messungen und Selbstberichte umfassten:

- Den biochemisch verifizierten Raucherstatus (ausgeatmetes Kohlenmonoxid (CO); piCO™ Smokerlyzer®; Bedfont Scientific Ltd),
- das subjektive Zigarettenverlangen (von 0 = „überhaupt nicht“ bis 5 = „sehr stark“),
- den Grad der Nikotinabhängigkeit (Fagerström Test for Nicotine Dependence (FTND, [HEA91]), deutsche Version: [BLE02]) mit Werten von 0 bis 2 (keine oder sehr schwache Abhängigkeit), von 3 bis 7 (moderate Abhängigkeit) und von 8 bis 10 (sehr starke Abhängigkeit),
- die Einstellung zum Rauchen (Skala von -3 bis +3), in Anlehnung an Swanson et al. [SWA01],
- die Stadien der Veränderung Skala (Stages of Change Scale) [PRO91] (Skala von 0 (vor der Betrachtung) bis 4 (Aufrechterhaltung), deutsche Version: [JÄK99]),
- der Thoughts About Abstinence Scale [HAL90], bestehend aus vier Skalen: Abstinenzziel (Skala: 0 bis 5), Wunsch, mit dem Rauchen aufzuhören (Skala: 1 bis 10), erwarteter Erfolg (Skala: 1 bis 10) und erwartete Schwierigkeiten beim Aufhören (Skala: 1 bis 10),
- der Barratt Impulsiveness Scale (BIS, [PAT95]) zur Beurteilung des Persönlichkeits- bzw. Verhaltenskonstrukts der Impulsivität. Die Bewertung der Elemente erfolgt auf einer 4-Punkte-Skala von 1 („selten/nie“) bis 4 („(fast) immer“),

- der Positive Mental Health Scale (PMH, [LUK16]) zur Beurteilung der positiven psychischen Gesundheit im Bereich von 0 bis 27,
- die Erfassung des Alkoholkonsums mittels Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT, [SAU93]) und
- eine Checkliste zum Gesundheitsverhalten, einschließlich Fragen zu sportlichen Aktivitäten und zu den Essgewohnheiten.

Der Alkoholkonsum und die Ernährungsgewohnheiten wurden erfasst, um mögliche Symptom-Verschiebungen nach dem Training und/oder der Reduzierung des Nikotinkonsums festzustellen. Alle Fragebögen wurden bei den Baseline-, Posttest- und bei den Follow-up-Untersuchungen ausgefüllt (mit Ausnahme des BIS, der zeitlich stabil sein sollte und daher nur bei der Baseline-Untersuchung ausgefüllt wurde). Darüber hinaus wurden die Teilnehmer gebeten, den täglichen Zigarettenkonsum und das subjektive Verlangen nach Zigaretten bei jeder Labormessung und jeder Trainingssitzung anzugeben, was zu neun Messzeitpunkten führte. Um eine Gesamtbeurteilung der Trainingstreue zu erhalten, gaben die Teilnehmer zudem an, ob sie das Selbsthilfebuch gelesen hatten und bewerteten das VR-Training beim Posttest. Darüber hinaus gaben die Probanden an, ob sie die Kontingenz zwischen Stimulus-Typ und geforderter Armbewegung wahrgenommen haben.

#### **Primäre und sekundäre Zielgrößen**

Die primären Zielgrößen sind die mit dem Joystick-AAT gemessenen Veränderungen des ApB, der Rückgang des täglichen Zigarettenkonsums und die Abstinenzraten. Zu den sekundären Ergebnismessungen gehören Veränderungen der Aufmerksamkeitsverzerrung (Visual-Dot-Probe-Aufgabe) und der Assoziationsverzerrung (IAT), ausgeatmetes CO, rauchbezogener Suchtdruck, die Einstellung zum Rauchen, die Motivation zum Aufhören (Stadien der Veränderung Skala), Gedanken zur Abstinenz, Wohlbefinden, Alkoholkonsum, körperliche Aktivität und Ernährungsgewohnheiten.

#### **Ablauf**

Während der ersten Sitzung (Baseline) gaben die Teilnehmer ihr Einverständnis zur Teilnahme, nahmen an einer kurzen Psychoedukation (TAU) teil und führten den CO-Atemtest aus. Darüber hinaus wurden Aufmerksamkeits- und Assoziationsverzerrungen gemessen und die oben aufgeführten Fragebögen ausgefüllt. Die Teilnehmer wurden anschließend nach dem Zufallsprinzip entweder dem VR-ABM-Training oder dem VR-Kontrolltraining zugeteilt und nahmen über einen Zeitraum von zwei Wochen an insgesamt sechs Trainingseinheiten teil, die jeweils etwa 15 Minuten dauerten. Am Ende der letzten Trainingssitzung (Posttest) und beim Follow-up-Termin sieben Wochen nach der Baseline wurden die Teilnehmer gebeten, erneut einen CO-Atemtest durchzuführen,

die Fragebögen zu beantworten und erneute Messungen der kognitiven Verzerrungen durchzuführen. Darüber hinaus wurden beim Posttest Fragen zur Bewertung des VR-Trainings sowie zum Bewusstsein der Trainingskontingenz gestellt.

### **Datenaufbereitung und Analysen**

Fehlende Werte wurden durch multiple Imputation und nach dem Intention-to-Treat-Prinzip (ITT) ersetzt [FER02] und als zufällig fehlend im Sinne von Rubin [RUB76] angenommen. Fehlversuche wurden ausgeschlossen, bevor die Werte für die kognitive Verzerrung berechnet wurden. Für Annäherungs- und Assoziationsverzerrungen wurden mediane Reaktionszeiten verwendet, um die Auswirkungen von Ausreißern zu minimieren [BEC16; RIN07]. Ein verbesserter IAT-Schätzalgorithmus wurde verwendet, um Assoziationsverzerrungen zu berücksichtigen [GRE03]. Teilnehmer mit extrem hohen Fehlerquoten ( $> 25\%$ ) wurden von der Analyse ausgeschlossen.

Veränderungen der kognitiven Verzerrungen sowie der sekundären Behandlungseffekte wurden mit gemischten ANOVA-Modellen analysiert. Ein Wachstumskurvenmodell wurde verwendet, um Veränderungen des täglichen Zigarettenkonsums und des Suchtdrucks während des Studienzeitraums vorherzusagen [BOL06]. Ein  $\chi^2$ -Test wurde berechnet, um zu untersuchen, ob das VR-ABM-Training zu erhöhten Abstinenzraten führte.

### **7.3.2 Ergebnisse**

Nachfolgend werden die Ergebnisse der VR-Hauptstudie vorgestellt:

#### **Teilnehmermerkmale und Therapietreue**

Das Flussdiagramm der Studienteilnehmer ist in Abb. 7.8 dargestellt. Insgesamt zwölf Teilnehmer mussten ausgeschlossen werden, da sie die Zulassungskriterien nicht erfüllten: Zwei Teilnehmer berichteten über eine akute psychiatrische Störung, ein Teilnehmer rauchte weniger als sechs Zigaretten pro Tag und neun Teilnehmer traten vor der Randomisierung zurück. Die endgültige Stichprobe bestand demnach aus 96 Teilnehmern ( $n_{\text{VR-ABM}} = 47$ ;  $n_{\text{VR-Kontrolle}} = 49$ ).

Bei den Baseline-Messungen wurden demografische, rauch- und gesundheitsbezogene Variablen erhoben. Die Therapietreue sowie die Bewertung des VR-Trainings wurden beim Posttest bewertet. Kontinuierliche Variablen wurden mittels univariater ANOVAs und kategoriale Variablen wurden mittels  $\chi^2$ -Tests analysiert. Alle p-Werte wurden zweiseitig getestet.

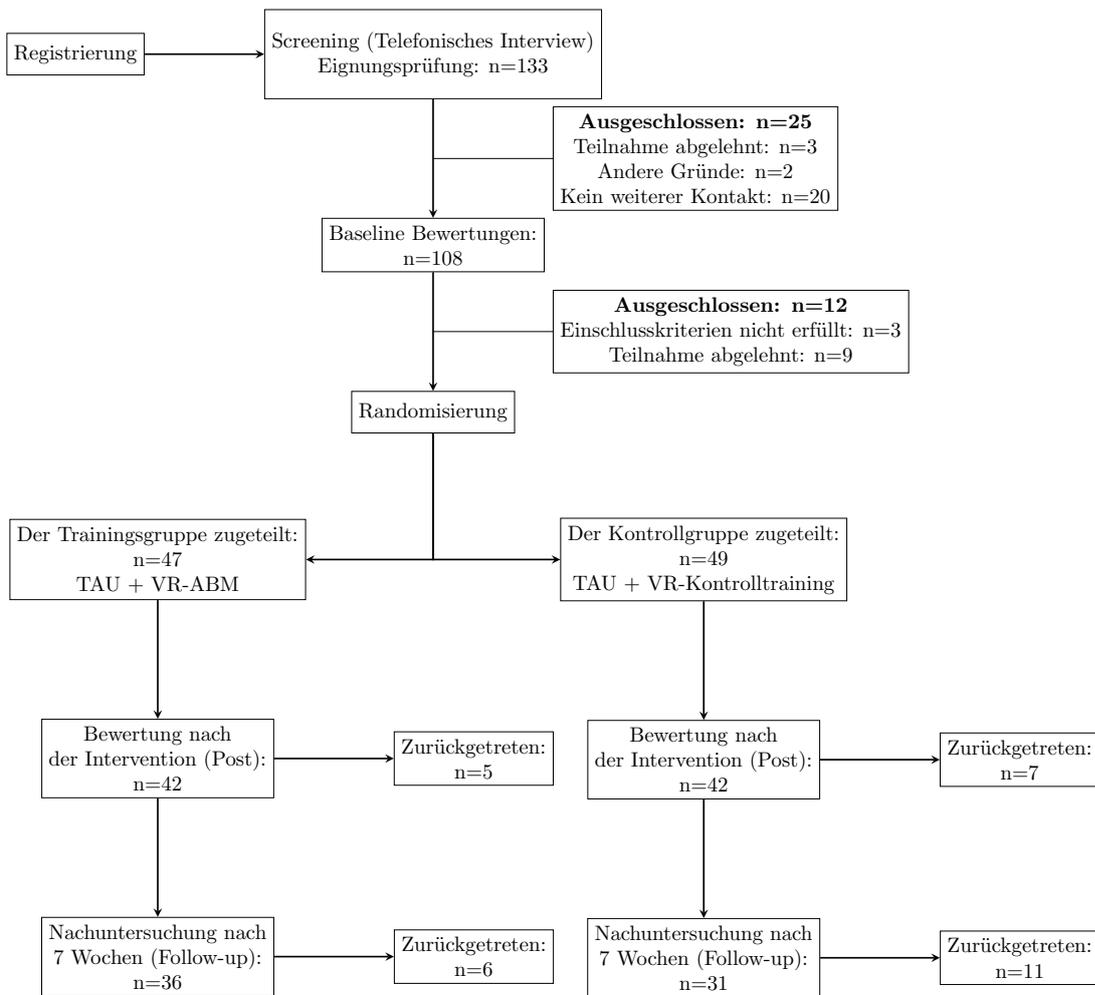


Abbildung 7.8: Flussdiagramm der Studienteilnehmer (nach [MAC21]).

Tabelle 7.2: Demografische, rauch- und gesundheitsbezogene Merkmale der Studienteilnehmer (Quelle: [MAC21]).

Variable	Gesamt (n = 96)	VR-ABM (n = 47)	VR-Kontrolle (n = 49)	p
<b>Alter (Jahre)</b>	50,32 (11,64)	50,53 (12,44)	50,12 (10,94)	0,864
<b>Geschlecht (% weiblich)</b>	49	49	49	0,997
<b>Impulskontrolle (BIS)</b>	29,65 (6,38)	30,15 (6,95)	29,16 (5,81)	0,452
<b>Dauer des Zigarettenkonsums (Jahre)</b>	30,90 (11,92)	30,51 (12,54)	31,27 (11,42)	0,758
<b>Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten</b>	19,59 (7,30)	19,34 (6,99)	19,84 (7,65)	0,741
<b>CO-Pegel</b>	16,60 (7,30)	17,14 (8,00)	16,10 (7,00)	0,511
<b>Anzahl der vorherigen Abbruchversuche</b>	3,29 (3,05)	3,38 (3,11)	3,20 (3,02)	0,776
<b>Zigarettenbezogener Suchtdruck</b>	2,15 (1,31)	2,30 (1,33)	2,00 (1,28)	0,266
<b>Nikotinabhängigkeit (FTND)</b>	4,66 (2,27)	4,66 (2,33)	4,65 (2,22)	0,989
<b>Einstellung zum Rauchen</b>	-0,76 (0,80)	-0,70 (0,73)	-0,82 (0,87)	0,480
<b>Stadien der Veränderung</b>	1,19 (0,60)	1,23 (0,63)	1,14 (0,58)	0,462
<b>Gedanken zur Abstinenz</b>				
Abstinenzziel	3,84 (1,19)	3,83 (1,13)	3,86 (1,23)	0,912
Absicht, aufzuhören	8,18 (2,38)	7,91 (2,43)	8,43 (2,32)	0,292
Erwarteter Erfolg	5,99 (1,98)	5,68 (1,94)	6,29 (1,99)	0,135
Erwartete Schwierigkeiten	8,20 (1,95)	7,72 (2,36)	8,65 (1,33)	0,019
<b>Wohlbefinden (PMH)</b>	20 (4,32)	19,55 (3,81)	20,44 (4,60)	0,311
<b>Alkoholkonsum (AUDIT)</b>	4,99 (3,69)	5,02 (3,78)	4,96 (3,65)	0,935
<b>Aktivitätsniveau</b>	7,04 (2,77)	6,87 (2,92)	7,20 (2,63)	0,560
<b>Essgewohnheiten</b>				
Gesundes Essen	23,74 (4,85)	23,53 (5,22)	23,94 (4,52)	0,648
Diätkost	15,54 (5,09)	15,60 (4,53)	15,49 (5,62)	0,919
Herzhafte Ernährung	27,73 (6,48)	26,78 (6,49)	28,63 (6,41)	0,164
<b>Lesen des Buches (%)</b>	70	70	69	0,931
<b>Selbstprotokollierung gerauchter Zigaretten (%)</b>	46	43	49	0,533
<b>Anzahl abgeschlossener VR-Sitzungen</b>	5,49 (0,95)	5,53 (0,97)	5,45 (0,94)	0,672
<b>VR-Trainingsbewertung</b>	6,39 (2,09)	6,85 (2,01)	5,89 (2,08)	0,041

Anmerkung: BIS (Skala: 15–60); Zigarettenbezogener Suchtdruck (Skala: 0–5); FTND (Skala: 0–10); Einstellung zum Rauchen (Skala: -3 – +3); Stadien der Veränderung (Skala: 0–4); Abstinenzziel (Skala: 0–5); Absicht, aufzuhören (Skala: 1–10); erwarteter Erfolg (Skala: 1–10); erwartete Schwierigkeiten (Skala: 0–10); PMH (Skala: 0–27); AUDIT (Skala: 0–40); Aktivitätsniveau (Skala: 0–28); gesunde Ernährung (Skala: 0–50); Diätkost (Skala: 0–40); herz hafte Ernährung (Skala: 0–70); VR-Trainingsbewertung (Skala: 0–10). Die Standardabweichungen sind in Klammern angegeben.

Wie in Tab. 7.2 dargestellt, unterschieden sich die Gruppen zu Beginn der Studie nicht in Bezug auf demografische Merkmale, Rauchverhalten oder gesundheitsbezogene Maßnahmen ( $p > 0,05$ ), außer in der Hinsicht, dass die Probanden in der VR-Kontrollbedingung größere Schwierigkeiten mit dem Rauchen aufzuhören erwarteten ( $p = 0,019$ ).

Von den Studienteilnehmern ( $n = 96$ ) kamen 88 % zum Posttest und 70 % zum Follow-up-Termin zurück. Die Teilnehmer absolvierten durchschnittlich 5,5 Trainingseinheiten, was darauf hindeutet, dass die Trainingstreue hoch und in beiden Gruppen vergleichbar war (vgl. Tab. 7.2). Allen Teilnehmern, die der VR-ABM zugeteilt wurden, wurde die Trainingskontingenenz bewusst. Beim Posttest erhielt die VR-ABM mehr positive Bewertungen als das Kontrolltraining ( $p = 0,041$ ). Insbesondere empfanden die Probanden in der aktiven Bedingung das Training als effektiver bei der Reduzierung des Nikotinkonsums ( $p = 0,020$ ) und als besser auf reale Situationen anwendbar ( $p = 0,006$ ) als die Probanden in der Kontrollbedingung. Dies deutet darauf hin, dass die Akzeptanz des Trainings in der aktiven Gruppe etwas höher war. Bei weiteren Bewertungen nach dem Training wurden jedoch keine Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt.

### Primäre Ergebnisdaten

Im Folgenden werden die primären Ergebnisdaten vorgestellt. Diese umfassen Veränderungen des ApB, des täglichen Zigarettenkonsums sowie der Rauchentwöhnung.

**Veränderungen des Approach Bias:** Zwei Personen wurden aufgrund einer ungewöhnlich hohen Fehlerquote ( $> 25\%$ ) von der Analyse ausgeschlossen. Bei den verbleibenden Teilnehmern betrug die Fehlerrate durchschnittlich 7,0 % bei den Baseline- und Posttest-Beurteilungen sowie 7,1 % bei der Follow-up-Beurteilung. Abb. 7.9 veranschaulicht den ApB für die vier verschiedenen Bildkategorien als Funktion der Gruppe und des Messzeitpunkts.

Die 2 (Versuchsbedingung)  $\times$  3 (Zeit)  $\times$  4 (Bildkategorie) ANOVA ergab weder einen Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p = 0,260$ ), noch einen Haupteffekt für die Zeit ( $p = 0,179$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p = 0,689$ ). Es gab allerdings einen signifikanten Haupteffekt für die Bildkategorie ( $p = 0,009$ ).

Follow-up-Vergleiche zeigten einen signifikanten Mittelwertunterschied im ApB zwischen den Rauchreizen, die ebenfalls während des VR-Trainings gezeigt wurden und den 2D-Rauchbildern ( $p = 0,003$ ). Der ApB der rauchbezogenen Bilder war im Durchschnitt 26,43 Einheiten höher als der ApB für die VR-Rauch-Objekte. Darüber hinaus hatten rauchbezogene Bilder einen höheren ApB als alle anderen Bilder oder Reize ( $p = 0,003$ ). Hier war der ApB im Durchschnitt um 22,96 Einheiten höher, was auf einen relativen ApB für die rauchbezogenen Bilder hinweist.

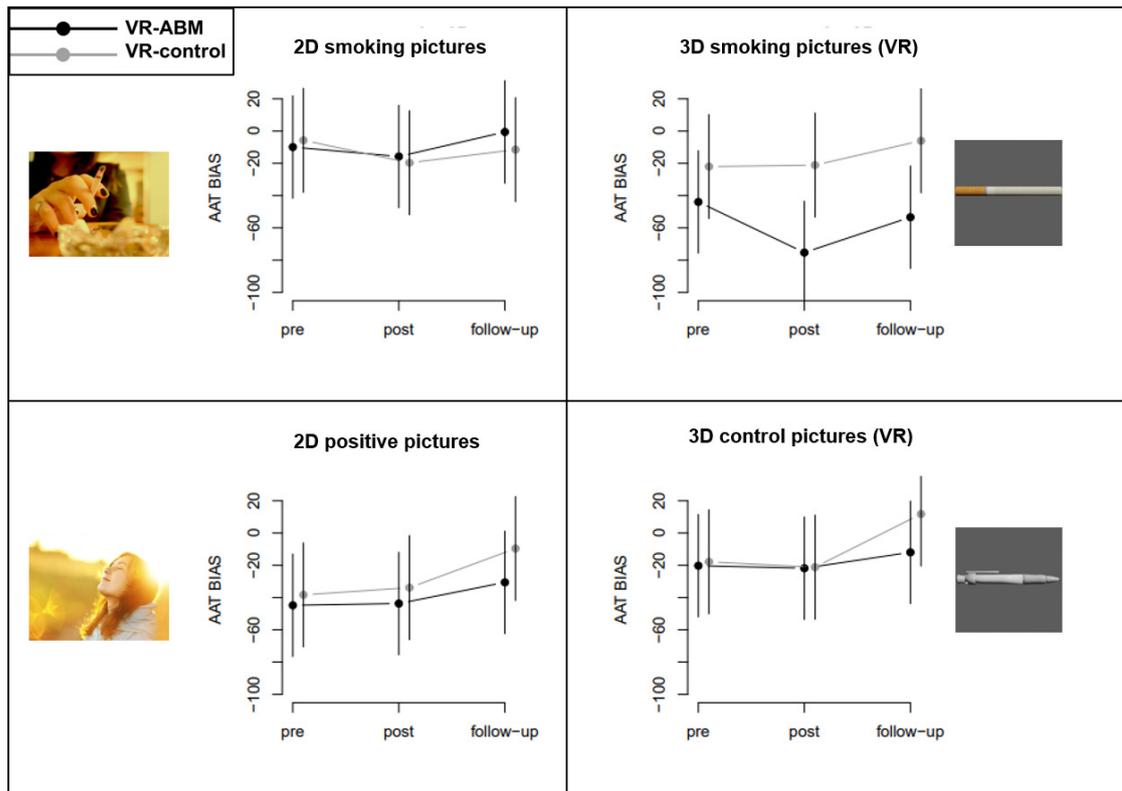


Abbildung 7.9: Veränderungen des ApB. Jedes Diagramm zeigt den ApB für jede der vier Bildkategorien, die in der Joystick-Version des AAT verwendet werden, getrennt nach Gruppe und Messzeitpunkt. Graue Linien kennzeichnen die VR-ABM-Gruppe, schwarze Linien die VR-Kontrolltrainingsgruppe. (Quelle: [MAC21]).

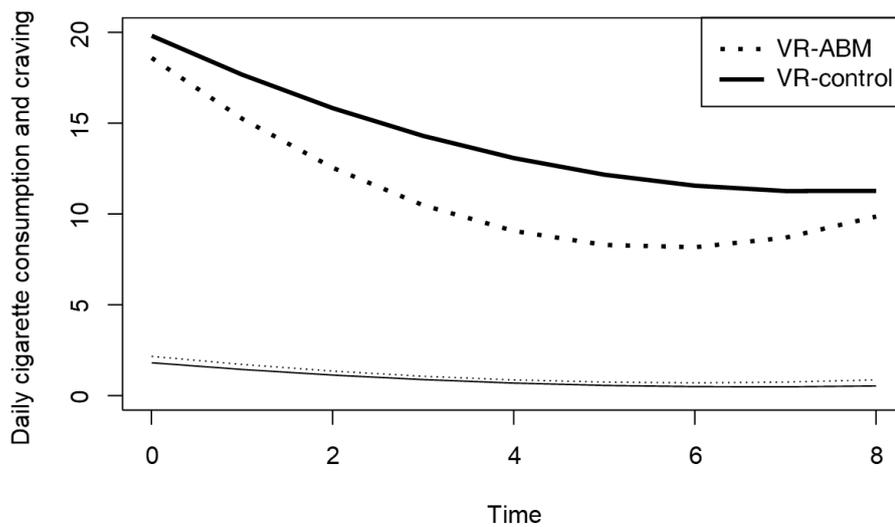


Abbildung 7.10: Veränderungen im täglichen Zigarettenkonsum und des Suchtdrucks von Baseline (0) bis zur Follow-up-Messung (8). Die Zeitpunkte dazwischen wurden nach jeder der sechs Trainingssitzungen und bei der Postmessung nach dem Training bewertet. Die dicken Linien symbolisieren den Zigarettenkonsum, die dünnen Linien den Suchtdruck (Quelle: [MAC21]).

**Veränderungen des täglichen Zigarettenkonsums:** Die Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten wurde an neun verschiedenen, gleichmäßig verteilten Zeitpunkten erhoben, wobei die erste Messung bei der Baseline-Untersuchung und die neunte Messung bei der Follow-up-Untersuchung durchgeführt wurde.

Nach den Baseline-Messungen gab es keinen signifikanten Unterschied in der Anzahl der täglich gerauchten Zigaretten zwischen der Trainings- und der Kontrollgruppe. In beiden Gruppen nahm die Zahl der pro Tag gerauchten Zigaretten im Laufe der Zeit ab. Bei der VR-ABM-Gruppe war dieser Effekt im Vergleich zur VR-Kontrollgruppe ausgeprägter. Es gab jedoch einen Wendepunkt, insbesondere zwischen den Post- und den Follow-up-Messungen, wo die Zahl der täglich gerauchten Zigaretten wieder anstieg. Wie zuvor war dieser Effekt in der Trainingsgruppe stärker ausgeprägt. Wie in Abb. 7.10 zu sehen, sind am Ende des Follow-up-Zeitraums die Raucherquoten in beiden Gruppen wieder sehr ähnlich.

**Raucherentwöhnung:** 48 Teilnehmer ( $n_{\text{VR-ABM}} = 25$ ;  $n_{\text{VR-Kontrolle}} = 23$ ) rauchten während des gesamten Studienzeitraums. 13 Teilnehmer ( $n_{\text{VR-ABM}} = 8$ ;  $n_{\text{VR-Kontrolle}} = 5$ ) hörten während der Trainingsphase auf zu rauchen und blieben danach Nichtraucher. Drei Teilnehmer ( $n_{\text{VR-ABM}} = 2$ ;  $n_{\text{VR-Kontrolle}} = 1$ ), die zum Zeitpunkt der Postmessung keine Zigaretten rauchten, rauchten beim Follow-up-Termin wieder. Abgesehen davon gab

es zwei Teilnehmer in der Kontrollbedingung, die zur Postmessung des Trainings noch rauchten, jedoch zum Follow-up-Zeitpunkt mit dem Rauchen aufgehört hatten. Es ergaben sich keine stochastischen Abhängigkeiten zwischen dem Aufhören des Rauchens und der Trainingsbedingung zum Zeitpunkt der Post-Messung ( $p = 0,674$ ) und zum Zeitpunkt der Follow-up-Untersuchung ( $p = 0,754$ ).

Eine validierte Methode zur Überwachung der Raucherentwöhnung ist die Messung des CO-Gehalts in der Atemluft. Nichtraucher werden in der Regel durch CO-Werte von weniger als 10 ppm klassifiziert. In der oben dargestellten Analyse wurde der selbst angegebene Raucherstatus mit den CO-Werten verglichen. Nur ein Teilnehmer, der sich zum Zeitpunkt der Messung selbst als Nichtraucher bezeichnete, hatte einen CO-Wert von über 10 ppm und wurde somit für die Analyse als „Raucher“ eingestuft.

Hinsichtlich der Veränderungen der CO-Werte der Teilnehmer während des Studienzeitraums ergab eine 2 (Versuchsbedingung)  $\times$  3 (Zeit) ANOVA weder einen Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p = 0,807$ ), noch eine Bedingung-zu-Zeit-Interaktion ( $p = 0,325$ ). Es fand sich jedoch ein Haupteffekt für die Zeit ( $p < 0,001$ ).

Die Vergleiche der Follow-up-Messungen ergaben einen durchschnittlichen Rückgang der CO-Werte um 4,72 Einheiten vom Beginn der Studie bis zum Zeitpunkt der Post-Messung ( $p < 0,001$ ). Dieser Effekt war unabhängig von den Versuchsbedingungen und blieb über den Follow-up-Zeitraum konstant ( $p = 0,256$ ). Zwischen dem Zeitpunkt der Post-Messung und der Follow-up-Messung kam es jedoch zu einem (nicht signifikanten) Anstieg der CO-Werte um durchschnittlich 1,00 Einheiten. Insgesamt sanken die CO-Werte am Ende des Follow-up-Zeitraums um durchschnittlich 3,73 Einheiten im Vergleich zum Beginn der Studie.

### **Sekundäre Trainingseffekte**

Im Anschluss an die primären Trainingseffekte werden im Folgenden die sekundären Trainingseffekte, welche Veränderungen des Attentional Bias und des Association Bias einbeziehen, beschrieben.

**Veränderungen des Attentional Bias:** Wie bei der Visual-Dot-Probe-Aufgabe üblich, waren die Fehlerraten sehr gering und variierten zwischen 0,6 % und 2,5 %. Die 2 (Versuchsbedingung)  $\times$  3 (Zeit) ANOVA ergab weder einen Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p = 0,671$ ), noch einen Haupteffekt für die Zeit ( $p = 0,126$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p = 0,294$ ).

**Veränderungen des Association Bias:** Die Fehlerraten lagen zwischen 4,8 % und 5,6 %. Die 2 (Versuchsbedingung)  $\times$  3 (Zeit) ANOVA ergab weder einen Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p = 0,141$ ), noch einen Haupteffekt für die Zeit ( $p = 0,739$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p = 0,874$ ).

## Sekundäre Therapieeffekte

Nachfolgend werden die Ergebnisse der sekundären Therapieeffekte vorgestellt. Dazu zählen Veränderungen des Suchtdrucks, der Zigarettenabhängigkeit sowie der Einstellung zum Rauchen. Darüber hinaus werden die Auswertungen der verwendeten Fragebögen (s. o.) dargelegt.

**Suchtdruck:** Parallel zum Rückgang der pro Tag gerauchten Zigaretten nimmt auch der Suchtdruck zunächst bis zum Post-Messzeitpunkt ab und beginnt danach wieder leicht anzusteigen. Die detaillierten Ergebnisse sind in Abb. 7.10 aufgeführt. Bei der Entwicklung des Suchtdrucks gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen der VR-ABM-Gruppe und der VR-Kontrollgruppe.

**Zigarettenabhängigkeit:** Die 2 (Versuchsbedingung)  $\times$  3 (Zeit) ANOVA ergab weder einen Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p=0,827$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p=0,675$ ). Allerdings gab es einen Haupteffekt für die Zeit ( $p<0,001$ ).

Die Follow-up-Vergleiche zeigten eine signifikante Verringerung der selbstberichteten Zigarettenabhängigkeit vom Studienbeginn bis zum Post-Messzeitpunkt, mit einer durchschnittlichen Verringerung um 1,73 Einheiten ( $p<0,001$ ). Dieser Effekt war unabhängig von der Versuchsbedingung und blieb während des Follow-up-Zeitraums konstant ( $p=0,089$ ). Über den gesamten Follow-up-Zeitraum kam es sogar zu einem weiteren (nicht signifikanten) Rückgang der selbstberichteten Nikotinabhängigkeit mit einer durchschnittlichen Abnahme von 0,31 Einheiten.

**Einstellung zum Rauchen:** Die 2 (Versuchsbedingung)  $\times$  3 (Zeit) ANOVA ergab weder einen Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p=0,342$ ), noch eine Bedingung-zu-Zeit-Interaktion ( $p=0,384$ ). Allerdings gab es einen Haupteffekt für die Zeit ( $p<0,001$ ).

Follow-up-Vergleiche ergaben eine signifikante Abnahme der positiven Einstellung zum Rauchen vom Studienbeginn bis zum Post-Messzeitpunkt um durchschnittlich 0,70 Einheiten ( $p<0,001$ ). Dieser Effekt war unabhängig von der Versuchsbedingung und blieb über den Follow-up-Zeitraum konstant ( $p=0,254$ ).

**Stadien der Veränderung:** Hinsichtlich der selbstberichteten Motivation zur Änderung der Rauchgewohnheiten fand sich weder ein Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p=0,229$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p=0,658$ ). Jedoch fand sich ein Haupteffekt für die Zeit ( $p<0,001$ ).

Follow-up-Vergleiche zeigten eine signifikante Zunahme der Motivation mit dem Rauchen aufzuhören. Vom Beginn der Studie bis zum Zeitpunkt der Post-Messung stieg diese um durchschnittlich 0,40 Einheiten ( $p<0,001$ ). Dieser Effekt war unabhängig von

der Versuchsbedingung. Die Motivation nahm jedoch im Verlauf des Follow-up-Zeitraums um durchschnittlich 0,18 Einheiten leicht ab (nicht signifikant;  $p = 0,067$ ).

**Gedanken zur Abstinenz:** Bezüglich des Abstinenzziels ergab sich weder einen Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p = 0,750$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p = 0,812$ ). Es gab allerdings einen Haupteffekt für die Zeit ( $p = 0,007$ ).

Die Follow-up-Vergleiche ergaben höhere Abstinenzziele zum Post-Messzeitpunkt als zum Studienbeginn. Die durchschnittliche Differenz betrug 0,40 Einheiten ( $p = 0,003$ ). Dieser Effekt war unabhängig von der Versuchsbedingung und blieb über den Follow-up-Zeitraum konstant ( $p = 0,391$ ).

Hinsichtlich der Stärke der Abstinenzabsicht fand sich weder ein Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p = 0,118$ ), noch ein Haupteffekt für die Zeit ( $p = 0,565$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p = 0,214$ ).

Bezüglich der Veränderungen der erwarteten Schwierigkeiten bei der Raucherentwöhnung fand sich weder ein Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p = 0,354$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p = 0,240$ ). Es gab jedoch einen Haupteffekt für die Zeit ( $p < 0,001$ ).

Der Follow-up-Vergleich ergab, dass die selbstberichteten Schwierigkeiten bei der Raucherentwöhnung von vor bis nach der Studie um durchschnittlich 1,10 Einheiten abnahmen ( $p < 0,001$ ) und über den gesamten Follow-up-Zeitraum konstant blieben ( $p = 0,494$ ).

Im Hinblick auf die selbst eingeschätzten Erfolgchancen, mit dem Rauchen aufzuhören, ergab sich weder ein Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p = 0,618$ ), noch ein Haupteffekt für die Zeit ( $p = 0,103$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p = 0,188$ ).

**Wohlbefinden:** Hinsichtlich der positiven psychischen Gesundheit fand sich weder ein Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p = 0,218$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p = 0,543$ ). Es gab jedoch eine Tendenz bezüglich der Zeit ( $p = 0,059$ ).

Follow-up-Vergleiche der vorhergesagten Mittelwerte zeigen einen durchschnittlichen Anstieg des Wohlbefindens um 0,63 Einheiten vom Beginn bis zum Ende der Studie, mit einem zusätzlichen Anstieg von 0,56 Einheiten über den gesamten Follow-up-Zeitraum.

**Alkoholkonsum:** Bezüglich der Veränderungen im Alkoholkonsum ergab sich weder ein Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p=0,218$ ), noch eine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p=0,543$ ). Es gab allerdings einen signifikanten Haupteffekt für die Zeit ( $p=0,059$ ).

Follow-up-Vergleiche zeigten, dass der Alkoholkonsum von vor bis nach der Studie um durchschnittlich 0,48 Einheiten abnahm ( $p=0,021$ ) und während des gesamten Follow-up-Zeitraums konstant blieb ( $p=0,345$ ).

**Aktivitätsniveau:** Im Hinblick auf die Veränderungen der körperlichen Aktivität fand sich weder ein Haupteffekt für die Versuchsbedingung ( $p=0,853$ ), noch ein Haupteffekt für die Zeit ( $p=0,244$ ) und auch keine Bedingung-Zeit-Interaktion ( $p=0,130$ ).

**Essgewohnheiten:** Bezüglich der Veränderung der Essgewohnheiten ergab sich kein Effekt auf den Verzehr von mehr noch von weniger gesunden, diätetischen oder herzhaften Produkten (alle  $p > 0,10$ ).

### 7.3.3 Fazit

In der vorliegenden Studie wurde erstmals untersucht, ob ein neu entwickeltes VR-basiertes ABM-Training als Ergänzung zu einer kurzen Psychoedukation zur Raucherentwöhnung kognitive Verzerrungen umtrainieren kann und ob diese Umschulung das Rauchen reduzieren, die Raucherentwöhnung verbessern und rauch- und gesundheitsbezogene Verhaltensweisen bei aufhörwilligen Rauchern verändern kann. Zu diesem Zweck wurde eine RCT durchgeführt, in der ein VR-ABM-Training mit einem VR-Kontrolltraining verglichen wurde. Um die Wirksamkeit des VR-ABM-Trainings zu beurteilen, wurden kognitive Verzerrungen und selbst angegebene Rauch- und Gesundheitsdaten detailliert ausgewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass das VR-ABM-Training im Vergleich zur VR-Kontrollbedingung keine Veränderung der kognitiven Verzerrungen bewirkte, allerdings bei der Reduzierung der täglich gerauchten Zigaretten überlegen war. Dieser Effekt trat jedoch nur während der VR-Trainingsphase auf, was die zeitliche Verallgemeinerbarkeit des Trainings einschränkt. Darüber hinaus wurde kein Einfluss des Trainings auf andere rauch- oder gesundheitsbezogene Variablen festgestellt, da beide Gruppen im Laufe der Zeit eine Verbesserung zeigten.

Die CBM basiert auf der Annahme, dass eine Änderung schädlicher kognitiver Verzerrungen notwendig ist, um positive klinische Ergebnisse zu erzielen [GRA17; MAC16b]. Darüber hinaus unterstützt eine aktuelle Übersichtsarbeit über das ABM-Verfahren diese

Ansicht und berichtet, dass Studien, die den ApB erfolgreich reduziert haben, auch ungesunde Konsumgewohnheiten verändert haben [KAK17a]. Es fand sich eine konsequente Verringerung des Rauchverhaltens im Laufe der Zeit, obwohl keine Veränderungen bei den kognitiven Verzerrungen festgestellt werden konnten, was mehrere Gründe haben kann. Am wichtigsten ist, dass die Erkennung signifikanter Veränderungen der kognitiven Verzerrungen eine hohe Zuverlässigkeit der Zeitmessung erfordert. Außerdem verringert ein größerer Messfehler die Messgenauigkeit, was wiederum die statistische Aussagekraft untergräbt [PAR19; ROD16].

Obwohl die psychometrischen Eigenschaften von Aufgaben zur Erfassung kognitiver Verzerrungen noch weiter untersucht werden müssen, sind indirekte Aufgaben wegen ihrer geringen Zuverlässigkeit kritisiert worden [ATA12; FIE12]. In der vorliegenden VR-Hauptstudie wurde festgestellt, dass die Zuverlässigkeit der Messungen der kognitiven Verzerrungen zu verschiedenen Messzeitpunkten und bei verschiedenen Aufgaben (AAT, IAT, Visual-Dot-Probe-Aufgabe) erheblich variierte. Dieses Ergebnis unterstreicht einerseits, wie wichtig es ist, die Zuverlässigkeit von Messungen regelmäßig zu bewerten und zu erfassen. Andererseits ist es ein Ausgangspunkt für künftige Forschungen, um geeignete Methoden zur Verbesserung der Messsicherheit zu finden. So hat die Forschung gezeigt, dass direkte Aufgabenanweisungen, d. h. die Aufforderung an die Teilnehmer, auf den Bildinhalt und nicht auf inhaltlich irrelevante Merkmale zu reagieren, ein möglicher Weg zur Verbesserung der Zuverlässigkeit sein könnten [KER15]. In diesem Zusammenhang berichteten Lender et al. [LEN18] über einen größeren ApB auf schmackhafte Nahrungsmittelreize, wenn direkte Aufgabenanweisungen verwendet wurden. Darüber hinaus könnte die Erhöhung der ökologischen Validität durch die Aufforderung an die Teilnehmer, Arm- und Handbewegungen auf einem Touchscreen oder in einem VR-basierten Szenario auszuführen, ebenfalls dazu beitragen, die Zuverlässigkeit der Messung zu verbessern [MEU20].

In Bezug auf die Reduzierung des täglichen Zigarettenkonsums war das VR-ABM-Training im Vergleich zum VR-Kontrolltraining überlegen. Es ist jedoch anzumerken, dass dieser Unterschied moderat war, wenn auch statistisch signifikant, da der Unterschied zwischen den Gruppen nur während der Trainingsphase sichtbar war. Obwohl die optimale Anzahl der Trainingseinheiten noch untersucht werden muss, schien der Behandlungseffekt der vorliegenden VR-Studie mit sechs Sitzungen zeitlich nicht stabil zu sein. Dabei wurde den Empfehlungen von Eberl et al. [EBE14] gefolgt, deren systematische Analyse ergab, dass die durchschnittliche Anzahl der erforderlichen CBM-Sitzungen, um den stärksten Trainingseffekt zu erzielen, sechs beträgt. Um eine zeitliche Generalisierung zu erreichen, sind jedoch möglicherweise mehr VR-CBM-Trainingssitzungen erforderlich.

Es konnten zwar keine Veränderungen bei den kognitiven Verzerrungen festgestellt werden, jedoch zeigen die Ergebnisse, dass sich die Einstellung zum Rauchen, die meisten

rauchbezogenen Verhaltensweisen und andere gesundheitsbezogene Variablen (Wohlbe-  
finden, Alkoholkonsum, Bewegung) im Laufe der Zeit signifikant veränderten, unabhän-  
gig von der Trainingsbedingung. Dieses Ergebnis stimmt mit früheren Studien überein,  
in denen ebenfalls keine Veränderungen der kognitiven Verzerrungen festgestellt wer-  
den konnten, in denen jedoch berichtet wurde, dass aktives und Schein-/Kontrolltraining  
im Sinne der CBM zu einem ähnlichen Grad der Symptomreduzierung führte [BOE13;  
BRO19; BUN13; ENO14; KON15; MCN13; WIT19b].

Diese klinische Verbesserung kann auf die kurze Psychoedukation (TAU) und/oder un-  
spezifische Behandlungsfaktoren zurückzuführen sein, die vor dem VR-Training ein-  
gesetzt wurden. Dazu gehören auch Placebo- und Erwartungseffekte. Darüber hinaus  
könnte die in der CBM-Studie verwendete Kontrollbedingung einige Behandlungseffek-  
te haben, die sich nur schwer von den spezifischen aktiven Komponenten der CBM (d. h.  
dem Erlernen des automatischen Vermeidungsverhaltens) trennen lassen. Die Kontroll-  
bedingung setzte die Teilnehmer auf die gleiche Weise wie das aktive ABM-Training  
emotionalen Reizen aus, wurde über einen längeren Zeitraum wiederholt und hatte das  
Potenzial, die emotionalen Reaktionen zu verändern [BAD15]. Dadurch stellte diese  
Bedingung eine Form der Cue-Exposure-Therapie (CET) dar [MOG17].

In der vorliegenden VR-Hauptstudie wurde die Entscheidung über geeignete Kontroll-  
bedingungen durch einen theoretischen Ansatz (das Duale Prozessmodell der Sucht  
[DEU06; WIE07]), empirische Erkenntnisse und methodische Überlegungen geleitet.  
Daher wurde eine Kontrollbedingung entwickelt, die keine Kontingenzen zwischen Reiz-  
kategorien und Annäherungs-/Vermeidungsreaktionen enthielt, abgesehen davon jedoch  
die Anforderungen an die Reizexposition erfüllte und die Bewegungen des AAT-Trai-  
nings, in abgewandelter Form, einhielt. Dadurch war diese Kontrollbedingung in der  
Lage, Informationen über spezifische Merkmale des ABM-Trainings zu liefern, die mög-  
licherweise Behandlungseffekte vermitteln können.

Obwohl ein spezifischer Trainingseffekt nur für die Anzahl der täglich gerauchten Zi-  
garetten gefunden wurde, ist es zu früh, daraus zu schließen, dass das vorliegende VR-  
ABM-Training keinen zusätzlichen Effekt auf die Verhaltensänderung im Vergleich zum  
VR-Kontrolltraining hatte. Blackwell et al. [BLA17] weisen darauf hin, dass additive  
Modelle der Behandlungseffekte bei der Bewertung spezifischer Therapieeffekte be-  
grenzt sein können. Das bedeutet, dass der Beitrag des Wirkungsfaktors zur Verhal-  
tensänderung in Abhängigkeit von der Größe der unspezifischen Behandlungsfaktoren  
und der Obergrenze, wie viel Symptomverbesserung erreicht werden kann, variierbar ist  
[RUT13]. Daher können in Studien, die unspezifische Effekte maximieren, einschließlich  
der hier vorgestellten Studie, klinische Verbesserungen sowohl auf spezifische Behan-  
dlungskomponenten in der Behandlungsgruppe als auch auf unspezifische Faktoren in der  
Kontrollgruppe zurückgeführt werden. Darum sollten Schlussfolgerungen darüber, ob  
ABM eine nützliche und/oder wirksame Behandlung ist, unter Einbeziehung zusätzlicher

Vergleichsbedingungen, wie z. B. Wartelisten oder minimale Interventionsbedingungen, gezogen werden.

Insgesamt war das Ziel dieser Studie zu untersuchen, ob das neu entwickelte VR-ABM-Training dazu in der Lage ist, kognitive Verzerrungen zu verändern und den Zigarettenkonsum zu reduzieren. Dabei sollt das VR-ABM-Training der Kontrollbedingung überlegen sein. Die Symptomreduzierung schien nicht spezifisch für die Trainingsbedingung zu sein, mit Ausnahme einer stärkeren Reduzierung des täglichen Zigarettenkonsums während der Trainingsperiode. Bevor genaue Schlussfolgerungen über die Wirksamkeit von ABM-Verfahren bei Suchterkrankungen gezogen werden können, sollten sich künftige Arbeiten sorgfältig auf die Entwicklung wirklich neutraler Kontrollprotokolle und zuverlässiger Maße für kognitive Verzerrungen konzentrieren.

### 7.4 Gesamtfazit der experimentellen Validierung

Die vorliegende Arbeit hat gezeigt, dass die Ergänzung von ABM durch VR-Technologien bei der Reduzierung des Rauchverhaltens und der Förderung gesunder Verhaltensweisen helfen kann, wobei das Potenzial der VR-basierten Verhaltensmodifikation noch nicht vollständig erforscht ist. So können bspw. spezifische Umgebungen, die dem täglichen Risikoprofil einer Person entsprechen, in ein VR-Training eingebettet werden, wodurch die Kluft zwischen dem Training im Labor und dem Verhalten im wirklichen Leben verringert werden könnte. Dies wiederum kann die Generalisierbarkeit des Trainings erhöhen. Daher verdient die Anwendung von VR-Technologien bei psychologischen Interventionen definitiv weitere Aufmerksamkeit und Forschungen.

Vielversprechend erscheint es weiterhin, zu der ortsgebundenen VR-Anwendung eine ergänzende Smartphone-App bereitzustellen, welche es den Benutzern ermöglicht, auch unabhängig von den festen VR-Terminen AAT-Sitzungen selbstorganisiert durchzuführen. Eine entsprechende App wurde im Rahmen dieser Arbeit realisiert (siehe Kap. 5.4, 6.3) und einer ersten Machbarkeitsstudie unterzogen. Die Ergebnisse dieser Studie werden im folgenden Kapitel 8 beschrieben.

## **8 Machbarkeitsstudien zur Validierung der App-Demonstratoren**

### **8.1 Einführung**

Im folgenden Kapitel werden die Machbarkeitsstudien zur Validierung der App-Demonstratoren vorgestellt. Dabei geht es zunächst um die Machbarkeitsstudie des Android Studio-Demonstrators, welche durchgeführt wurde, um die generelle Funktionalität des mobilen AAT-Trainings sowie einzelne Gesichtspunkte, wie z. B. die Tauglichkeit und Genauigkeit der einzelnen Interaktionsvarianten, zu untersuchen. Die Ergebnisse sind in die Implementierung des überarbeiteten Unity-App-Demonstrators eingeflossen. Mit diesem wurde zuletzt ebenfalls eine Machbarkeitsstudie durchgeführt, um die Tauglichkeit für eine groß angelegte Studie zu überprüfen, welche in Zukunft, außerhalb dieser Arbeit, durchgeführt werden soll.

### **8.2 Android Studio-Demonstrator**

Ziel dieser Machbarkeitsstudie war, herauszufinden, ob sich das AAT-Verfahren auf mobile Geräte übertragen lässt. Dafür wurden drei verschiedene Interaktionsvarianten implementiert und untersucht. Darüber hinaus wurde die Nutzerfreundlichkeit evaluiert sowie ein Weg gesucht, die Dateneinstellungen anzupassen, ohne dass der Studienteilnehmer diese selber ändern kann. Die durchgeführte Evaluation sollte erste Ergebnisse liefern, um einen verbesserten App-Demonstrator zu entwickeln, der für weitere Studien verwendet werden kann.

#### **8.2.1 Methodik und Teilnehmer**

Insgesamt haben 30 Personen (14 weiblich und 16 männlich; Durchschnittsalter: 36,3 Jahre, Altersspanne: 21–65; 15 Raucher) an dieser Machbarkeitsstudie teilgenommen. Vor dem Start der Testung erhielten die Probanden zunächst eine mündliche Einleitung über den AAT sowie dessen Funktionsweise und wurden anschließend darum gebeten, eine Einverständniserklärung zu unterschreiben.

Als nächsten Schritt sollten die Teilnehmer die App über einen Download-Link herunterladen und auf ihrem persönlichen Gerät installieren. Die erste Aufgabe bestand darin, ein Nutzerkonto zu erstellen, sich einzuloggen und ein erstes Training mit den Standardeinstellungen durchzuführen. In diesem Fall war die „Pinch-to-Zoom“-Steuerungsart aktiv. Danach sollten die Probanden sich ausloggen und mit dem bereits vorhandenen Administrator-Konto wieder einloggen. Nachdem die Testpersonen auf das dadurch freigeschaltete Zahnrad-Symbol am oberen rechten Bildschirmrand hingewiesen wurden, sollten die Nutzer durch dieses in das Einstellungs-Menü wechseln und dort einige Änderungen vornehmen. Konkret war die Vorgabe die Steuerungsart „Armbewegung“ auszuwählen und anschließend ein neues Training zu starten. Nach diesem zweiten Durchlauf sollten die aktuellen Einstellungen über das Menü in eine .csv-Datei exportiert werden. Im Anschluss wurden die Teilnehmer instruiert, die Standardeinstellungen über die Eingabe einer URL zu importieren. Nachfolgend sollte ein dritter Trainingsdurchlauf mit der Steuerungsart „Anwinkeln des Geräts“ durchgeführt werden.

Nachdem alle drei Steuerungsarten getestet wurden, konnten die Probanden ein neues Bilder-Set, welches aus eigenen Bildern bestand, erstellen und mit diesem ein weiteres Training durchführen. Nachfolgend sollte der Instruktionstext für die Trainings-Sessions beliebig bearbeitet werden. Des Weiteren wurden die Teilnehmer angewiesen, den „Ergebnisse“-Button anzuklicken, um sich die Resultate ihrer Trainingsdurchläufe anzusehen und um diese in Form einer .csv-Datei zu exportieren.

Zuletzt sollten die Probanden Fragebögen ausfüllen, um die einzelnen Steuerungsarten sowie einige allgemeine Aspekte, wie die Leistung, die Benutzerfreundlichkeit oder das Design der App, zu bewerten. Der verwendete Fragebogen bestand aus zwei Seiten. Auf der ersten Seite wurden persönliche Informationen über Alter, Geschlecht und Rauchverhalten abgefragt. Darüber hinaus wurden die Teilnehmer gebeten, anzugeben, welches Android-Smartphone sie privat besitzen und welche OS-Version darauf installiert ist. Auf der zweiten Seite konnte eine Bewertung der App erfolgen, welche in insgesamt 16 Aussagen unterteilt ist und auf der „Mobile App Rating Scale“ [CUM15] basiert. Für jede dieser Aussagen sollte ein Wert zwischen „1“ und „5“ vergeben werden, wobei „1“ für „sehr schlecht“ und „5“ für „sehr gut“ steht.

### 8.2.2 Ergebnisse

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie vorgestellt:

#### Beobachtungen während der Evaluation

Die mündliche Erklärung vor Beginn der Testung wurde von allen Teilnehmern gut aufgenommen. Die Registrierung eines neuen Benutzers und der erste Trainingsdurchlauf

mit der „Pinch-to-Zoom“-Steuerungsart funktionierte auf allen Geräten ohne Komplikationen. Alle Teilnehmer waren in der Lage, die im Instruktionstext vorgegebene Aufgabe zu verstehen, die meisten von ihnen benötigten allerdings eine Erklärung für die Interaktionsvarianten „Armbewegung“ und „Anwinkeln des Geräts“. Auch die anschließende Anmeldung mit dem Administrator-Konto und die Änderung der Einstellungen verlief ohne Schwierigkeiten.

Insbesondere während des Trainings im Modus „Armbewegung“ empfanden einige Teilnehmer die Aufgabe als unverständlich und benötigten zusätzliche Erklärungen und Hilfestellungen. Dies lag vor allem daran, dass die Bewegungen in diesem Modus recht energisch ausgeführt werden mussten, um registriert zu werden.

Der Export der Einstellungen verlief meist problemlos, allerdings hatten einige Teilnehmer keine Dateiverwaltungsanwendung installiert. In diesen Fällen wurde versucht, die Datei mithilfe einer der anderen vom Betriebssystem angebotenen Apps zu exportieren. Diese Vorgehensweise führte allerdings nicht immer zum Ziel, da diese Apps nur bestimmte Dateiformate akzeptieren. Der anschließende Import der Einstellungen über eine URL funktionierte hingegen wieder ohne Schwierigkeiten.

Der dritte Trainingslauf, der mit dem Steuerungsmodus „Anwinkeln des Geräts“ durchgeführt wurde, lief auf allen Geräten, auf denen dieser Modus auch verfügbar war, reibungslos. Bei fünf Geräten gab es keinen geomagnetischen Sensor. Der Import eigener Bilder und die Anzeige der gesammelten RZ lief ohne Probleme. Auch der Export der RZ erfolgte in den meisten Fällen ohne Komplikationen. Auf den Smartphones ohne Dateiverwaltungsapplikation konnte die .csv-Datei per E-Mail verschickt werden.

### **Auswertung der Fragebögen**

Die Ergebnisse der Fragebogenauswertung können als positiv interpretiert werden. Bei 12 von 16 Fragen wurde ein Mittelwert zwischen 4 und 5 Punkten erzielt. Dazu gehört auch die Bewertung des Modus „Anwinkeln des Geräts“, für welchen durchschnittlich 4,42 Punkte vergeben wurden. Der Modus „Pinch-to-Zoom“ wurde mit 3,8 Punkten bewertet, der Modus „Armbewegung“ erhielt mit 3 Punkten die niedrigste Punktzahl. Die Funktion zum Importieren von Bildern (4,21 Punkte) und das Einstellungsmenü (4,47 Punkte) wurden sehr gut bewertet. Für den Instruktionstext, die Leistung der App, die Menüführung, das Layout und das Erscheinungsbild der App wurden durchschnittlich mehr als 4 Punkten vergeben. Fast alle Anwender können sich vorstellen, die App in Kombination mit einer Therapie zu nutzen (4,2 Punkte), die meisten Probanden würden diese auch eigenständig ohne begleitende Therapie verwenden (3,87 Punkte). Die Auswertung der Daten zu den Geräten, welche sich im privaten Besitz der Probanden befinden, zeigt, dass fast alle Teilnehmer moderne Smartphones nutzen, die noch nicht länger als vier Jahre auf dem Markt sind.

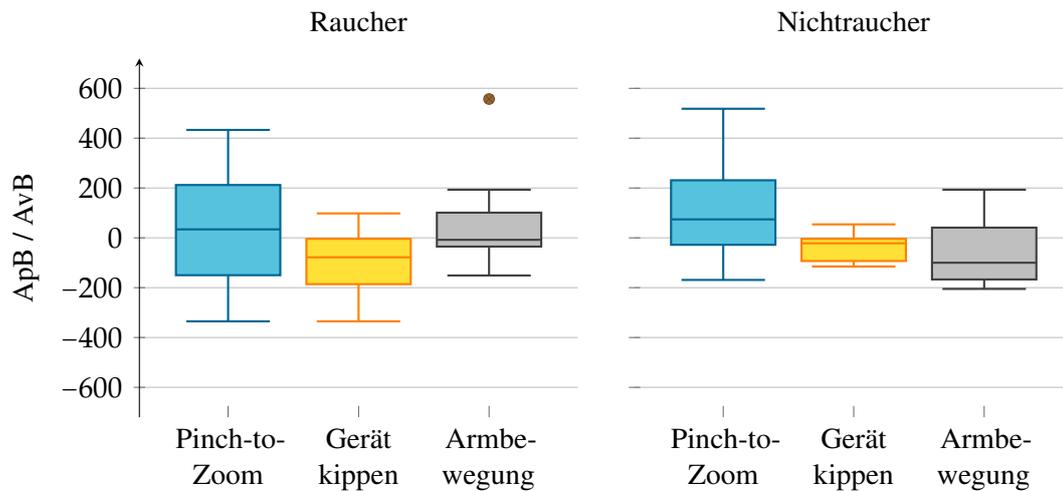


Abbildung 8.1: Rauchbezogener ApB für jede Interaktionsvariante.

### Auswertung der Reaktionszeiten

Während die Benutzerfreundlichkeit der App im Vordergrund stand, wurde eine erste Evaluierung der RZ durchgeführt. Für jede Person und für jede von dieser Person abgeschlossenen Steuerungsart wurde ein Bias-Wert für rauchbezogene Stimuli berechnet. Das Ergebnis dieser Zusammenfassung ist in Abb. 8.1 dargestellt.

Beim Vergleich der verschiedenen Steuerungsarten wird deutlich, dass sich die Bias-Werte signifikant voneinander unterscheiden. Insbesondere fällt auf, dass die Bias-Werte des „Pinch-to-Zoom“-Modus (Raucher:  $M = 34$ ,  $SD = 235$ ; Nichtraucher:  $M = 74$ ,  $SD = 234$ ) im Durchschnitt deutlich positiver ausfallen als die Bias-Werte der „Anwinkeln des Gerätes“- (Raucher:  $M = -78$ ,  $SD = 113$ ; Nichtraucher:  $M = -22$ ,  $SD = 263$ ) und „Armbewegung“-Modi (Raucher:  $M = -8$ ,  $SD = 165$ ; Nichtraucher:  $M = -100$ ,  $SD = 183$ ). Dies deutet darauf hin, dass die Teilnehmer in diesem Modus durchschnittlich länger für das Hineinzoomen (PULL) als für das Herauszoomen (PUSH) brauchten. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass die Ausführung einer Zoom-out-Bewegung länger dauert als die Ausführung einer Zoom-in-Bewegung, z. B. aufgrund der anfänglichen Handposition oder besser trainierter motorischer Abläufe von Zoom-in-Bewegungen. Eine andere Hypothese ist, dass die Zoom-in-Bewegung mit einer Greifbewegung verbunden ist, da die Finger eine Bewegung ähnlich wie beim Aufheben einer Zigarette ausführen, was die Bedeutung der ausgeführten Aktion umkehren würde.

Das erwartete Ergebnis, dass Raucher einen höheren positiven und weniger negativen Bias-Wert haben als Nichtraucher, konnte in dieser Pilotstudie nicht mit allen Modi erreicht werden. Lediglich im Kontrollmodus „Armbewegung“ haben Raucher einen höheren

positiven und weniger negativen Bias-Wert als Nichtraucher. Um diesen Effekt zu bestätigen, müsste jedoch eine weitere Studie mit mehr Teilnehmern und einem längeren Zeitrahmen durchgeführt werden.

### 8.2.3 Fazit

Zunächst kann gesagt werden, dass eine Portierung des AAT-Verfahrens in eine mobile Applikation technisch möglich ist. Der App-Demonstrator war auf allen Geräten lauffähig. Abhängig von den im Gerät verbauten Sensoren, konnte immer auf mindestens zwei der drei Steuerungsmodi zurückgegriffen werden, wobei die Zuverlässigkeit des „Armbewegungs“-Modus noch optimiert werden muss. Die Performance der Applikation war auf allen Geräten zufriedenstellend und es gab keine Verzögerungen oder Abstürze. Alle erforderlichen Einstellungsmöglichkeiten, wie z. B. bei den Unterscheidungsmerkmalen (Drehwinkel, farbiger Rand) oder der Anzahl der gezeigten Bilder, konnten erfolgreich umgesetzt werden. Unterschiedliche Einstellungen für diverse Studien können über die Import- bzw. Exportfunktion erstellt sowie an die Teilnehmer weitergegeben werden. Für ein personalisiertes Training können Bildersets individuell zusammengestellt werden.

Die Evaluation hat gezeigt, dass alle notwendigen RZ registriert werden konnten, jedoch müssen die genauen Zeitpunkte der Erfassung beim „Anwinkeln des Geräts“-Modus verbessert werden. Darüber hinaus sind die Genauigkeit der Zeiterfassung und ihre Konsistenz bei der Verwendung verschiedener Geräte noch nicht geprüft worden. Insbesondere im „Pinch-to-Zoom“-Modus ist die Unsicherheit von möglicherweise großen Unterschieden zwischen verschiedenen Geräten ein Hindernis, das gelöst werden muss, bevor gültige Messungen durchgeführt werden können. Generell lässt sich sagen, dass die Heterogenität der installierten Hardware verschiedener Geräte ein Problem für die Messung von RZ und die Bestimmung des ApB darstellt. Wenn sich herausstellen sollte, dass die Latenzen zu unterschiedlich sind, kann es notwendig sein, die verwendbaren Geräte für eine gültige Messung einzuschränken. Alternativ könnte die Messung auf den zuverlässigsten Kontrollmodus beschränkt werden.

Es traten auch noch andere Probleme und Bedenken an der Tauglichkeit der Interaktionsvarianten auf, welche nicht nur die Genauigkeit der RZ-Messungen betreffen. Die „Kippen des Geräts“-Variante hat den Nachteil, dass das angezeigte Bild ab einem bestimmten Kipp-Winkel nicht mehr wahrgenommen wird. Dadurch sehen die Probanden wiederum den wichtigsten Zoom-Effekt nicht bzw. kaum, was die Wirksamkeit des Trainings beeinträchtigen könnte. Die „Pinch-to-Zoom“-Methode hingegen birgt durch die Interaktion an sich die Gefahr, das Training negativ zu beeinflussen. Aufgrund der Mechanik, bei welcher die Finger für das Verkleinern der suchbezogenen Bilder zusammengeführt werden müssen, könnte der Eindruck entstehen, diese Bildinhalte zu greifen oder aufzuheben, was einen gegenteiligen Effekt auf den ApB haben könnte.

Neben der geringen Teilnehmerzahl ist zu bedenken, dass alle Probanden die App zum ersten Mal benutzten haben und nicht angewiesen waren, sich voll auf das Training und die schnelle Ausführung der Bewegungen zu konzentrieren. Nichtsdestotrotz kann die entwickelte App weiter verbessert und für zusätzliche Studien genutzt werden, bei denen nicht die exakte Bias-Bestimmung, sondern der therapeutische Effekt im Sinne einer CBM im Vordergrund steht. In diesem Fall müssten die parallelen Bias-Messungen weiterhin mit dem Joystick-AAT durchgeführt werden.

Aufgrund der sehr großen Zielgruppe und der Möglichkeit, das Training in den Alltag der Anwender zu integrieren, z. B. durch den Einsatz von Push-Benachrichtigungen, hat das mobile AAT ein großes therapeutisches Potenzial, welches weiter untersucht werden sollte.

### 8.3 Unity-Demonstrator

Durch diese Machbarkeitsstudie sollte der zweite App-Demonstrator im Hinblick auf seine Nutzbarkeit und Nutzerfreundlichkeit geprüft werden. Darüber hinaus wurden der integrierte Zigarettenzähler sowie die Server-Anbindung evaluiert, da diese beiden Features wertvolle Werkzeuge für eine groß angelegte Studie darstellen.

#### 8.3.1 Methodik und Teilnehmer

Für die Testung des neuen App-AAT wurde eine randomisiert-kontrollierte Studie (RCT) durchgeführt, für welche die Teilnehmer in zwei Gruppen eingeteilt wurden: der Trainings-Gruppe (TG) sowie der Placebo-Kontrollgruppe (CG).

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden acht Raucher (zwei weiblich und sechs männlich; Durchschnittsalter: 56,8 Jahre, Altersspanne: 41–67) rekrutiert, von denen jeweils vier der TG bzw. CG Gruppe zugeteilt wurden. Alle Probanden nutzten den App-AAT über einen Zeitraum von zwei Wochen. In dieser Zeit sollten zwischen ein und drei Trainingseinheiten am Tag durchgeführt sowie alle konsumierten Zigaretten innerhalb der App aufgezeichnet werden, um Änderungen des Rauchverhaltens feststellen zu können. Am Ende des Testzeitraums sollte die App in Bezug auf Zuverlässigkeit, Ästhetik und Funktionalität der Anwendung bewertet werden.

Bei einem ersten persönlichen Treffen erhielten alle Teilnehmer eine Psychoedukation sowie eine Einführung in den App-AAT, in dessen Rahmen auch die Zugangsdaten erstellt und vergeben wurden. Im Anschluss daran wurde eine Bewertung des objektiven und subjektiven Rauchverhaltens durchgeführt, wofür, unter anderem, der Fagerström-Test für Zigarettenabhängigkeit (engl. *Fagerström Test for Nicotine Dependence*, FTND)

sowie Messungen der drei Arten des kognitiven Bias (Association Bias, Attentional Bias und Approach Bias), die beiden wichtigsten Messgrößen für das Ergebnis dieser Arbeit aus einer größeren Testbatterie, eingesetzt wurden.

Im Anschluss an dieses Treffen konnten die Probanden die App 14 Tage lang nutzen, um das mobile AAT-Training durchzuführen und ihren Zigarettenkonsum zu verfolgen. Um eine Vergleichbarkeit bei den Nachmessungen zu gewährleisten, wurde das Training nach dem Testzeitraum deaktiviert, wobei der Zigarettenzähler weiterhin benutzt werden konnte. Nach der Trainingsphase wurden die Testpersonen erneut eingeladen, um das Rauchverhalten sowie die Bias-Werte erneut zu ermitteln. Um die App in Bezug auf Engagement, Funktionalität, Ästhetik und subjektive Qualität zu bewerten, wurde die deutsche Version der Mobile App Rating Scale (MARS-G) [CUM15; MES19] verwendet.

### 8.3.2 Ergebnisse

Zwei Probanden aus der CG Gruppe haben ihre Teilnahme vorzeitig abgebrochen, einer davon aus gesundheitlichen Gründen. Aufgrund der Coronavirus-Pandemie konnten die geplanten Nachmessungen, im direkten Anschluss an das Training sowie nach sechs Wochen, nicht durchgeführt werden, sodass von einer Auswertung der Ergebnisse des FTND und der Bias-Werte abgesehen wird. Der MARS-G-Fragebogen wurde telefonisch abgefragt und die Anzahl der gerauchten Zigaretten konnte aus der Datenbank entnommen werden.

#### Auswertung der MARS-G-Fragebögen

Die Bewertungsskala des MARS-G-Fragebogens beurteilt die objektive Qualität von Apps in vier Abschnitten (Engagement, Funktionalität, Ästhetik und Information). Darüber hinaus wird die subjektive Qualität in einem Abschnitt abgefragt. Alle Punkte werden auf einer 5-Punkte-Skala von „1 – ungenügend“ bis „5 – ausgezeichnet“ bewertet [CUM15].

Abschnitt A adressiert das Engagement (Spaß, Interesse, individuelle Anpassbarkeit, Interaktivität, Zielgruppenspezifität). In diesem Bereich erhielt die App durchschnittlich 3,7 Punkte. Abschnitt B behandelt die Funktionalität der Anwendung (Funktionen der App, Usability, Navigation, logischer Aufbau und motorische, gestische Handhabung der App) und wurde mit 4,5 Punkten bewertet. In Abschnitt C bekam die Ästhetik (Grafisches Design, visueller Anreiz, farbliche Gestaltung und stilistische Einheit) 4,4 Punkte. Abschnitt D (Information: Beinhaltet Informationen mit hoher Güte aus einer glaubwürdigen Quelle) wurde aufgrund des frühen Entwicklungsstatus der App ausgelassen.

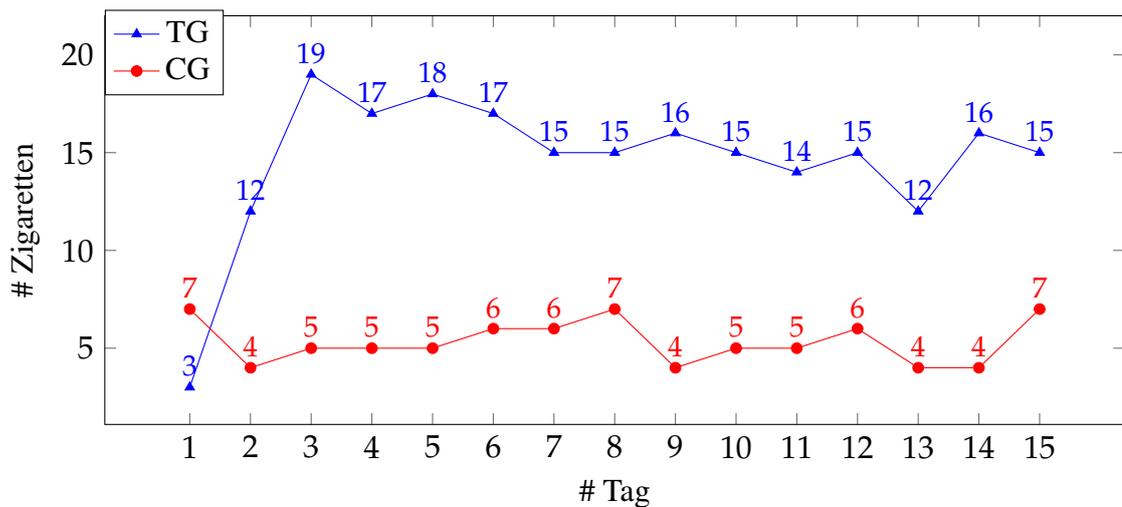


Abbildung 8.2: Diese Abbildung zeigt den durchschnittlichen Wert der täglich konsumierten Zigaretten für jede der beiden Gruppe. Während die Anzahl in der CG relativ konstant bleibt, nimmt die Zahl der konsumierten Zigaretten der TG zunächst stetig ab, steigt jedoch gegen Ende wieder an.

Im Abschnitt zur subjektiven Qualität der App wurden die Probanden gefragt, ob die Anwendung empfohlen wird, wie oft man die App nutzen würde, ob man für die App bezahlen würde und mit wie vielen Sternen die App bewertet wird. Hier wurden im Durchschnitt 3,8 Punkte erreicht. Im letzten Abschnitt wurde gefragt, ob die Nutzung der App das Wissen, die Einstellung und die Absicht, sich in Bezug auf den Nikotinkonsum zu ändern, verändert hat. Dies wurde mit durchschnittlich 3,9 Punkten bewertet. Im Gesamtergebnis erreicht der App-AAT somit eine Gesamtbewertung von 4,2 Punkten.

### Auswertung des Zigarettenzählers

Abb. 8.2 zeigt den Verlauf des Zigarettenkonsums über einen Zeitraum von 15 Tagen. Da nur wenige Teilnehmer die App bereits am ersten Tag genutzt haben, wurde der Zeitraum um einen Tag verlängert. Der Trend zeigt, dass der Konsum in der CG erwartungsgemäß relativ konstant bleibt. Natürlich muss die geringe Zahl der Benutzer berücksichtigt werden, wodurch nicht von einem validen Trend gesprochen werden kann. Bei der TG hingegen ist ab dem dritten Tag ein Rückgang des Konsums festzustellen, der sich bis zum 13. Tag fortsetzt. Danach nimmt der Zigarettenkonsum jedoch wieder zu. Dies könnte mit dem erhöhten Stress durch die zu diesem Zeitpunkt ausgebrochene COVID-19-Pandemie zusammenhängen, was bei der Befragung nach dem Training durchaus von einigen Teilnehmern erwähnt wurde.

### 8.3.3 Fazit

Zusammenfassend kann geschlussfolgert werden, dass der erste Durchlauf im Rahmen einer Machbarkeitsstudie bereits erfolgreich war. 75 % der Teilnehmer haben die gesamte Studie abgeschlossen und mindestens eine komplette Sitzung pro Tag durchgeführt. Auch die Gesamtbewertung der App ist mit 4,2 von 5 Punkten sehr zufriedenstellend, sodass vor der Hauptstudie nur noch kleinere Änderungen vorgenommen werden müssen. Die Auswertung der erfassten Zigaretten spiegelt auch das erwartete und erwünschte Ergebnis wider, dass die Menge der gerauchten Zigaretten in der TG während des 14-tägigen Trainingsverlaufs abnahm, der Konsum in der CG jedoch konstant blieb.

In Zukunft sollte eine randomisierte Kontrollstudie durchgeführt werden, welche sich mit psychologischen Fragestellungen, wie der Modifikation des ApB oder des Suchtdrucks, befasst. Neben einer TG und einer CG sollte bei dieser Studie auch eine Wartegruppe eingeplant werden, um die Effizienz der App ermitteln zu können.

## 8.4 Gesamtfazit der Machbarkeitsstudien

Die durchgeführten Machbarkeitsstudien konnten zeigen, dass eine Übertragung des AAT-Verfahrens in eine mobile Anwendung durchaus möglich und praktikabel ist. Durch die ständige Verfügbarkeit des Smartphones ist es den Benutzern somit möglich, das AAT-Training unabhängig von den orts- und zeitgebundenen VR-Terminen selbstorganisiert durchzuführen. Vor allem in Umgebungen, in denen die Benutzer regelmäßig rauchten, sollte dies einen enormen Mehrwert darstellen. Zusätzlich erleichtern die Zugänglichkeit und Unabhängigkeit die Generalisierung der Trainingseffekte in den Alltag, da das Training beliebig oft durchgeführt werden kann.

Der Zigarettenzähler wurde von den Studienteilnehmern sehr gut angenommen und sollte dadurch, dass dieser die reflektiven Prozesse anspricht, einen großen Mehrwert haben. Aus dem Grund, dass das AAT-Training die impulsiven Prozesse anspricht, wirkt die App auf beide Prozessarten ein und sollte somit einen erhöhten Trainings- und Therapieeffekt aufweisen – insbesondere im Vergleich zu vorangegangenen Studien (vgl. Kap. 4.4), welche lediglich die impulsiven Prozesse adressiert haben.

Die Server-Anbindung erwies sich ebenfalls als wertvolles Instrument, da durch diese kein physischer Kontakt zum Smartphone des Probanden notwendig ist. Außerdem werden somit alle Trainingsdaten direkt in einer DB gesichert, wodurch, auch im Falle eines Trainingsabbruchs, keine Daten verloren gehen. In Zukunft kann darüber nachgedacht werden, eine automatische Auswertung der Daten zu implementieren.

Auf Gamification wurde zunächst verzichtet, da die Studien von Flaudias et al. [FLA20] ergeben haben, dass diese zu stark ablenken und dadurch den Effekt der Anwendung schwächen. Die, aufgrund der Empfehlungen durch die Arbeitsgruppe um Direito et al. [DIR15], eingebauten Game Design Elemente, wie z. B. das farbenfrohe Hauptmenü, sind einigen Teilnehmern sehr positiv aufgefallen und haben für ein erhöhtes Engagement gesorgt.

Um die Effektsteigerung durch die Verwendung der AAT-App zu bestätigen, sollte in Zukunft eine groß angelegte RCT-App-Studie durchgeführt werden. Dabei müssen mehrere Herausforderungen gelöst werden, einschließlich kleiner bis mittlerer Trainingseffekte, die Einhaltung des Trainings und die Generalisierung auf langfristiges, reales Verhalten. Zusätzlich sollte überprüft werden, ob eine Messung sowie Modifikation des rauchbezogenen ApB mit der App möglich ist. Durch die Frame-unabhängige Zeitmessung sollten mit dem Joystick-AAT vergleichbare Bias-Werte erzielt werden können, wodurch auf zusätzliche Messungen vor Ort verzichtet werden könnte.

Das Zusammenspiel von VR-Intervention und Smartphone-Intervention, aber auch die Effizienz eines eigenständigen App-Trainings, verdienen demnach eindeutig weitere Untersuchungen.

## 9 Schlussbetrachtung und Ausblick

Zum Abschluss werden im folgenden Abschnitt 9.1 zunächst die Motivation und der Inhalt dieser Dissertation zusammengefasst. Im Anschluss daran folgt in Abschnitt 9.2 eine Bewertung der Arbeit hinsichtlich der in Abschnitt 1.2 definierten Forschungsziele. Den Schlusspunkt in Abschnitt 9.3 bildet ein kurzer Ausblick auf mögliche Erweiterungen der entwickelten Demonstratoren und weiteren Forschungsfragen, welche sich im Laufe der Arbeit aufgetan haben.

### 9.1 Zusammenfassung

Wie in den Grundlagenkapiteln dieser Arbeit beschrieben, ist die Abhängigkeit von schädlichen Substanzen, wie z. B. Nikotin oder Alkohol, noch immer ein großes Problem in unserer Gesellschaft und kostet jedes Jahr nicht nur den Sozialstaat viel Geld, sondern vor allem auch unzählige Leben. Trotz der Möglichkeit, eine Goldstandard-Therapie durchzuführen, ist die Hemmschwelle, diese auch zu beginnen, noch immer sehr groß. Und selbst für den Fall, dass eine Therapie begonnen und erfolgreich durchgeführt wird, ist die Wahrscheinlichkeit eines Rückfalls enorm hoch.

Die in Kap. 2 beschriebene CBM ist eine etablierte Therapieform, welche darauf abzielt, Verzerrungen in kognitiven Prozessen direkt zu modifizieren. Eine große Schwachstelle der, auf dem Dualen Prozessmodell der Sucht basierenden, CBM, insbesondere bei der Modifizierung des ApB mithilfe des AAT-Verfahrens, sind die häufig wiederholten, monotonen Handlungen. Diese werden benötigt, um schädliche impulsive Prozesse, zum Vorteil der reflektiven Prozesse, zu adressieren und umzutrainieren. Zwar konnte die Wirksamkeit der Approach Bias Modification (ABM) in mehreren Studien belegt werden, jedoch sind die Abbruchquoten enorm hoch, was die Effektivität letztendlich wieder schmälert.

Aufgrund dieser Probleme wurde im Rahmen des EFRE-Projektes ANTARES eine Übertragung des AAT-Verfahrens in die virtuelle Realität angestrebt. Eine begleitende mobile Anwendung soll es den Betroffenen zudem erlauben, das AAT-Training auch außerhalb der orts- und zeitgebundenen VR-Laborsitzungen durchzuführen. Darüber hinaus verfügt die App über einen Zigarettenzähler, welcher den Nutzern nicht nur erlaubt, die eigenen Fortschritte zu überwachen, sondern gleichzeitig die reflektiven Prozesse ansprechen soll.

Um dieses Ziel zu erreichen, wurde als Erstes eine umfangreiche Analyse des aktuellen Forschungsstands in diesem Bereich vorgenommen (Kap. 4). Dabei stellte sich heraus, dass es noch keine VR-AAT-Anwendung gab, welche die Vorteile der VR vollumfänglich ausnutzt. Stattdessen wurden 360°-Videos eingesetzt oder es wurden lediglich Teilbereiche, wie bspw. die Nutzung des Leap Motion Controllers, untersucht. Gerade die Erzielung eines hohen Grads an Immersion (bspw. durch eine realistische VE oder durch Embodiment), um eine kognitive Absorption zu erreichen, hat keine Studie geprüft. Zum Startzeitpunkt des Projektes gab es darüber hinaus noch keine RCT, welche die Effektivität eines VR-AAT untersucht, insbesondere im Hinblick auf die Modifikation des ApB.

Zwar haben schon einige Forscher den Versuch unternommen, eine AAT-App umzusetzen und zu evaluieren, jedoch sind die Ergebnisse sehr heterogen. Zusätzlich gibt es noch erhöhten Forschungsbedarf im Hinblick auf den Langzeiteffekt eines App-AAT-Trainings. Keine der Forschungsgruppen hat eine AAT-App entwickelt, welche ein VR-AAT-Training begleitet und unterstützt. Auch die Kombination mit Mitteln, welche die impulsiven Prozesse adressieren, fand sich nicht. Daher sind gerade die letzten beiden Punkte interessante Forschungslücken, welche unbedingt untersucht werden sollten.

Um diesen Forschungslücken zu begegnen, wurden jeweils zwei VR- sowie App-Demonstratoren entwickelt. Eine detaillierte Darstellung der Konzeptionierung und Implementierung der Anwendungen kann Kap. 6 entnommen werden. Die VR-Demonstratoren wurden zunächst mit der Unreal Engine und im Anschluss daran mit der Unity Engine umgesetzt. Der erste App-Demonstrator wurde mit Android Studio entwickelt und war demnach lediglich als native Android App verfügbar. Die das VR-Training begleitende App wurde ebenfalls mit der Unity Engine entwickelt und konnte dadurch sowohl mit Android als auch mit iOS Geräten verwendet werden.

Zur Beantwortung der Forschungsfragen wurden nach der Anwendungsentwicklung diverse Machbarkeitsstudien mit den VR-Demonstratoren (Kap. 7.2) sowie den App-Demonstratoren (Kap. 8) durchgeführt. Darüber hinaus wurde der Unity-VR-Demonstrator in Form einer RCT, welche in Kap. 7.3 detailliert beschrieben wird, evaluiert. Die gefundenen Antworten werden im folgenden Kap. 9.2 vorgestellt.

### 9.2 Fazit

Um den wissenschaftlichen Beitrag dieser Arbeit beurteilen zu können, wird in diesem Kapitel überprüft, ob die in Abschnitt 1.2 gestellten Forschungsfragen im Rahmen dieser Ausarbeitung beantwortet werden konnten und auf welche Weise die Evaluation erfolgte. Die Forschungsfragen lauteten im Einzelnen:

**Technische Fragestellungen:**

1. Was sind wichtige Voraussetzungen, die bei der Übertragung unbedingt beachtet oder erhalten bleiben müssen?
2. Wie kann das AAT-Verfahren technisch in die virtuelle Realität und in eine mobile Applikation übertragen werden?
3. Welche Interaktionsvariante ist am sinnvollsten?
4. Wie kann und muss mit Patientendaten umgegangen werden?

**Psychologische Fragestellungen:**

1. Werden durch das AAT-Training mithilfe neuer Medien impulsive Prozesse verändert?
2. Wie hoch ist die Wirksamkeit des neuartigen AAT?

Im Folgenden wird nun der Beitrag der Arbeit zur Beantwortung der einzelnen Forschungsfragen erläutert.

*Was sind wichtige Voraussetzungen, die bei der Übertragung unbedingt beachtet oder erhalten bleiben müssen?*

In dieser Arbeit wurden die essenziellen Voraussetzungen des AAT-Verfahrens herausgearbeitet und anschließend auf die Nutzung von VR sowie mobiler Anwendungen erweitert. Im Rahmen diverser Machbarkeitsstudien wurden diese Voraussetzungen anschließend evaluiert.

Die Ergebnisse zeigen, dass es enorm wichtig ist, während des AAT-Trainings für so wenig Ablenkung wie möglich zu sorgen, damit sich die Teilnehmer auf das Umtrainieren von automatischen Handlungen konzentrieren können. Dies kann im Falle des VR-Trainings durch Noise-Cancelling-Kopfhörer und möglichst wenige Personen im Raum erreicht werden. Im Falle des App-AAT-Trainings ist eine kontrollierte Umgebung nicht realisierbar, hierbei muss demnach auf die Compliance der Teilnehmer gebaut werden.

Das Unterscheidungsmerkmal sowie der Zoom-Faktor haben sich bereits in vorangegangenen Studien als effektiv und wichtig erwiesen und wurden dementsprechend auch in die VR sowie die App übernommen. Während in der VR die Perspektive ausreichte, um eine Annäherung oder Vermeidung darzustellen, werden die Stimuli des App-AAT, ganz wie beim Joystick-AAT, durch die Interaktion mit ihnen vergrößert (Annäherung) bzw. verkleinert (Vermeidung). Alle befragten Teilnehmer haben den perspektivischen bzw. den Zoom-Effekt auch als Annäherung bzw. Vermeidung wahrgenommen. Vor allem die natürlichen Bewegungen der VR-Anwendung haben bei der Übertragung in den Alltag geholfen.

Ein sehr wichtiger Punkt ist die exakte Zeitmessung der Reaktionszeiten, welche sich durch die Frame-abhängigkeit der verwendeten Software zunächst als sehr problematisch herausstellte. Dies wurde vor allem während der Machbarkeitsstudie mit dem Unreal-VR-Demonstrator klar, aber auch der Android Studio-App-Demonstrator zeigte auf unterschiedlichen Geräten keine einheitliche Messgenauigkeit. Durch die Überarbeitung der beiden Demonstratoren, für welche die Unity Engine, Threads sowie die Stopwatch-Klasse verwendet wurden, konnte letztendlich doch noch eine Frame-unabhängige, auf die Millisekunde genaue, Zeitmessung erreicht werden, welche für die Messung des ApB einsetzbar ist. Diese ist als Innovation anzusehen, da eine solch genaue Zeitmessung zuvor nicht möglich war – weder im VR- noch im App-Bereich.

*Wie kann das AAT-Verfahren technisch in die virtuelle Realität und in eine mobile Applikation übertragen werden?*

Im Falle der VR-Anwendung wurde zunächst der Unreal-VR-Demonstrator entwickelt, um bereits in einer frühen Phase feststellen zu können, ob eine schlichte Umgebung mit zweidimensionalen Reizen, oder eine realistischere Umgebung mit dreidimensionalen Reizen, besser angenommen wird. Die durchgeführte Machbarkeitsstudie ergab eindeutig, dass die zweite Option am besten angenommen wurde. Demnach wurde beim Unity-Demonstrator ein möglichst realistischer, virtueller Büroraum modelliert, in welchem die Teilnehmer mit wirklichkeitsnahen dreidimensionalen Stimuli interagieren. Die Annäherungs- bzw. Vermeidungsbewegung kann durch die dreidimensionale VE, in welcher sich die Nutzer relativ frei bewegen können, problemlos perspektivisch dargestellt werden. Die Interaktion mit den Reizen kann mit Controllern oder den eigenen Händen umgesetzt werden. Welche Variante sich dabei durchgesetzt hat, wird bei der Beantwortung der nächsten Forschungsfrage näher beschrieben. Da eine Rotation der 3D-Objekte als Unterscheidungsmerkmal in einer 3D-VE nicht praktikabel ist, werden verschiedene Randfarben (blau: Annäherung vs. rot: Vermeidung) verwendet. Diese wurden von den Probanden sehr gut angenommen und wurden dabei weder als störend, noch als ablenkend wahrgenommen. Die, durch die Verwendung von VR, verspürte Immersion und Präsenz sorgen zusätzlich für mehr Engagement und Trainingstreue, wodurch deutlich niedrigere Abbruchquoten als beim Joystick-AAT erzielt werden konnten.

Die mobile Anwendung orientiert sich sehr stark am Joystick-AAT, da für die Darstellung und Interaktion des AAT-Trainings lediglich der Touchscreen des verwendeten Geräts zur Verfügung steht. Für ein Proof of Concept wurde als Erstes der Android Studio-Demonstrator entwickelt, welcher neben der Nutzerfreundlichkeit und Datensicherheit vor allem drei unterschiedliche Interaktionsvarianten evaluierte, welche bis dahin kaum oder gar nicht untersucht wurden. Auch hierauf wird bei der Beantwortung der nächsten Forschungsfrage genauer eingegangen. Als Unterscheidungsmerkmal kann, wie beim Joystick-AAT, eine Rotation des 2D-Bildes oder, wie in der VR, eine Randfarbe (blau:

Annäherung vs. rot: Vermeidung) verwendet werden. Da beide Varianten sehr gut angenommen wurden, fanden beide ihren Weg in den überarbeiteten Unity-App-Demonstrator. Auch der Zoom-Effekt wurde originalgetreu übernommen, um eine Annäherung bzw. Vermeidung optisch darzustellen.

Somit konnte das AAT-Verfahren erfolgreich in die beiden neuartigen Medienformen übertragen werden. Vor allem die VR bietet hierbei enorme Vorteile, welche die ökologische Validität signifikant steigern. Dazu zählen besonders die natürliche VE sowie die Interaktion mit den eigenen Händen, welche eine Übertragung in den Alltag deutlich vereinfacht. Doch auch die ständige Verfügbarkeit der mobilen Anwendung verspricht einige Vorteile im Vergleich zum Joystick-AAT.

*Welche Interaktionsvariante ist am sinnvollsten?*

Im Rahmen der VR-Machbarkeitsstudien stellte sich sehr schnell heraus, dass die Interaktion mithilfe des Leap Motion Controllers der Interaktion mithilfe der HTC Vive Controllern vorzuziehen ist. Während die Controller recht „starr“ in der Hand liegen und sich durch das Drücken von Tasten nicht sehr realistisch anfühlen, kann der Leap Motion Controller Hand- und Fingerbewegungen des Nutzers in Echtzeit in die VE übertragen. Dies ermöglicht Interaktionen, welche sich natürlich anfühlen und somit leicht in den Alltag übertragen werden können. So berichteten einige Probanden davon, dass sie auch im realen Alltag (z. B. auf Feiern) dazu geneigt waren, Zigarettenschachteln vom Tisch zu wischen, wie sie es beim VR-Training gelernt haben. Bei der visuellen Repräsentation der Hände fühlten sich die meisten Probanden mit den weißen, weiblichen Händen am wohlsten, da diese als eher geschlechtsneutral und natürlich proportioniert wahrgenommen wurden. Aus diesem Grund wurden bei der VR-Hauptstudie ausschließlich der Leap Motion Controller sowie die weißen, weiblichen Hände benutzt. Darüber hinaus ist die Darstellung und realistische Bewegung der Unterarme eine Innovation. Zwar gab es diese Darstellungsform bereits unter Verwendung von Controllern, aber noch nicht in Verbindung mit dem Leap Motion Controller. Aus diesem Grund mussten einige Änderungen im Quellcode des Leap Motion SDK vorgenommen werden, um die korrekten Koordinaten an die Unterarme zu übergeben. Letztendlich resultierte dies in einem deutlichen Mehrwert für die Probanden, da frei schwebende Hände, vor allem für VR-unerfahrene Nutzer, die Immersion und das Gesamterlebnis zerstören können. Durch die Darstellung der Unterarme entsteht eher die Illusion des Embodiments, da diese einen ebenfalls vorhandenen Körper suggerieren.

In Bezug auf die AAT-App stellten sich alle drei im Rahmen der ersten Machbarkeitsstudie überprüften Interaktionsvarianten (Pinch-to-Zoom vs. Armbewegung vs. Kippen des Geräts) als recht problematisch heraus. Zum einen war es bei der Armbewegung sowie beim Kippen des Geräts sehr schwer geeignete Punkte für die Zeitmessung zu finden, da es sich um fließende Bewegungen handelte. Zum anderen waren diese beiden

Interaktionsvarianten die meiste Zeit sehr ungenau, indem der Input falsch oder gar nicht interpretiert wurde. Bei der Pinch-to-Zoom-Variante hingegen handelte es sich nicht um technische Probleme. Stattdessen wurde mehrfach die Sorge von Probanden geäußert, dass die Bewegung zum Verkleinern/Vermeiden des gezeigten Bildes, bei welcher Daumen und Zeigefinger aufeinander zubewegt werden, mit dem Aufheben einer Zigarette assoziiert werden kann. Ein Umkehren der Bewegungen zum Vergrößern bzw. Verkleinern des dargestellten Stimulus würde sich jedoch ebenfalls als problematisch erweisen, da diese Bewegungen höchstwahrscheinlich bei den meisten Smartphone-Nutzern, durch die tägliche Verwendung des Geräts, bereits im Muskelgedächtnis gespeichert sind. Aus diesen Gründen wurde beim überarbeiteten Unity-App-Demonstrator die Wischgeste implementiert, da diese sehr genau ist und problemlos für die Zeitmessung verwendet werden kann. Eine Assoziation mit Annäherungs- bzw. Vermeidungsbewegungen, insbesondere in Kombination mit dem Zoom-Effekt, konnten ebenfalls festgestellt werden.

*Wie kann und muss mit Patientendaten umgegangen werden?*

Wie bei jeder Studie, welche mit Patientendaten in Berührung kommt, muss das Studienprotokoll zunächst von einer Ethikkommission genehmigt werden. Darüber hinaus muss die Studie in Übereinstimmung mit der Deklaration von Helsinki und den Richtlinien der Guten Klinischen Praxis durchgeführt werden. Jeder Teilnehmer gibt vor der Aufnahme in die Studie eine schriftliche Einverständniserklärung zum experimentellen Vorgehen ab. Die Teilnahme ist immer freiwillig und jeder Teilnehmer hat das Recht, die Zustimmung zur Teilnahme jederzeit zurückzuziehen.

Alle (digital) erfassten personenbezogenen Daten unterliegen der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) und müssen auf Grundlage der gesetzlichen Vorgaben und nach dem aktuellen Stand der Technik gespeichert sowie verarbeitet werden. Die Verarbeitung der Daten erfolgt aufgrund der Freiwilligkeit der Abgabe und Nutzer haben zu jeder Zeit das Recht, Auskunft über die erhobenen Daten zu erhalten. Ebenso haben sie jederzeit das Recht auf Berichtigung, Löschung und Sperrung der erhobenen Daten.

Um dies umzusetzen, wurden die pseudonymisierten VR-Trainingsdaten lediglich lokal auf dem Studienrechner gespeichert. Am Ende des Tages wurden diese auf einen eigens dafür vorgesehenen Datenträger geschoben und anschließend vom Rechner gelöscht, um einen Zugriff durch Dritte zu verhindern. Der Datenträger wurde zu jeder Zeit sicher aufbewahrt. Darüber hinaus handelt es sich bei den VR-Trainingsdaten nicht um kritische Daten, da lediglich die Versuchspersonen-Nummer, die Eigenschaften der Stimuli sowie die Reaktionszeiten aufgezeichnet werden.

Die Anmelde- und Trainingsdaten der App-Nutzer wurden hingegen über HTTP-Requests mehrfach verschlüsselt an einen Server gesendet und dort innerhalb einer Datenbank gespeichert. Der pseudonymisierte Nutzernamen sowie das dazugehörige Passwort

liegen zu nahezu jeder Zeit ausschließlich verschlüsselt vor. Die einzige Ausnahme ist während der Eingabe in das dafür vorgesehene Textfeld des Anmeldebildschirms bzw. beim Ändern der Nutzerdaten. Dies ist der einzige Zeitpunkt, zu dem die Daten im Klartext vorliegen. Dies bedeutet, dass, selbst wenn die Datenbank gestohlen werden würde, unmöglich eine Verbindung zwischen den, ohnehin mehrfach verschlüsselten, Daten und der dazugehörigen realen Person hergestellt werden kann. Die Daten werden somit, trotz ihrer digitalen Erfassung, zu jederzeit sicher gespeichert und verarbeitet.

Die App überträgt während des Trainings die Versuchspersonen-Nummer (Benutzername), die Stimuli-Eigenschaften, die Reaktionszeiten sowie Zeitstempel an den Server. Während des Anmeldevorgangs werden funktionelle Daten (Startdatum, Studie, Studiengruppe) vom Server an die App gesendet, damit sich diese entsprechend konfiguriert und somit einen kontrollierten Zugang zum Training realisiert. Bei der Verwendung des Zigarettenzählers wird eine Liste, bestehend aus den bisher konsumierten Zigaretten sowie deren Zeitstempeln, an den Server gesendet. Die Verwaltung aller Daten erfolgt über eine gesicherte Web-Anwendung, was den Komfort, die Fehleranfälligkeit und die Datensicherheit des Studienverlaufs erhöht.

*Werden durch das AAT-Training mithilfe der virtuellen Realität impulsive Prozesse verändert?*

Leider konnte die durchgeführte VR-Hauptstudie keine Veränderungen der kognitiven Verzerrungen (Approach, Attentional und Association Bias) feststellen. Doch obwohl die CBM auf der Annahme beruht, dass die Modifikation einer schädlichen kognitiven Verzerrung zwingend notwendig ist, um einen positiven klinischen Effekt zu erzielen und aktuelle Studien zur ABM diese Annahme unterstützen, nahm das Rauchverhalten der Studienteilnehmer im Laufe der Zeit konsistent ab. Aus diesem Grund sollte noch erforscht werden, ob ApB-Messungen, welche ebenfalls in der VR, statt außerhalb von dieser mit dem Joystick-AAT, durchgeführt werden, ein anderes Bild liefern.

*Wie hoch ist die Wirksamkeit des neuartigen VR-AAT?*

Obwohl es zu keinen Veränderungen der impulsiven Prozesse kam, konnten im Rahmen der VR-Hauptstudie signifikante Veränderungen in der Einstellung zum Rauchen, den meisten Rauchverhaltensweisen und gesundheitsbezogenen Variablen gefunden werden. Dies trifft sowohl für die Trainingsgruppe, als auch für die Placebo-Kontrollgruppe zu. Dass es in beiden Gruppen zu einem ähnlichen Ausmaß an Symptomreduktion kam, könnte damit erklärt werden, dass auch die Probanden der Placebo-Kontrollgruppe über einen längeren Zeitraum wiederholt mit suchtbezogenen Reizen konfrontiert wurden. Somit kann das Scheintraining dieser Gruppe als eine Art CET angesehen werden. Daher kann das VR-AAT-Training, obwohl es die kognitiven Verzerrungen nicht modifizieren konnte, als durchaus effektiv angesehen werden.

### 9.3 Ausblick

Im Verlauf der VR-Hauptstudie stellte sich heraus, dass die Reliabilität der Bias-Messungen, welche mithilfe des Joystick-AAT durchgeführt wurden, zwischen den Messzeitpunkten sowie zwischen den Aufgaben stark variierte. Zukünftige Forschungen sollten daher Wege finden, die Reliabilität der Messungen zu erhöhen. Hierfür sollten die im VR-Szenario gemessenen Zeiten mit denen des Joystick-AAT verglichen werden. Möglicherweise würden die VR-Messergebnisse eine Veränderung der Verzerrungen zeigen, da der signifikante Rückgang des Zigarettenkonsums, welchen wir in unserer Studie feststellen konnten, Forschungen zufolge direkt damit verknüpft ist. Durch die VR-Messung würde zusätzlich die ökologische Validität erhöht werden, was ebenfalls einen positiven Effekt auf die Messgenauigkeit haben könnte.

Auch ein Vergleich zwischen einem indirekten und einem direkten VR-AAT-Training ist höchst interessant. Nicht nur, weil Forschungsarbeiten darauf hinweisen, dass direkte Aufgabeninstruktionen die Reliabilität der Bias-Messungen verbessern können, sondern auch, um den generellen Trainingseffekt eines direkten VR-AAT-Trainings zu evaluieren. Hierzu gibt es bisher, selbst mit dem Joystick-AAT, nahezu keine Forschungen.

Darüber hinaus sollte erforscht werden, ob die ökologische Validität des VR-AAT-Trainings durch unterschiedliche virtuelle Umgebungen oder durch die Verwendung von Datenhandschuhen erhöht werden kann. So ist das Bar-Level ein ideales Szenario, um den Effekt von Immersion, Präsenz und Embodiment zu evaluieren. Vergleiche mit den Ergebnissen der RCT-Studie, welche ausschließlich den Büroraum genutzt hat, sollten eine Antwort auf diese Frage geben können. Darüber hinaus können mit dem Bar-Level auch weitere Substanzen, wie Alkohol, getestet werden. Datenhandschuhe sind genauer als der Leap Motion Controller, da diese nicht Kamera-basiert funktionieren, sondern, wie auch das HMD, vom System getrackt werden. Des Weiteren gibt es Datenhandschuhe, welche haptisches Feedback oder sogar Force-Feedback (die mechanische Krafrückkopplungen der Finger, um Widerstände zu simulieren) anbieten. Beides sollte enorm zu einer Steigerung der Präsenz und damit zur kognitiven Absorption beitragen.

Da die Trainingseffekte, welche in unserer RCT-Studie erzielt wurden, zeitlich leider nicht stabil waren, können zukünftige Forschungen ermitteln, was die ideale Anzahl an VR-AAT-Sitzungen ist. Um den höchsten, zeitlich stabilen Trainingseffekt zu erreichen, könnten unter Verwendung der VR durchaus mehr als sechs Sitzungen notwendig sein.

Ein weiterer interessanter Punkt ist die Tatsache, dass auch unsere Placebo-Kontrollgruppe signifikante Verbesserungen zeigte. Durch eine weitere RCT-Studie, welche zusätzlich eine Wartegruppe und/oder Minimalintervention einschließt, könnten die dafür verantwortlichen Wirkmechanismen identifiziert werden und so einen Mehrwert für zukünftige Interventionen bringen.

Im Hinblick auf die AAT-App sollte ebenfalls eine RCT-Studie durchgeführt werden, welche neben der Trainings- und Placebo-Kontrollgruppe, noch eine zusätzliche Wartegruppe einschließt. Diese wird kein AAT-Training durchführen, sondern lediglich den Zigarettenzähler nutzen können. Neben der Evaluation der Trainingseffekte aller Gruppen kann durch die Wartegruppe zusätzlich die Effektstärke des Zigarettenzählers überprüft werden, welcher die reflektiven Prozesse anspricht.

Dadurch, dass die App orts- und zeitunabhängig genutzt werden kann, insbesondere in Risikosituationen, die den Suchtdruck erhöhen, sollte es zu einem positiven Effekt auf die ökologische Validität kommen. Weitere Forschungen sollten daher auf jeden Fall durchgeführt werden, um diese Hypothese auf den Prüfstand zu stellen.

Wie auch beim VR-AAT sollte überprüft werden, ob die Reliabilität der Bias-Messungen verbessert wird, indem die Messungen ebenfalls durch die App erfolgen. Die Frame-unabhängige, auf die Millisekunde genaue Zeitmessung der AAT-App legt für diese Forschung bereits die Grundlage.

Darüber hinaus können auch mit der AAT-App diverse AAT-Herangehensweisen miteinander verglichen werden. Dazu zählen verschiedene Unterscheidungsmerkmale beim indirekten AAT (Randfarbe vs. Kippung), aber auch ein direkter AAT sollte in den Vergleich mit einbezogen werden. Zusätzlich können die Trainingseffekte sowie die Effektstärke ermittelt und miteinander verglichen werden, wenn das App-AAT-Training begleitend zu VR-AAT-Sitzungen oder eigenständig durchgeführt wird.

Eine letzte Forschungsfrage für den Ausblick ist die Relevanz der Psychoedukation, welche am Anfang der randomisierten Kontrollstudie durchgeführt wurde, um die reflektiven Prozesse der Teilnehmer zu adressieren. Bei der Durchführung weiterer Studien könnte es noch eine weitere Gruppe geben, welche lediglich das AAT-Training durchführt, jedoch keine vorangehende Psychoedukation erhält. Auch dies könnte vielversprechende Einblicke in die Wirkmechanismen der ABM geben, welche das AAT-Training in allen Bereichen signifikant verbessern würden und somit mehr Menschen von ihrer Suchterkrankung befreien könnte.



## Literatur

- [ABR13] LORIEN C. ABROMS; J. LEE WESTMAAS; JEUNEVIIETTE BONTEMPS-JONES; RATHNA RAMANI; JENELLE MELLERSON. „A content analysis of popular smartphone apps for smoking cessation“. In: *American journal of preventive medicine* 45.6 (2013), S. 732–736. DOI: 10.1016/j.amepre.2013.07.008.
- [ADO21] ADOBE SYSTEMS INC. *Mixamo - Animate 3D characters for games, film, and more*. 2021. URL: <https://www.mixamo.com/> (besucht am 30.04.2021).
- [AGA00] RITU AGARWAL; ELENA KARAHANNA. „Time Flies When You’re Having Fun: Cognitive Absorption and Beliefs about Information Technology Usage“. In: *MIS Quarterly* 24.4 (2000), S. 665. ISSN: 02767783. DOI: 10.2307/3250951.
- [AHT13] AINO AHTINEN; ELINA MATTILA; PASI VÄLKKYNYEN; KIRSIKKA KAIPAINEN; TONI VANHALA; MIIKKA ERMES; ESSI SAIRANEN; TERO MYLLYMÄKI; RAIMO LAPPALAINEN. „Mobile mental wellness training for stress management: feasibility and design implications based on a one-month field study“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 1.2 (2013), e11. DOI: 10.2196/mhealth.2596.
- [AIC14] CHRISTIAN AICHELE; MARIUS SCHÖNBERGER. *App4U*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014. ISBN: 978-3-8348-2435-6. DOI: 10.1007/978-3-8348-2436-3.
- [AIC16] CHRISTIAN AICHELE; MARIUS SCHÖNBERGER. *App-Entwicklung – effizient und erfolgreich*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2016. ISBN: 978-3-658-13684-0. DOI: 10.1007/978-3-658-13685-7.
- [ALL16] VANESSA ALLOM; BARBARA MULLAN; MARTIN HAGGER. „Does inhibitory control training improve health behaviour? A meta-analysis“. In: *Health psychology review* 10.2 (2016), S. 168–186. DOI: 10.1080/17437199.2015.1051078.

- [ALS10] IVAN ALSINA-JURNET; JOSÉ GUTIÉRREZ-MALDONADO. „Influence of personality and individual abilities on the sense of presence experienced in anxiety triggering virtual environments“. In: *International Journal of Human-Computer Studies* 68.10 (2010), S. 788–801. ISSN: 10715819. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2010.07.001.
- [ALT19] THOMAS ALTENBURG. *Drogen- und Suchtbericht 2019*. Hrsg. von DIE DROGENBEAUFTRAGTE DER BUNDESREGIERUNG BEIM BUNDESMINISTERIUM FÜR GESUNDHEIT. Berlin, 2019. URL: [https://www.drogenbeauftragte.de/fileadmin/dateien-dba/Drogenbeauftragte/4\\_Presse/1\\_Pressemitteilungen/2019/2019\\_IV.Q/DSB\\_2019\\_mj\\_barr.pdf](https://www.drogenbeauftragte.de/fileadmin/dateien-dba/Drogenbeauftragte/4_Presse/1_Pressemitteilungen/2019/2019_IV.Q/DSB_2019_mj_barr.pdf).
- [AMI14] JAHIRUL AMIN. *Introduction to rigging in Maya*. 2014. URL: <https://3dtotal.com/tutorials/t/maya-rigging-introduction-to-rigging-a-human-torso-jahirul-amin-body-animation> (besucht am 10.02.2021).
- [AMI17] NARCIE FAITH AMISTA; JINSOO JASON KIM; NAMI KIM. „Trend and Future of Virtual Reality for Addiction Treatment of Substance Use Disorders: A Systematic Review“. In: *Journal of Digital Contents Society* 18.8 (2017), S. 1551–1560. ISSN: 1598-2009. DOI: 10.9728/dcs.2017.18.8.1551.
- [APP20] APPLE INC. *About Developing for Mac*. 2020. URL: [https://developer.apple.com/library/archive/documentation/MacOSX/Conceptual/OSX\\_Technology\\_Overview/About/About.html](https://developer.apple.com/library/archive/documentation/MacOSX/Conceptual/OSX_Technology_Overview/About/About.html) (besucht am 10.02.2021).
- [APP21a] APPLE INC. *Distribution overview - Xcode Help*. 2021. URL: <https://help.apple.com/xcode/mac/11.4/#/devac02c5ab8> (besucht am 10.02.2021).
- [APP21b] APPLE INC. *Xcode 12 - Apple Developer*. 2021. URL: <https://developer.apple.com/xcode/> (besucht am 10.02.2021).
- [ARM17] JULIE ARMIN; THIENNE JOHNSON; MELANIE HINGLE; PETER GIACOBBI; JUDITH S. GORDON. „Development of a Multi-Behavioral mHealth App for Women Smokers“. In: *Journal of Health Communication* 22.2 (2017), S. 153–162. ISSN: 1081-0730. DOI: 10.1080/10810730.2016.1256454.

- [ATA12] ALIA F. ATAYA; SALLY ADAMS; EMMA MULLINGS; ROBBIE M. COOPER; ANGELA S. ATTWOOD; MARCUS R. MUNAFÒ. „Internal reliability of measures of substance-related cognitive bias“. In: *Drug and alcohol dependence* 121.1-2 (2012), S. 148–151. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2011.08.023.
- [ATT17] SOPHIE ATTWOOD; HANNAH PARKE; JOHN LARSEN; KATIE L. MORTON. „Using a mobile health application to reduce alcohol consumption: a mixed-methods evaluation of the drinkaware track & calculate units application“. In: *BMC public health* 17.1 (2017), S. 394. DOI: 10.1186/s12889-017-4358-9.
- [AUT21] AUTODESK, INC. *Maya-Software - Software für Computeranimation und Modellierung*. 2021. URL: <https://www.autodesk.de/products/maya/> (besucht am 10.02.2021).
- [BAC13] R. BACIGALUPO; P. CUDD; C. LITTLEWOOD; P. BISSELL; M. S. HAWLEY; H. BUCKLEY WOODS. „Interventions employing mobile technology for overweight and obesity: an early systematic review of randomized controlled trials“. In: *Obesity reviews : an official journal of the International Association for the Study of Obesity* 14.4 (2013), S. 279–291. DOI: 10.1111/obr.12006.
- [BAD15] AMY S. BADURA-BRACK; REUT NAIM; TARA J. RYAN; OFIR LEVY; RANY ABEND; MAYA M. KHANNA; TIMOTHY J. MC-DERMOTT; DANIEL S. PINE; YAIR BAR-HAIM. „Effect of Attention Training on Attention Bias Variability and PTSD Symptoms: Randomized Controlled Trials in Israeli and U.S. Combat Veterans“. In: *The American journal of psychiatry* 172.12 (2015), S. 1233–1241. DOI: 10.1176/appi.ajp.2015.14121578.
- [BAI17] SCARLETT O. BAIRD; MIKE RINCK; DAVID ROSENFELD; MICHELLE L. DAVIS; JILLIAN R. FISHER; ENI S. BECKER; MARK B. POWERS; JASPER A. J. SMITS. „Reducing Approach Bias to Achieve Smoking Cessation: A Pilot Randomized Placebo-Controlled Trial“. In: *Cognitive Therapy and Research* 41.4 (2017), S. 662–670. ISSN: 0147-5916. DOI: 10.1007/s10608-017-9835-z. URL: [https://www.researchgate.net/publication/313423770\\_Reducing\\_Approach\\_Bias\\_to\\_Achieve\\_Smoking\\_Cessation\\_A\\_Pilot\\_Randomized\\_Placebo-Controlled\\_Trial](https://www.researchgate.net/publication/313423770_Reducing_Approach_Bias_to_Achieve_Smoking_Cessation_A_Pilot_Randomized_Placebo-Controlled_Trial).
- [BAR12a] HELEN BARKBY; JOANNE M. DICKSON; LOUISE ROPER; MATT FIELD. „To approach or avoid alcohol? Automatic and self-reported motivational tendencies in alcohol dependence“. In: *Alcoholism*,

- clinical and experimental research* 36.2 (2012), S. 361–368. ISSN: 1530-0277. DOI: 10.1111/j.1530-0277.2011.01620.x.
- [BAR12b] JUSTINE BARON; HAYLEY MCBAIN; STANTON NEWMAN. „The impact of mobile monitoring technologies on glycosylated hemoglobin in diabetes: a systematic review“. In: *Journal of diabetes science and technology* 6.5 (2012), S. 1185–1196. DOI: 10.1177/193229681200600524.
- [BAR17] NANCY P. BARNETT; MARK A. CELIO; JENNIFER W. TIDEY; JAMES G. MURPHY; SUZANNE M. COLBY; ROBERT M. SWIFT. „A preliminary randomized controlled trial of contingency management for alcohol use reduction using a transdermal alcohol sensor“. In: *Addiction (Abingdon, England)* 112.6 (2017), S. 1025–1035. ISSN: 1360-0443. DOI: 10.1111/add.13767.
- [BAR97] J. A. BARGH. „Advances in Social Cognition“. In: *The automaticity of everyday life*. Hrsg. von ROBERT S. WYER. Bd. 10. Advances in social cognition. Mahwah, NJ: Erlbaum, 1997, S. 20–27. ISBN: 080581700X.
- [BAS08] MANUEL BASTIONI; SIMONE RE; SHAKTI MISRA. „Ideas and methods for modeling 3D human figures: the principal algorithms used by MakeHuman and their implementation in a new approach to parametric modeling“. In: *Proceedings of the 1st Bangalore Annual Compute Conference*. Hrsg. von R. K. SHYAMASUNDAR. New York, NY: ACM, 2008, S. 1–6. ISBN: 9781595939500. DOI: 10.1145/1341771.1341782.
- [BAT15] ANIL BATRA; EVA HOCH; KARL MANN; KAY UWE PETERSEN. *S3-Leitlinie Screening, Diagnose und Behandlung des schädlichen und abhängigen Tabakkonsums*. 1. Aufl. 2015. Berlin, Heidelberg und s.l.: Springer Berlin Heidelberg, 2015. ISBN: 9783662470848. DOI: 10.1007/978-3-662-47084-8. URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-47084-8>.
- [BAT17] ANIL BATRA. „Tabakabhängigkeit“. In: *Psychiatrie, Psychosomatik, Psychotherapie*. Hrsg. von HANS-JÜRGEN MÖLLER; GERD LAUX; HANS-PETER KAPFFHAMMER. Springer Reference Medizin. Berlin: Springer, 2017, S. 1571–1579. ISBN: 978-3-662-49295-6. DOI: 10.1007/978-3-662-49295-6\_63.
- [BAT19] HALLIE M. BATSCHELET; MARIA STEIN; RAPHAELA M. TSCHUEMPERLIN; LEILA M. SORAVIA; FRANZ MOGGI. „Alcohol-Specific Computerized Interventions to Alter Cognitive Biases: A Systematic Review of Effects on Experimental Tasks, Drinking Behavior, and Neuronal Activation“. In: *Frontiers in psychiatry* 10 (2019), S. 871. ISSN: 1664-0640. DOI: 10.3389/fpsy.2019.00871.

- [BEA12] COURTNEY BEARD; RISA B. WEISBERG; JENNIFER PRIMACK. „Socially anxious primary care patients’ attitudes toward cognitive bias modification (CBM): a qualitative study“. In: *Behavioural and cognitive psychotherapy* 40.5 (2012), S. 618–633. DOI: 10.1017/S1352465811000671.
- [BEA13] ALEXIS L. BEATTY; YOSHIMI FUKUOKA; MARY A. WHOOLEY. „Using mobile technology for cardiac rehabilitation: a review and framework for development and evaluation“. In: *Journal of the American Heart Association* 2.6 (2013), e000568. DOI: 10.1161/JAHA.113.000568.
- [BEC16] ENI S. BECKER; HANNAH FERENTZI; GINA FERRARI; MARTIN MÖBIUS; SUZANNE BRUGMAN; JOSÉ CUSTERS; NALINE GEURTZEN; JOELLE WOUTERS; MIKE RINCK. „Always Approach the Bright Side of Life: A General Positivity Training Reduces Stress Reactions in Vulnerable Individuals“. In: *Cognitive Therapy and Research* 40 (2016), S. 57–71. ISSN: 0147-5916. DOI: 10.1007/s10608-015-9716-2.
- [BEI03] K.-P. BEIER. *Virtual Reality: A Short Introduction*. 2003. URL: <http://www.umich.edu/~vrl/intro/> (besucht am 11.11.2017).
- [BER04] KENT C. BERRIDGE. „Motivation concepts in behavioral neuroscience“. In: *Physiology & behavior* 81.2 (2004), S. 179–209. ISSN: 0031-9384. DOI: 10.1016/j.physbeh.2004.02.004.
- [BER14] ANDREA BERATARRECHEA; ALLISON G. LEE; JONATHAN M. WILLNER; EIMAN JAHANGIR; AGUSTÍN CIAPPONI; ADOLFO RUBINSTEIN. „The impact of mobile health interventions on chronic disease outcomes in developing countries: a systematic review“. In: *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association* 20.1 (2014), S. 75–82. DOI: 10.1089/tmj.2012.0328.
- [BER18] ESTHER M. BERAHA; ELSKE SALEMINK; ERWIN KREDIET; REINOUT W. WIERS. „Can baclofen change alcohol-related cognitive biases and what is the role of anxiety herein?“ In: *Journal of psychopharmacology (Oxford, England)* 32.8 (2018), S. 867–875. DOI: 10.1177/0269881118780010.
- [BER19] DANIELLE S. BERKE et al. „Predictors of attendance and dropout in three randomized controlled trials of PTSD treatment for active duty service members“. In: *Behaviour research and therapy* 118 (2019), S. 7–17. DOI: 10.1016/j.brat.2019.03.003.

- [BHA93] DEVESH K. BHATNAGAR. *Position Trackers for Head Mounted Display Systems: A Survey*. Hrsg. von UNIVERSITY OF NORTH CAROLINA AT CHAPEL HILL. Chapel Hill, NC, USA, 1993. URL: [http://www.ncstrl.org:8900/ncstrl/servlet/search?formname=detail%5C&id=oai%3Ancstrlh%3Auncch\\_cs%3AUNCCH\\_CS%2F%2FTR93-010](http://www.ncstrl.org:8900/ncstrl/servlet/search?formname=detail%5C&id=oai%3Ancstrlh%3Auncch_cs%3AUNCCH_CS%2F%2FTR93-010).
- [BIN14] NASSER F. BINDHIM; KEVIN MCGEECHAN; LYNDAL TREVENA. „Who Uses Smoking Cessation Apps? A Feasibility Study Across Three Countries via Smartphones“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 2.1 (2014), e4. DOI: 10.2196/mhealth.2841.
- [BLA17] SIMON E. BLACKWELL; MARCELLA L. WOULD; COLIN MACLEOD. „A Question of Control? Examining the Role of Control Conditions in Experimental Psychopathology using the Example of Cognitive Bias Modification Research“. In: *The Spanish journal of psychology* 20 (2017), E54. DOI: 10.1017/sjp.2017.41.
- [BLE02] S. BLEICH; U. HAVEMANN-REINECKE; J. KORNHUBER. *Fagerström-Test für Nikotinabhängigkeit*. Beltz Test: Göttingen, Germany, 2002.
- [BLE14] JENS BLECHERT; ADRIAN MEULE; NIKO A. BUSCH; KATHRIN OHLA. „Food-pics: an image database for experimental research on eating and appetite“. In: *Frontiers in psychology* 5 (2014), S. 617. ISSN: 1664-1078. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00617.
- [BLO13] IVO BLOHM; JAN MARCO LEIMEISTER. „Gamification“. In: *WIRTSCHAFTSINFORMATIK* 55.4 (2013), S. 275–278. ISSN: 0937-6429. DOI: 10.1007/s11576-013-0368-0.
- [BLO14] GERALD S. BLOOMFIELD; RAJESH VEDANTHAN; LAVANYA VASUDEVAN; ANNE KITHEI; MARTIN WERE; ERIC J. VELAZQUEZ. „Mobile health for non-communicable diseases in Sub-Saharan Africa: a systematic review of the literature and strategic framework for research“. In: *Globalization and health* 10 (2014), S. 49. DOI: 10.1186/1744-8603-10-49.
- [BOE13] JOHANNA BOETTCHER; LINDA LEEK; LISA MATSON; EMILY A. HOLMES; MICHAEL BROWNING; COLIN MACLEOD; GERHARD ANDERSSON; PER CARLBRING. „Internet-based attention bias modification for social anxiety: a randomised controlled comparison of training towards negative and training towards positive cues“. In: *PloS one* 8.9 (2013), e71760. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0071760.

- [BOE15a] WOUTER J. BOENDERMAKER; MARILISA BOFFO; REINOUT W. WIERS. „Exploring Elements of Fun to Motivate Youth to Do Cognitive Bias Modification“. In: *Games for health journal* 4.6 (2015), S. 434–443. ISSN: 2161-7856. DOI: 10.1089/g4h.2015.0053.
- [BOE15b] WOUTER J. BOENDERMAKER; PIER J. M. PRINS; REINOUT W. WIERS. „Cognitive Bias Modification for adolescents with substance use problems—Can serious games help?“ In: *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry* 49.Pt A (2015), S. 13–20. ISSN: 0005-7916. DOI: 10.1016/j.jbtep.2015.03.008.
- [BOF15] MARILISA BOFFO; THOMAS PRONK; REINOUT W. WIERS; STEFANIA MANNARINI. „Combining cognitive bias modification training with motivational support in alcohol dependent outpatients: study protocol for a randomised controlled trial“. In: *Trials* 16 (2015), S. 63. DOI: 10.1186/s13063-015-0576-6.
- [BOF19] MARILISA BOFFO; OULMANN ZERHOUNI; QUENTIN F. GRONAU; RUBEN J. J. VAN BEEK; KYRIAKI NIKOLAOU; MAARTEN MARSMAN; REINOUT W. WIERS. „Cognitive Bias Modification for Behavior Change in Alcohol and Smoking Addiction: Bayesian Meta-Analysis of Individual Participant Data“. In: *Neuropsychology review* 29.1 (2019), S. 52–78. DOI: 10.1007/s11065-018-9386-4.
- [BOG11] ANDREY BOGDANOV; DMITRY KHOVRATOVICH; CHRISTIAN RECHBERGER. „Biclique Cryptanalysis of the Full AES“. In: *Advances in Cryptology – ASIACRYPT 2011*. Hrsg. von DAVID HUTCHISON et al. Bd. 7073. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, S. 344–371. ISBN: 978-3-642-25384-3. DOI: 10.1007/978-3-642-25385-0\_19.
- [BOL06] KENNETH A. BOLLEN; PATRICK J. CURRAN. *Latent curve models: A structural equation perspective*. Wiley series in probability and statistics. Hoboken, N.J: Wiley-Interscience, 2006. ISBN: 047145592X. URL: <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10300097>.
- [BOR05] PATRICK S. BORDNICK; AMY C. TRAYLOR; KEN M. GRAAP; HILARY L. COPP; JEREMY BROOKS. „Virtual reality cue reactivity assessment: a case study in a teen smoker“. In: *Applied psychophysiology and biofeedback* 30.3 (2005), S. 187–193. ISSN: 1090-0586. DOI: 10.1007/s10484-005-6376-0.

- [BOR09] PATRICK S. BORDNICK; HILARY L. COPP; AMY TRAYLOR; KEN M. GRAAP; BRIAN L. CARTER; ALICIA WALTON; MIRTHA FERRER. „Reactivity to cannabis cues in virtual reality environments“. In: *Journal of psychoactive drugs* 41.2 (2009), S. 105–112. ISSN: 0279-1072. DOI: 10.1080/02791072.2009.10399903.
- [BOR11] PATRICK S. BORDNICK; BRIAN L. CARTER; AMY C. TRAYLOR. „What virtual reality research in addictions can tell us about the future of obesity assessment and treatment“. In: *Journal of diabetes science and technology* 5.2 (2011), S. 265–271. DOI: 10.1177/193229681100500210.
- [BOT07] C. BOTELLA; A. GARCÍA-PALACIOS; H. VILLA; R. M. BAÑOS; S. QUERO; M. ALCANIZ; G. RIVA. „Virtual reality exposure in the treatment of panic disorder and agoraphobia: A controlled study“. In: *Clinical Psychology & Psychotherapy* 14.3 (2007), S. 164–175. ISSN: 10633995. DOI: 10.1002/cpp.524.
- [BOT17] CRISTINA BOTELLA; JAVIER FERNÁNDEZ-ÁLVAREZ; VERÓNICA GUILLÉN; AZUCENA GARCÍA-PALACIOS; ROSA BAÑOS. „Recent Progress in Virtual Reality Exposure Therapy for Phobias: A Systematic Review“. In: *Current psychiatry reports* 19.7 (2017), S. 42. DOI: 10.1007/s11920-017-0788-4.
- [BOU06] STÉPHANE BOUCHARD; SOPHIE CÔTÉ; JULIE ST-JACQUES; GENEVIÈVE ROBILLARD; PATRICE RENAUD. „Effectiveness of virtual reality exposure in the treatment of arachnophobia using 3D games“. In: *Technology and health care : official journal of the European Society for Engineering and Medicine* 14.1 (2006), S. 19–27.
- [BOU15] CAROL JO BOUSHEY; AMELIA J. HARRAY; DEBORAH ANNE KERR; TUSAREBECCA E. SCHAP; STACEY PATERSON; TANNISHA AFLAGUE; MARC BOSCH RUIZ; ZIAD AHMAD; EDWARD J. DELP. „How willing are adolescents to record their dietary intake? The mobile food record“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 3.2 (2015), e47. DOI: 10.2196/mhealth.4087.
- [BRA08] B. P. BRADLEY; M. FIELD; H. HEALY; K. MOGG. „Do the affective properties of smoking-related cues influence attentional and approach biases in cigarette smokers?“ In: *Journal of Psychopharmacology* 22.7 (2008), S. 737–745. ISSN: 0269-8811. DOI: 10.1177/0269881107083844. URL: [https://www.researchgate.net/publication/5642640\\_Do\\_the\\_affective\\_properties\\_of\\_smoking-related\\_cues\\_influence](https://www.researchgate.net/publication/5642640_Do_the_affective_properties_of_smoking-related_cues_influence)

attentional \_ and \_ approach \_ bias \_ in \_ cigarette \_ smokers.

- [BRE13] KLAUS BREDL; WOLFGANG BÖSCHE. *Serious games and virtual worlds in education, professional development, and healthcare*. Premier reference source. Hershey, Pa.: Information Science Reference, 2013. ISBN: 978-1-4666-3674-3.
- [BRI10] JONATHAN B. BRICKER; SUE L. MANN; PATRICK M. MAREK; JINGMIN LIU; ARTHUR V. PETERSON. „Telephone-delivered Acceptance and Commitment Therapy for adult smoking cessation: a feasibility study“. In: *Nicotine & tobacco research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco* 12.4 (2010), S. 454–458. DOI: 10.1093/ntr/ntq002.
- [BRI13] JONATHAN BRICKER; CHRISTOPHER WYSZYNSKI; BRYAN COMSTOCK; JAIMEE L. HEFFNER. „Pilot randomized controlled trial of web-based acceptance and commitment therapy for smoking cessation“. In: *Nicotine & tobacco research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco* 15.10 (2013), S. 1756–1764. DOI: 10.1093/ntr/ntt056.
- [BRI14] JONATHAN B. BRICKER; KRISTIN E. MULL; JULIE A. KIENTZ; ROGER VILARDAGA; LAINA D. MERCER; KATRINA J. AKIOKA; JAIMEE L. HEFFNER. „Randomized, controlled pilot trial of a smartphone app for smoking cessation using acceptance and commitment therapy“. In: *Drug and alcohol dependence* 143 (2014), S. 87–94. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2014.07.006.
- [BRO11] LEE BROSAN; LAURA HOPPITT; LORNA SHELFER; ALISON SILENCE; BUNDY MACKINTOSH. „Cognitive bias modification for attention and interpretation reduces trait and state anxiety in anxious patients referred to an out-patient service: results from a pilot study“. In: *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry* 42.3 (2011), S. 258–264. ISSN: 0005-7916. DOI: 10.1016/j.jbtep.2010.12.006.
- [BRO15a] TIMO BROCKMEYER; CAROLYN HAHN; CHRISTINA REETZ; ULRIKE SCHMIDT; HANS-CHRISTOPH FRIEDERICH. „Approach bias and cue reactivity towards food in people with high versus low levels of food craving“. In: *Appetite* 95 (2015), S. 197–202. ISSN: 1095-8304. DOI: 10.1016/j.appet.2015.07.013. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26184338/>.

- [BRO15b] TIMO BROCKMEYER; CAROLYN HAHN; CHRISTINA REETZ; ULRIKE SCHMIDT; HANS-CHRISTOPH FRIEDERICH. „Approach Bias Modification in Food Craving-A Proof-of-Concept Study“. In: *European eating disorders review : the journal of the Eating Disorders Association* 23.5 (2015), S. 352–360. DOI: 10.1002/erv.2382. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26136357/>.
- [BRO19] TIMO BROCKMEYER; HANS-CHRISTOPH FRIEDERICH; CAROLYN KÜPPERS; SHARMAI CHOWDHURY; LOUISA HARMS; JESS SIMMONDS; GEMMA GORDON; RACHEL POTTERTON; ULRIKE SCHMIDT. „Approach bias modification training in bulimia nervosa and binge-eating disorder: A pilot randomized controlled trial“. In: *The International journal of eating disorders* 52.5 (2019), S. 520–529. DOI: 10.1002/eat.23024.
- [BRU14] IRIS BRUNNER; JAN S. SKOUEN; HÅKON HOFSTAD; LIV I. STRAND; FRANK BECKER; ANNE-MARTHE SANDERS; HANNE PALLESEN; TOVE KRISTENSEN; MARC MICHIELSEN; GEERT VERHEYDEN. „Virtual reality training for upper extremity in subacute stroke (VIRTUES): study protocol for a randomized controlled multicenter trial“. In: *BMC neurology* 14 (2014), S. 186. DOI: 10.1186/s12883-014-0186-z.
- [BUL14] DAVID B. BULLER; RON BORLAND; ERWIN P. BETTINGHAUS; JAMES H. SHANE; DONALD E. ZIMMERMAN. „Randomized trial of a smartphone mobile application compared to text messaging to support smoking cessation“. In: *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association* 20.3 (2014), S. 206–214. DOI: 10.1089/tmj.2013.0169.
- [BUN13] BRIAN E. BUNNELL; DEBORAH C. BEIDEL; FRANKLIN MESSA. „A randomized trial of attention training for generalized social phobia: does attention training change social behavior?“ In: *Behavior therapy* 44.4 (2013), S. 662–673. DOI: 10.1016/j.beth.2013.04.010.
- [BUS18] CHRISTIAN BUSCH. *Implicit behavioral tendencies: Porting the Approach-Avoidance Task to a mobile device (unpublished bachelor thesis)*. 2018.
- [CAB16] ELIZABETH A. CABRERA; CORINDE E. WIERS; ELSA LINDGREN; GREGG MILLER; NORA D. VOLKOW; GENE-JACK WANG. „Neuroimaging the Effectiveness of Substance Use Disorder Treatments“. In: *Journal of neuroimmune pharmacology : the official journal of the Society on NeuroImmune Pharmacology* 11.3 (2016), S. 408–433. DOI: 10.1007/s11481-016-9680-y.

- [CAF12] JOSEPH A. CAFAZZO; MARK CASSELMAN; NATHANIEL HAMMING; DEBRA K. KATZMAN; MARK R. PALMERT. „Design of an mHealth app for the self-management of adolescent type 1 diabetes: a pilot study“. In: *Journal of medical Internet research* 14.3 (2012), e70. DOI: 10.2196/jmir.2058.
- [CAR09] GRETCHEN J. CARROUGHER; HUNTER G. HOFFMAN; DANA NAKAMURA; DENNIS LEZOTTE; MARYAM SOLTANI; LAURA LEAHY; LOREN H. ENGRAV; DAVID R. PATTERSON. „The effect of virtual reality on pain and range of motion in adults with burn injuries“. In: *Journal of burn care & research : official publication of the American Burn Association* 30.5 (2009), S. 785–791. ISSN: 1559-047X. DOI: 10.1097/BCR.0b013e3181b485d3.
- [CAR10] ALLEN CARR; INGEBORG ANDREAS-HOOLE. *Endlich Nichtraucher ! Der einfache Weg, mit dem Rauchen Schluss zu machen*. Vollst. Taschenbuchausg., 61. Aufl. Bd. 13664. Goldmann Taschenbücher. München: Mosaik b. Goldmann, 2010. ISBN: 3442136644.
- [CAR20] STEPHANIE CARREIRO; MARK NEWCOMB; REBECCA LEACH; SIMON OSTROWSKI; EDWIN D. BOUDREAUX; DANIEL AMANTE. „Current reporting of usability and impact of mHealth interventions for substance use disorder: A systematic review“. In: *Drug and alcohol dependence* 215 (2020), S. 108201. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2020.108201.
- [CAS10] V. F. CASSOLA; V. J. DE MELO LIMA; R. KRAMER; H. J. KHOURY. „FASH and MASH: female and male adult human phantoms based on polygon mesh surfaces: I. Development of the anatomy“. In: *Physics in medicine and biology* 55.1 (2010), S. 133–162. DOI: 10.1088/0031-9155/55/1/009.
- [CAS15] SHANON L. CASPERSON; JARED SIELING; JON MOON; LUANN JOHNSON; JAMES N. ROEMMICH; LEAH WHIGHAM. „A mobile phone food record app to digitally capture dietary intake for adolescents in a free-living environment: usability study“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 3.1 (2015), e30. DOI: 10.2196/mhealth.3324.
- [CES13] GIAN LUCA CESA; GIAN MAURO MANZONI; MONICA BACCHETTA; GIANLUCA CASTELNUOVO; SARA CONTI; ANDREA GAGGIOLI; FABRIZIA MANTOVANI; ENRICO MOLINARI; GEORGINA CÁRDENAS-LÓPEZ; GIUSEPPE RIVA. „Virtual reality for enhancing the cognitive behavioral treatment of obesity with binge eating disorder: randomized controlled study with one-year follow-up“. In:

- Journal of medical Internet research* 15.6 (2013), e113. DOI: 10.2196/jmir.2441.
- [CGT21] CGTRADER. *CGTrader - 3D Models for VR/AR and CG projects*. 2021. URL: <https://www.cgtrader.com/> (besucht am 22.04.2021).
- [CHA06] GARVIN CHASTAIN. „Alcohol, neurotransmitter systems, and behavior“. In: *The Journal of general psychology* 133.4 (2006), S. 329–335. ISSN: 0022-1309. DOI: 10.3200/GENP.133.4.329-335.
- [CHA10] DARA A. CHARNEY; EUGENIA ZIKOS; KATHRYN J. GILL. „Early recovery from alcohol dependence: factors that promote or impede abstinence“. In: *Journal of substance abuse treatment* 38.1 (2010), S. 42–50. DOI: 10.1016/j.jsat.2009.06.002.
- [CHE12] Y-F CHEN; J. MADAN; N. WELTON; I. YAHAYA; P. AVEYARD; L. BAULD; D. WANG; A. FRY-SMITH; M. R. MUNAFÒ. „Effectiveness and cost-effectiveness of computer and other electronic aids for smoking cessation: a systematic review and network meta-analysis“. In: *Health technology assessment (Winchester, England)* 16.38 (2012), S. 1–205, iii–v. DOI: 10.3310/hta16380.
- [CHE16] MARK CHEN; JOHN A. BARGH. „Consequences of Automatic Evaluation: Immediate Behavioral Predispositions to Approach or Avoid the Stimulus“. In: *Personality and Social Psychology Bulletin* 25.2 (2016), S. 215–224. ISSN: 0146-1672. DOI: 10.1177/0146167299025002007.
- [CHE99] JOHN J. CHELONIS; JEFFREY L. CALTON; JULIE A. HART; TODD R. SCHACHTMAN. „Attenuation of the Renewal Effect by Extinction in Multiple Contexts“. In: *Learning and Motivation* 30.1 (1999), S. 1–14. ISSN: 00239690. DOI: 10.1006/lmot.1998.1022.
- [CHI18] ARUL CHIB; SAPPHIRE H. LIN. „Theoretical Advancements in mHealth: A Systematic Review of Mobile Apps“. In: *Journal of Health Communication* 23.10-11 (2018), S. 909–955. ISSN: 1081-0730. DOI: 10.1080/10810730.2018.1544676.
- [CHO08] SANGWOO CHO et al. „Development and verification of an alcohol craving-induction tool using virtual reality: craving characteristics in social pressure situation“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 11.3 (2008), S. 302–309. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/cpb.2007.0149.

- [CHR12] PAUL CHRISTIANSEN; JON C. COLE; ANDREW J. GOUDIE; MATT FIELD. „Components of behavioural impulsivity and automatic cue approach predict unique variance in hazardous drinking“. In: *Psychopharmacology* 219.2 (2012), S. 501–510. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s00213-011-2396-z. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21735071/>.
- [CIN17] CINEFREAKS. *Maya*. 2017. URL: <http://www.cinefreaks.com/articles/maya/> (besucht am 10.02.2021).
- [CIV10] MARTA CIVLJAK; AZIZ SHEIKH; LINDSAY F. STEAD; JOSIP CAR. „Internet-based interventions for smoking cessation“. In: *The Cochrane database of systematic reviews* 9 (2010), S. CD007078. DOI: 10.1002/14651858.CD007078.pub3.
- [CIV13] MARTA CIVLJAK; LINDSAY F. STEAD; JAMIE HARTMANN-BOYCE; AZIZ SHEIKH; JOSIP CAR. „Internet-based interventions for smoking cessation“. In: *The Cochrane database of systematic reviews* 7 (2013), S. CD007078. DOI: 10.1002/14651858.CD007078.pub4.
- [CLA16] ASHLEY N. CLAUSEN; WESTLEY YOUNGREN; JASON-FLOR V. SISANTE; SANDRA A. BILLINGER; CHARLES TAYLOR; ROBIN L. AUPPERLE. „Combat PTSD and Implicit Behavioral Tendencies for Positive Affective Stimuli: A Brief Report“. In: *Frontiers in psychology* 7 (2016), S. 758. ISSN: 1664-1078. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00758.
- [COH14] AMY M. COHN; CAROLINE COBB; BRETT T. HAGMAN; AMY CAMERON; SARAH EHLKE; JESSICA N. MITCHELL. „Implicit alcohol cognitions in risky drinking nicotine users with and without comorbid major depressive disorder“. In: *Addictive behaviors* 39.4 (2014), S. 797–802. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2013.12.012.
- [COL14] ALEX COLGAN. *How Does the Leap Motion Controller Work?* 2014. URL: <http://blog.leapmotion.com/hardware-to-software-how-does-the-leap-motion-controller-work/> (besucht am 12.11.2018).
- [COL18] MICHAEL COLLINS. *Maya Rigging*. 2018. URL: <https://michaelcollins.xyz/3d-modeling-rendering-animation-spl8--oer/exercises/maya-rigging.html> (besucht am 10.02.2021).

- [CON02] CYNTHIA A. CONKLIN; STEPHEN T. TIFFANY. „Applying extinction research and theory to cue-exposure addiction treatments“. In: *Addiction (Abingdon, England)* 97.2 (2002), S. 155–167. ISSN: 1360-0443. DOI: 10.1046/j.1360-0443.2002.00014.x.
- [COR21] G. CORWIN. „Minor studies from the psychological laboratory of Cornell University“. In: *The American Journal of Psychology* 32 (1921), S. 563–570.
- [COU11] JANNA COUSIJN; ANNA E. GOUDRIAAN; REINOUT W. WIERS. „Reaching out towards cannabis: approach-bias in heavy cannabis users predicts changes in cannabis use“. In: *Addiction (Abingdon, England)* 106.9 (2011), S. 1667–1674. ISSN: 1360-0443. DOI: 10.1111/j.1360-0443.2011.03475.x.
- [COU12] JANNA COUSIJN; ANNA E. GOUDRIAAN; K. RICHARD RIDDERINKHOF; WIM VAN DEN BRINK; DICK J. VELTMAN; REINOUT W. WIERS. „Approach-bias predicts development of cannabis problem severity in heavy cannabis users: results from a prospective fMRI study“. In: *PloS one* 7.9 (2012), e42394. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0042394. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22957019/>.
- [COU13] JANNA COUSIJN; ROBIN W. M. SNOEK; REINOUT W. WIERS. „Cannabis intoxication inhibits avoidance action tendencies: a field study in the Amsterdam coffee shops“. In: *Psychopharmacology* 229.1 (2013), S. 167–176. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s00213-013-3097-6.
- [COU14] JANNA COUSIJN; MAARTJE LUIJTEN; REINOUT W. WIERS. „Mechanisms underlying alcohol-approach action tendencies: the role of emotional primes and drinking motives“. In: *Frontiers in psychiatry* 5 (2014), S. 44. ISSN: 1664-0640. DOI: 10.3389/fpsy.2014.00044.
- [COU15] JANNA COUSIJN; PATTY VAN BENTHEM; EVELIEN VAN DER SCHEE; RENKE SPIJKERMAN. „Motivational and control mechanisms underlying adolescent cannabis use disorders: A prospective study“. In: *Developmental cognitive neuroscience* 16 (2015), S. 36–45. ISSN: 1878-9307. DOI: 10.1016/j.dcn.2015.04.001. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878929315000419>.

- [COY05] DAVID COYLE; MARK MATTHEWS; JOHN SHARRY; ANDY NISBET; GAVIN DOHERTY. „Personal Investigator: A therapeutic 3D game for adolescent psychotherapy“. In: *Interactive Technology and Smart Education 2.2* (2005), S. 73–88. ISSN: 1741-5659. DOI: 10.1108/17415650580000034.
- [CRA18] DAVID CRANE; CLAIRE GARNETT; SUSAN MICHIE; ROBERT WEST; JAMIE BROWN. „A smartphone app to reduce excessive alcohol consumption: Identifying the effectiveness of intervention components in a factorial randomised control trial“. In: *Scientific reports 8.1* (2018), S. 4384. DOI: 10.1038/s41598-018-22420-8.
- [CRE09] HANNEKE E. CREEMERS; TELLERVO KORHONEN; JAAKKO KAPRIO; WILMA A. M. VOLLEBERGH; JOHAN ORMEL; FRANK C. VERHULST; ANJA C. HUIZINK. „The role of temperament in the relationship between early onset of tobacco and cannabis use: the TRAILS study“. In: *Drug and alcohol dependence 104.1-2* (2009), S. 113–118. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2009.04.010. URL: [https://www.researchgate.net/publication/26253367\\_The\\_role\\_of\\_temperament\\_in\\_the\\_relationship\\_between\\_early\\_onset\\_of\\_tobacco\\_and\\_cannabis\\_use\\_The\\_TRAIL\\_Study](https://www.researchgate.net/publication/26253367_The_role_of_temperament_in_the_relationship_between_early_onset_of_tobacco_and_cannabis_use_The_TRAIL_Study).
- [CRE21] CREATIVE COMMONS. *Creative Commons — Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 4.0 International — CC BY-NC-ND 4.0*. 2021. URL: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> (besucht am 26. 04. 2021).
- [CRI17] CHRISTINA CRING. *Approach and avoidance tendencies: Using smartphones to study behavioral responses and food desires*. 2017. URL: <https://openaccess.leidenuniv.nl/bitstream/handle/1887/53247/Cring%2C%20Christina-s1899589-MA%20Thesis%20ECP-2017.pdf> (besucht am 25. 10. 2019).
- [CRO12] J. H. CROSBIE; S. LENNON; M. C. MCGOLDRICK; M. D. J. MCNEILL; S. M. MCDONOUGH. „Virtual reality in the rehabilitation of the arm after hemiplegic stroke: a randomized controlled pilot study“. In: *Clinical rehabilitation 26.9* (2012), S. 798–806. DOI: 10.1177/0269215511434575.
- [CRU92] CAROLINA CRUZ-NEIRA; DANIEL J. SANDIN; THOMAS A. DEFANTI; ROBERT V. KENYON; JOHN C. HART. „The CAVE: audio visual experience automatic virtual environment“. In: *Communications of the ACM 35.6* (1992), S. 64–72. ISSN: 0001-0782. DOI: 10.1145/129888.129892.

- [CUL10] CHRISTOPHER CULBERTSON; SAM NICOLAS; ITAY ZAHAROVITS; EDYTHE D. LONDON; RICHARD de LA GARZA; ARTHUR L. BRODY; THOMAS F. NEWTON. „Methamphetamine craving induced in an online virtual reality environment“. In: *Pharmacology, biochemistry, and behavior* 96.4 (2010), S. 454–460. ISSN: 0091-3057. DOI: 10.1016/j.pbb.2010.07.005. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20643158/>.
- [CUM05] K. MICHAEL CUMMINGS; ANDREW HYLAND. „Impact of nicotine replacement therapy on smoking behavior“. In: *Annual review of public health* 26 (2005), S. 583–599. ISSN: 0163-7525. DOI: 10.1146/annurev.publhealth.26.021304.144501.
- [CUM15] ELIZABETH CUMMINGS; SITWAT LANGRIAL; WU-CHEN SU; STOYAN R. STOYANOV; LEANNE HIDES; DAVID J. KAVANAGH; OKSANA ZELENKO; DIAN TJONDRONEGORO; MADHAVAN MANI. „Mobile App Rating Scale: A New Tool for Assessing the Quality of Health Mobile Apps“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 3.1 (2015). DOI: 10.2196/mhealth.3422.
- [DAS17] JULIETA DASCAL; MARK REID; WAGUIH WILLIAM ISHAK; BRENNAN SPIEGEL; JENNIFER RECACHO; BRADLEY ROSEN; ITAI DANOVITCH. „Virtual Reality and Medical Inpatients: A Systematic Review of Randomized, Controlled Trials“. In: *Innovations in Clinical Neuroscience* 14.1-2 (2017), S. 14–21. ISSN: 2158-8333.
- [DAV13] DANIEL DAVID; SILVIU-ANDREI MATU; OANA ALEXANDRA DAVID. „New Directions in Virtual Reality-Based Therapy for Anxiety Disorders“. In: *International Journal of Cognitive Therapy* 6.2 (2013), S. 114–137. ISSN: 1937-1209. DOI: 10.1521/ijct.2013.6.2.114.
- [DER18] SARAH S. DERMODY; JEFFERY D. WARDELL; SUSAN A. STONER; CHRISTIAN S. HENDERSHOT. „Predictors of Daily Adherence to Naltrexone for Alcohol Use Disorder Treatment During a Mobile Health Intervention“. In: *Annals of behavioral medicine : a publication of the Society of Behavioral Medicine* 52.9 (2018), S. 787–797. DOI: 10.1093/abm/kax053.
- [DEU06] ROLAND DEUTSCH; FRITZ STRACK. „Reflective and Impulsive Determinants of Addictive Behavior“. In: *Handbook of Implicit Cognition and Addiction*. Hrsg. von REINOUT WILLEM HENRY JON WIERS; ALAN W. STACY. Thousand Oaks [Calif.]: Sage Publications, 2006, S. 45–57. ISBN: 1782689095. DOI: 10.4135/9781412976237.

- [DI 17] LISA C. G. DI LEMMA; MATT FIELD. „Cue avoidance training and inhibitory control training for the reduction of alcohol consumption: a comparison of effectiveness and investigation of their mechanisms of action“. In: *Psychopharmacology* 234.16 (2017), S. 2489–2498. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s00213-017-4639-0.
- [DIF02] JOANN DIFEDE; HUNTER G. HOFFMAN. „Virtual reality exposure therapy for World Trade Center Post-traumatic Stress Disorder: a case report“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 5.6 (2002), S. 529–535. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/109493102321018169.
- [DIR15] ARTUR DIREITO; YANNAN JIANG; ROBYN WHITTAKER; RALPH MADDISON. „Apps for IMproving FITness and Increasing Physical Activity Among Young People: The AIMFIT Pragmatic Randomized Controlled Trial“. In: *Journal of medical Internet research* 17.8 (2015), e210. DOI: 10.2196/jmir.4568.
- [DON18] CHRISTINA DONATH. *Drogen- und Suchtbericht 2018*. Hrsg. von DIE DROGENBEAUFTRAGTE DER BUNDESREGIERUNG. Berlin, 2018. URL: [https://www.drogenbeauftragte.de/fileadmin/dateien-dba/Drogenbeauftragte/Drogen\\_und\\_Suchtbericht/pdf/DSB-2018.pdf](https://www.drogenbeauftragte.de/fileadmin/dateien-dba/Drogenbeauftragte/Drogen_und_Suchtbericht/pdf/DSB-2018.pdf) (besucht am 07.12.2018).
- [DÖR19] RALF DÖRNER; WOLFGANG BROLL; PAUL GRIMM; BERNHARD JUNG. *Virtual und Augmented Reality (VR/AR): Grundlagen und Methoden der Virtuellen und Augmentierten Realität*. 2nd ed. 2019. Berlin und Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg und Imprint: Springer Vieweg, 2019. ISBN: 9783662588611. DOI: 10.1007/978-3-662-58861-1.
- [DOV12] SEBASTIAAN DOVIS; SASKIA VAN DER OORD; REINOUT W. WIERS; PIER J. M. PRINS. „Can motivation normalize working memory and task persistence in children with attention-deficit/hyperactivity disorder? The effects of money and computer-gaming“. In: *Journal of abnormal child psychology* 40.5 (2012), S. 669–681. ISSN: 1573-2835. DOI: 10.1007/s10802-011-9601-8.
- [DUK04] THEODORA DUKA; JULIA M. TOWNSHEND. „The priming effect of alcohol pre-load on attentional bias to alcohol-related stimuli“. In: *Psychopharmacology* 176.3-4 (2004), S. 353–361. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s00213-004-1906-7.

- [DUL14] PATRICK L. DULIN; VIVIAN M. GONZALEZ; KENDRA CAMPBELL. „Results of a pilot test of a self-administered smartphone-based treatment system for alcohol use disorders: usability and early outcomes“. In: *Substance Abuse* 35.2 (2014), S. 168–175. ISSN: 0889-7077. DOI: 10.1080/08897077.2013.821437.
- [DUL17] PATRICK L. DULIN; VIVIAN M. GONZALEZ. „Smartphone-based, momentary intervention for alcohol cravings amongst individuals with an alcohol use disorder“. In: *Psychology of addictive behaviors : journal of the Society of Psychologists in Addictive Behaviors* 31.5 (2017), S. 601–607. DOI: 10.1037/adb0000292.
- [DWE86] CAROL S. DWECK. „Motivational processes affecting learning“. In: *American Psychologist* 41.10 (1986), S. 1040–1048. DOI: 10.1037/0003-066x.41.10.1040.
- [EAS15] JAMAL EASON. *Android Developers Blog: An update on Eclipse Android Developer Tools*. 2015. URL: <https://android-developers.googleblog.com/2015/06/an-update-on-eclipse-android-developer.html> (besucht am 29.04.2020).
- [EBE13] CAROLIN EBERL; REINOUT W. WIERS; STEFFEN PAWELCZACK; MIKE RINCK; ENI S. BECKER; JOHANNES LINDENMEYER. „Approach bias modification in alcohol dependence: Do clinical effects replicate and for whom does it work best?“ In: *Developmental cognitive neuroscience* 4 (2013), S. 38–51. ISSN: 1878-9307. DOI: 10.1016/j.dcn.2012.11.002.
- [EBE14] CAROLIN EBERL; REINOUT W. WIERS; STEFFEN PAWELCZACK; MIKE RINCK; ENI S. BECKER; JOHANNES LINDENMEYER. „Implementation of approach bias re-training in alcoholism-how many sessions are needed?“ In: *Alcoholism, clinical and experimental research* 38.2 (2014), S. 587–594. ISSN: 1530-0277. DOI: 10.1111/acer.12281.
- [EFF15] TOBIAS EFFERTZ. *Die volkswirtschaftlichen Kosten gefährlichen Konsums*. Peter Lang, 2015. ISBN: 9783653052725. DOI: 10.3726/978-3-653-05272-5.
- [EFF16] TOBIAS EFFERTZ. „Kosten des Rauchens in Deutschland“. In: *Public Health Forum* 24.2 (2016), S. 143. ISSN: 1876-4851. DOI: 10.1515/pubhef-2016-0036.

- [EIL19a] TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; RAINER BRÜCK. „Fighting Substance Dependency Combining AAT Therapy and Virtual Reality with Game Design Elements“. In: *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*. SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2019, S. 28–37. ISBN: 978-989-758-354-4. DOI: 10.5220/0007362100280037.
- [EIL19b] TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; ALLA MACHULSKA; TIM KLUCKEN; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; CARL FRIEDRICH GETHMANN; RAINER BRÜCK. „A Preliminary Evaluation of Transferring the Approach Avoidance Task into Virtual Reality“. In: *Information Technology in Biomedicine*. Hrsg. von EWA PIETKA; PAWEL BADURA; JACEK KAWA; WOJCIECH WIECLAWEK. Bd. 1011. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham: Springer International Publishing, 2019, S. 151–163. ISBN: 978-3-030-23761-5. DOI: 10.1007/978-3-030-23762-2\_14.
- [EIL21] TANJA JOAN EILER; TOBIAS FORNEBERG; ARMIN GRÜNEWALD; ALLA MACHULSKA; TIM KLUCKEN; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; CARL FRIEDRICH GETHMANN; RAINER BRÜCK. „One ‘Stop Smoking’ to Take Away, Please! A Preliminary Evaluation of an AAT Mobile App“. In: *Information Technology in Biomedicine*. Hrsg. von EWA PIETKA; PAWEL BADURA; JACEK KAWA; WOJCIECH WIECLAWEK. Bd. 1186. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham: Springer International Publishing, 2021, S. 345–357. ISBN: 978-3-030-49665-4. DOI: 10.1007/978-3-030-49666-1\_27.
- [ELE15] ERIC ELENKO; LINDSAY UNDERWOOD; DAPHNE ZOHAR. „Defining digital medicine“. In: *Nature biotechnology* 33.5 (2015), S. 456–461. DOI: 10.1038/nbt.3222.
- [ELF16] IMAN ELFEDDALI; HEIN de VRIES; CATHERINE BOLMAN; THOMAS PRONK; REINOUT W. WIERS. „A randomized controlled trial of Web-based Attentional Bias Modification to help smokers quit“. In: *Health psychology : official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association* 35.8 (2016), S. 870–880. ISSN: 0278-6133. DOI: 10.1037/hea0000346.
- [ELL06] ANDREW J. ELLIOT. „The Hierarchical Model of Approach-Avoidance Motivation“. In: *Motivation and Emotion* 30.2 (2006), S. 111–116. ISSN: 0146-7239. DOI: 10.1007/s11031-006-9028-7.

- [EMM21] PAUL M. G. EMMELKAMP; KATHARINA MEYERBRÖKER. „Virtual Reality Therapy in Mental Health“. In: *Annual review of clinical psychology* 17 (2021), S. 495–519. ISSN: 1548-5951. DOI: 10.1146/annurev-clinpsy-081219-115923.
- [ENO14] PHILIP M. ENOCK; STEFAN G. HOFMANN; RICHARD J. MCNALLY. „Attention Bias Modification Training Via Smartphone to Reduce Social Anxiety: A Randomized, Controlled Multi-Session Experiment“. In: *Cognitive Therapy and Research* 38.2 (2014), S. 200–216. ISSN: 0147-5916. DOI: 10.1007/s10608-014-9606-z.
- [EPI18] EPIC GAMES. *Unreal Engine 4 Documentation*. 2018. URL: <https://docs.unrealengine.com/latest/INT/> (besucht am 26.03.2018).
- [EPI20] EPIC GAMES. *Unreal Engine Features*. 2020. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/features> (besucht am 29.04.2020).
- [ERN13] LENA H. ERNST; MICHAEL M. PLICHTA; ELISABETH LUTZ; ANNA K. ZESEWITZ; SARA V. TUPAK; THOMAS DRESLER; ANN-CHRISTINE EHLIS; ANDREAS J. FALLGATTER. „Prefrontal activation patterns of automatic and regulated approach-avoidance reactions - a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study“. In: *Cortex; a journal devoted to the study of the nervous system and behavior* 49.1 (2013), S. 131–142. DOI: 10.1016/j.cortex.2011.09.013.
- [ERN14] LENA H. ERNST; MICHAEL M. PLICHTA; THOMAS DRESLER; ANNA K. ZESEWITZ; SARA V. TUPAK; FLORIAN B. HAEUSINGER; MATTHIAS FISCHER; THOMAS POLAK; ANDREAS J. FALLGATTER; ANN-CHRISTINE EHLIS. „Prefrontal correlates of approach preferences for alcohol stimuli in alcohol dependence“. In: *Addiction biology* 19.3 (2014), S. 497–508. DOI: 10.1111/adb.12005.
- [ETT06] JEAN-FRANÇOIS ETTER. „A list of the most popular smoking cessation web sites and a comparison of their quality“. In: *Nicotine & tobacco research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco* 8 Suppl 1 (2006), S27–34. DOI: 10.1080/14622200601039923.
- [FAC19] FACEBOOK TECHNOLOGIES LLC. *Gear VR Update: Gear VR App Development no Longer Supported From Oculus SDK Suite 1.42 and Future Versions*. 2019. URL: <https://developer.oculus.com/blog/gear-vr-app-development-no-longer-supported-from-sdk-suite-142-and-future-versions/> (besucht am 06.07.2021).

- [FAU09] FRANZ FAUL; EDGAR ERDFELDER; AXEL BUCHNER; ALBERT-GEORG LANG. „Statistical power analyses using G\*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses“. In: *Behavior research methods* 41.4 (2009), S. 1149–1160. DOI: 10.3758/BRM.41.4.1149.
- [FEB13] ALESSANDRO FEBRETTI et al. „CAVE2: a hybrid reality environment for immersive simulation and information analysis“. In: *The Engineering Reality of Virtual Reality 2013*. Hrsg. von MARGARET DOLINSKY; IAN E. MCDOWALL. SPIE Proceedings. SPIE, 2013, S. 864903. DOI: 10.1117/12.2005484.
- [FER02] DEAN FERGUSSON; SHAWN D. AARON; GORDON GUYATT; PAUL HÉBERT. „Post-randomisation exclusions: the intention to treat principle and excluding patients from analysis“. In: *BMJ (Clinical research ed.)* 325.7365 (2002), S. 652–654. DOI: 10.1136/bmj.325.7365.652.
- [FER10] MARTA FERRER-GARCÍA; OLAYA GARCÍA-RODRÍGUEZ; JOSÉ GUTIÉRREZ-MALDONADO; IRENE PERICOT-VALVERDE; ROBERTO SECADES-VILLA. „Efficacy of Virtual Reality in Triggering the Craving to Smoke: its Relation to Level of Presence and Nicotine Dependence“. In: *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine 2010*. Hrsg. von BRENDA K. WIEDERHOLD; GIUSEPPE RIVA; SUN I. KIM. San Diego, CA, 2010, S. 99–102.
- [FER13] MARTA FERRER-GARCIA; JOSÉ GUTIÉRREZ-MALDONADO; GIUSEPPE RIVA. „Virtual Reality Based Treatments in Eating Disorders and Obesity: A Review“. In: *Journal of Contemporary Psychotherapy* 43.4 (2013), S. 207–221. ISSN: 0022-0116. DOI: 10.1007/s10879-013-9240-1.
- [FER15] MARTA FERRER-GARCIA; JOSE GUTIERREZ-MALDONADO; JANET TREASURE; FERRAN VILALTA-ABELLA. „Craving for Food in Virtual Reality Scenarios in Non-Clinical Sample: Analysis of its Relationship with Body Mass Index and Eating Disorder Symptoms“. In: *European eating disorders review : the journal of the Eating Disorders Association* 23.5 (2015), S. 371–378. DOI: 10.1002/erv.2375.
- [FIE04a] MATT FIELD; KARIN MOGG; BRENDAN P. BRADLEY. „Cognitive bias and drug craving in recreational cannabis users“. In: *Drug and alcohol dependence* 74.1 (2004), S. 105–111. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2003.12.005.

- [FIE04b] MATT FIELD; KARIN MOGG; JESSICA ZETTELER; BRENDAN P. BRADLEY. „Attentional biases for alcohol cues in heavy and light social drinkers: the roles of initial orienting and maintained attention“. In: *Psychopharmacology* 176.1 (2004), S. 88–93. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s00213-004-1855-1.
- [FIE06] MATT FIELD; BRIAN EASTWOOD; BRENDAN P. BRADLEY; KARIN MOGG. „Selective processing of cannabis cues in regular cannabis users“. In: *Drug and alcohol dependence* 85.1 (2006), S. 75–82. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2006.03.018. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16701963/>.
- [FIE08] MATT FIELD; ANNA KIERNAN; BRIAN EASTWOOD; ROBERT CHILD. „Rapid approach responses to alcohol cues in heavy drinkers“. In: *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry* 39.3 (2008), S. 209–218. ISSN: 0005-7916. DOI: 10.1016/j.jbtep.2007.06.001.
- [FIE11] MATT FIELD; RHIANE CAREN; GORDON FERNIE; JAN de HOUWER. „Alcohol approach tendencies in heavy drinkers: comparison of effects in a Relevant Stimulus-Response Compatibility task and an approach/avoidance Simon task“. In: *Psychology of addictive behaviors : journal of the Society of Psychologists in Addictive Behaviors* 25.4 (2011), S. 697–701. DOI: 10.1037/a0023285.
- [FIE12] MATT FIELD; PAUL CHRISTIANSEN. „Commentary on, 'Internal reliability of measures of substance-related cognitive bias'“. In: *Drug and alcohol dependence* 124.3 (2012), S. 189–190. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2012.02.009.
- [FIO09] MICHAEL C. FIORE. *Treating tobacco use and dependence: 2008 update: Clinical practice guideline*. Diane Publishing, 2009.
- [FIT54] PAUL M. FITTS. „The information capacity of the human motor system in controlling the amplitude of movement“. In: *Journal of Experimental Psychology* 47.6 (1954), S. 381–391. DOI: 10.1037/h0055392.
- [FLA20] VALENTIN FLAUDIAS; OULMANN ZERHOUNI; NADIA CHAKROUN-BAGGIONI; SYLVIE PIRES; AUDREY SCHMITT; INGRID de CHAZERON; PIERRE MICHEL LLORCA; GEORGES BROUSSE. „Reducing Attentional Bias in Individuals With Alcohol Use Disorders With a Tablet Application: A Randomized Controlled Trial Pilot Study“. In: *Alcohol and alcoholism (Oxford, Oxfordshire)* 55.1 (2020), S. 51–55. ISSN: 1464-3502. DOI: 10.1093/alcalc/agz080.

- [FOR15] JAMES H. FORD; ESRA ALAGOZ; SUSAN DINAUER; KIMBERLY A. JOHNSON; KLAREN PE-ROMASHKO; DAVID H. GUSTAFSON. „Successful Organizational Strategies to Sustain Use of A-CHES: A Mobile Intervention for Individuals With Alcohol Use Disorders“. In: *Journal of medical Internet research* 17.8 (2015), e201. DOI: 10.2196/jmir.3965.
- [FOR18] EVAN M. FORMAN; STEPHANIE P. GOLDSTEIN; DANIEL FLACK; BRITTNEY C. EVANS; STEPHANIE M. MANASSE; CARA DOCHAT. „Promising technological innovations in cognitive training to treat eating-related behavior“. In: *Appetite* 124 (2018), S. 68–77. ISSN: 1095-8304. DOI: 10.1016/j.appet.2017.04.011.
- [FOR19] TOBIAS FORNEBERG. *Development of a mobile application for the therapy of substance dependence disorders by using the Approach Avoidance Task (AAT)*. 2019.
- [FRE13] CAROLINE FREE; GEMMA PHILLIPS; LEANDRO GALLI; LOUISE WATSON; LAMBERT FELIX; PHIL EDWARDS; VIKRAM PATEL; ANDY HAINES. „The effectiveness of mobile-health technology-based health behaviour change or disease management interventions for health care consumers: a systematic review“. In: *PLoS medicine* 10.1 (2013), e1001362. DOI: 10.1371/journal.pmed.1001362.
- [FRE17] D. FREEMAN; S. REEVE; A. ROBINSON; A. EHLERS; D. CLARK; B. SPANLANG; M. SLATER. „Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders“. In: *Psychological medicine* 47.14 (2017), S. 2393–2400. DOI: 10.1017/S003329171700040X.
- [FRI20] KIM FRICKE; SUSANNE VOGEL. „How interindividual differences shape approach-avoidance behavior: Relating self-report and diagnostic measures of interindividual differences to behavioral measurements of approach and avoidance“. In: *Neuroscience and biobehavioral reviews* 111 (2020), S. 30–56. ISSN: 1873-7528. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2020.01.008.
- [GAM14] PEDRO GAMITO; JORGE OLIVEIRA; ANDRÉ BAPTISTA; DIOGO MORAIS; PAULO LOPES; PEDRO ROSA; NUNO SANTOS; RODRIGO BRITO. „Eliciting nicotine craving with virtual smoking cues“. In: *Cyberpsychology, behavior and social networking* 17.8 (2014), S. 556–561. ISSN: 2152-2723. DOI: 10.1089/cyber.2013.0329.

- [GAO13] KENNETH GAO; MARK D. WIEDERHOLD; LINGJUN KONG; BRENDA K. WIEDERHOLD. „Clinical Experiment to Assess Effectiveness of Virtual Reality Teen Smoking Cessation Program“. In: *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine 2013*. Hrsg. von B. K. WIEDERHOLD; GIUSEPPE RIVA. Studies in health technology and informatics. Amsterdam: IOS Press, 2013, S. 58–62. ISBN: 978-1-61499-282-0. DOI: 10.3233/978-1-61499-282-0-58.
- [GAR01] A. GARCIA-PALACIOS; H. G. HOFFMAN; S. K. SEE; A. TSAI; C. BOTELLA. „Redefining therapeutic success with virtual reality exposure therapy“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 4.3 (2001), S. 341–348. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/109493101300210231.
- [GAR07] A. GARCIA-PALACIOS; C. BOTELLA; H. HOFFMAN; S. FABREGAT. „Comparing acceptance and refusal rates of virtual reality exposure vs. in vivo exposure by patients with specific phobias“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 10.5 (2007), S. 722–724. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/cpb.2007.9962.
- [GAR12] OLAYA GARCÍA-RODRÍGUEZ; IRENE PERICOT-VALVERDE; JOSÉ GUTIÉRREZ-MALDONADO; MARTA FERRER-GARCÍA; ROBERTO SECADES-VILLA. „Validation of smoking-related virtual environments for cue exposure therapy“. In: *Addictive behaviors* 37.6 (2012), S. 703–708. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2012.02.013.
- [GEE03] JAMES PAUL GEE. *What video games have to teach us about learning and literacy*. 1st ed. New York: Palgrave Macmillan, 2003. ISBN: 1403961697.
- [GER04] JONATHAN GERSHON; ELANA ZIMAND; MELISSA PICKERING; BARBARA OLASOV ROTHBAUM; LARRY HODGES. „A pilot and feasibility study of virtual reality as a distraction for children with cancer“. In: *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry* 43.10 (2004), S. 1243–1249. ISSN: 0890-8567. DOI: 10.1097/01.chi.0000135621.23145.05. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15381891/>.
- [GER08] MARYROSE GERARDI; BARBARA OLASOV ROTHBAUM; KERRY RESSLER; MARY HEEKIN; ALBERT RIZZO. „Virtual reality exposure therapy using a virtual Iraq: case report“. In: *Journal of traumatic stress* 21.2 (2008), S. 209–213. ISSN: 0894-9867. DOI: 10.1002/jts.20331.

- [GHI18] ALEXANDRA GHIȚĂ; JOSÉ GUTIÉRREZ-MALDONADO. „Applications of virtual reality in individuals with alcohol misuse: A systematic review“. In: *Addictive behaviors* 81 (2018), S. 1–11. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2018.01.036.
- [GIL18] MICHAËL GILBERT; SAMUEL DEMARCHI; ISABEL URDAPILLETA. „FACSHuman a Software to Create Experimental Material by Modeling 3D Facial Expression“. In: *Proceedings of the 18th International Conference on Intelligent Virtual Agents*. Hrsg. von ANTON BOGDANOVYCH; DEBORAH RICHARDS; SIMEON SIMOFF; CATHERINE PELACHAUD; DIRK HEYLEN; TOMAS TRESCAK. New York, NY, USA: ACM, 2018, S. 333–334. ISBN: 9781450360135. DOI: 10.1145/3267851.3267865.
- [GIR03] GILSON GIRALDI; RODRIGO SILVA; JAUVANE C. de OLIVEIRA. *Introduction to Virtual Reality*. Hrsg. von NATIONAL LABORATORY FOR SCIENTIFIC COMPUTATION. 2003.
- [GIR07] BENOIT GIRARD; VINCENT TURCOTTE. „A Virtual Arm to Stop Smoking, A Pilot Perceptual Learning Experiment“. In: *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine 2007*. Hrsg. von BRENDA K. WIEDERHOLD; STÉPHANE BOUCHARD; GIUSEPPE RIVA. San Diego, CA, 2007, S. 63–69. ISBN: 978-0-9724074-9-6.
- [GIR09] BENOIT GIRARD; VINCENT TURCOTTE; STÉPHANE BOUCHARD; BRUNO GIRARD. „Crushing virtual cigarettes reduces tobacco addiction and treatment discontinuation“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 12.5 (2009), S. 477–483. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/cpb.2009.0118.
- [GIR14] DANIELLE GIROUX; SAMANTHA BACON; DIANE K. KING; PATRICK DULIN; VIVIAN GONZALEZ. „Examining perceptions of a smartphone-based intervention system for alcohol use disorders“. In: *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association* 20.10 (2014), S. 923–929. DOI: 10.1089/tmj.2013.0222.
- [GLA17] JOSEPH E. GLASS; JAMES R. MCKAY; DAVID H. GUSTAFSON; RACHEL KORNFELD; PAUL J. RATHOUZ; FIONA M. MCTAVISH; AMY K. ATWOOD; ANDREW ISHAM; ANDREW QUANBECK; DHAVAN SHAH. „Treatment seeking as a mechanism of change in a randomized controlled trial of a mobile health intervention to support recovery from alcohol use disorders“. In: *Journal of substance*

- abuse treatment* 77 (2017), S. 57–66. DOI: 10.1016/j.jsat.2017.03.011.
- [GOB98] E. GOBBETTI; R. SCATENI. „Virtual reality: Past, present and future“. In: *Studies in health technology and informatics* 58 (1998), S. 3–20. ISSN: 0926-9630.
- [GOH15] GLENN GOH; NGIAP CHUAN TAN; RAHUL MALHOTRA; UMA PADMANABHAN; SYLVAIN BARBIER; JOHN CARSON ALLEN; TRULS ØSTBYE. „Short-term trajectories of use of a caloric-monitoring mobile phone app among patients with type 2 diabetes mellitus in a primary care setting“. In: *Journal of medical Internet research* 17.2 (2015), e33. DOI: 10.2196/jmir.3938.
- [GOL06] JEFFREY I. GOLD; SEOK HYEON KIM; ALEXIS J. KANT; MICHAEL H. JOSEPH; ALBERT SKIP RIZZO. „Effectiveness of virtual reality for pediatric pain distraction during i.v. placement“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 9.2 (2006), S. 207–212. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/cpb.2006.9.207.
- [GOL20] EMILIO GOLDENHERSCH; JOHANNES THRUL; JOAQUÍN UNGARETTI; NICOLAS ROSENCOVICH; CRISTIAN WAITMAN; MARCELO RODRIGUEZ CEBERIO. „Virtual Reality Smartphone-Based Intervention for Smoking Cessation: Pilot Randomized Controlled Trial on Initial Clinical Efficacy and Adherence“. In: *Journal of medical Internet research* 22.7 (2020), e17571. DOI: 10.2196/17571.
- [GON12] RAQUEL GONÇALVES; ANA LÚCIA PEDROZO; EVANDRO SILVA FREIRE COUTINHO; IVAN FIGUEIRA; PAULA VENTURA. „Efficacy of Virtual Reality Exposure Therapy in the Treatment of PTSD: A Systematic Review“. In: *PloS one* 7.12 (2012). ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0048469.
- [GON14] RACHEL GONZALES; ALFONSO ANG; DEBRA A. MURPHY; DEBORAH C. GLIK; M. DOUGLAS ANGLIN. „Substance use recovery outcomes among a cohort of youth participating in a mobile-based texting aftercare pilot program“. In: *Journal of substance abuse treatment* 47.1 (2014), S. 20–26. DOI: 10.1016/j.jsat.2014.01.010.
- [GON15] VIVIAN M. GONZALEZ; PATRICK L. DULIN. „Comparison of a smartphone app for alcohol use disorders with an Internet-based intervention plus bibliotherapy: A pilot study“. In: *Journal of consulting and clinical psychology* 83.2 (2015), S. 335–345. ISSN: 0022-006X. DOI: 10.1037/a0038620.

- [GOO18] GOOGLE LLC. *Poly: Explore the world of 3D*. 2018. URL: <https://poly.google.com/?hl=en> (besucht am 27.03.2018).
- [GOO20a] GOOGLE LLC. *Android Runtime (ART) und Dalvik*. 2020. URL: <https://source.android.com/devices/tech/dalvik> (besucht am 09.03.2021).
- [GOO20b] GOOGLE LLC. *Meet Android Studio | Android-Entwickler | Android Developers*. 2020. URL: <https://developer.android.com/studio/intro> (besucht am 29.04.2020).
- [GOO21a] GOOGLE LLC. *Cardboard - Create immersive VR experiences*. 2021. URL: <https://developers.google.com/cardboard/> (besucht am 06.07.2021).
- [GOO21b] GOOGLE LLC. *Documentation | Android Developers*. 2021. URL: <https://developer.android.com/docs> (besucht am 11.03.2021).
- [GOR10] ALESSANDRA GORINI; ERIC GRIEZ; ANNA PETROVA; GIUSEPPE RIVA. „Assessment of the emotional responses produced by exposure to real food, virtual food and photographs of food in patients affected by eating disorders“. In: *Annals of general psychiatry* 9 (2010), S. 30. DOI: 10.1186/1744-859X-9-30.
- [GRA17] BEN GRAFTON; COLIN MACLEOD; DANIEL RUDAIZKY; EMILY A. HOLMES; ELSKE SALEMINK; ELAINE FOX; LIES NOTEBAERT. „Confusing procedures with process when appraising the impact of cognitive bias modification on emotional vulnerability†“. In: *The British journal of psychiatry : the journal of mental science* 211.5 (2017), S. 266–271. DOI: 10.1192/bjp.bp.115.176123.
- [GRE03] ANTHONY G. GREENWALD; BRIAN A. NOSEK; MAHZARIN R. BANAJI. „Understanding and using the implicit association test: I. An improved scoring algorithm“. In: *Journal of personality and social psychology* 85.2 (2003), S. 197–216. ISSN: 0022-3514. DOI: 10.1037/0022-3514.85.2.197.
- [GRE98] A. G. GREENWALD; D. E. MCGHEE; J. L. SCHWARTZ. „Measuring individual differences in implicit cognition: the implicit association test“. In: *Journal of personality and social psychology* 74.6 (1998), S. 1464–1480. ISSN: 0022-3514. DOI: 10.1037//0022-3514.74.6.1464.

- [GRI06] H. GRILLON; F. RIQUIER; BRUNO HERBELIN; DANIEL THALMANN. „Use of Virtual Reality as Therapeutic Tool for Behavioural Exposure in the Ambit of Social“. In: *The 6th International conference on disability, virtual reality and associated technologies*. Hrsg. von PAUL SHARKEY; TONY BROOKS; SUE COBB. University of Reading, 2006, S. 105–112. ISBN: 0704998653.
- [GRO16] MARTINE GROEFSEMA; RUTGER ENGELS; EMMANUEL KUNTSCHKE; KOEN SMIT; MAARTJE LUIJTEN. „Cognitive Biases for Social Alcohol-Related Pictures and Alcohol Use in Specific Social Settings: An Event-Level Study“. In: *Alcoholism, clinical and experimental research* 40.9 (2016), S. 2001–2010. ISSN: 1530-0277. DOI: 10.1111/acer.13165. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27511292/>.
- [GRO84] ANNETTE M. B. de GROOT. „Primed Lexical Decision: Combined Effects of the Proportion of Related Prime-Target Pairs and the Stimulus-Onset Asynchrony of Prime and Target“. In: *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A* 36.2 (1984), S. 253–280. ISSN: 0272-4987. DOI: 10.1080/14640748408402158.
- [GUA16] HONORIA GUARINO; MICHELLE ACOSTA; LISA A. MARSCH; HAIYI XIE; YESENIA APONTE-MELENDZ. „A mixed-methods evaluation of the feasibility, acceptability, and preliminary efficacy of a mobile intervention for methadone maintenance clients“. In: *Psychology of addictive behaviors : journal of the Society of Psychologists in Addictive Behaviors* 30.1 (2016), S. 1–11. DOI: 10.1037/adb0000128.
- [GUN15] L. K. PULASTHI DHANANJAYA GUNAWARDHANA; SELLAPPAN PALANIAPPAN. „Psychology of Digital Games and Its Effects to Its Users“. In: *Creative Education* 06.16 (2015), S. 1726–1732. ISSN: 2151-4755. DOI: 10.4236/ce.2015.616174.
- [GUN98] L. M. GUNTHER; J. C. DENNISTON; R. R. MILLER. „Conducting exposure treatment in multiple contexts can prevent relapse“. In: *Behaviour research and therapy* 36.1 (1998), S. 75–91. DOI: 10.1016/S0005-7967(97)10019-5.
- [GUS14] DAVID H. GUSTAFSON et al. „A smartphone application to support recovery from alcoholism: a randomized clinical trial“. In: *JAMA psychiatry* 71.5 (2014), S. 566–572. DOI: 10.1001/jamapsychiatry.2013.4642.
- [GUT08] MARIO ARTURO GUTIÉRREZ ALONSO; FRÉDÉRIC VEXO; DANIEL THALMANN. *Stepping into virtual reality*. London: Springer, 2008. ISBN: 978-1-84800-117-6.

- [HAJ13] PETER HAJEK; LINDSAY F. STEAD; ROBERT WEST; MARTIN JARVIS; JAMIE HARTMANN-BOYCE; TIM LANCASTER. „Relapse prevention interventions for smoking cessation“. In: *The Cochrane database of systematic reviews* 8 (2013), S. CD003999. DOI: 10.1002/14651858.CD003999.pub4.
- [HAL90] SHARON M. HALL; BARBARA E. HAVASSY; DAVID A. WASERMAN. „Commitment to abstinence and acute stress in relapse to alcohol, opiates, and nicotine“. In: *Journal of consulting and clinical psychology* 58.2 (1990), S. 175–181. ISSN: 0022-006X. DOI: 10.1037/0022-006X.58.2.175.
- [HAM15] SAEED HAMINE; EMILY GERTH-GUYETTE; DUNIA FAULX; BEVERLY B. GREEN; AMY SARAH GINSBURG. „Impact of mHealth chronic disease management on treatment adherence and patient outcomes: a systematic review“. In: *Journal of medical Internet research* 17.2 (2015), e52. DOI: 10.2196/jmir.3951.
- [HAM19] FELIX G. HAMZA-LUP; CRENGUTA M. BOGDAN; DORIN M. POPOVICI; OVIDIU D. COSTEA. „A Survey of Visuo-Haptic Simulation in Surgical Training“. In: *International Conference on Mobile* (2019). URL: <https://arxiv.org/pdf/1903.03272>.
- [HAN14] D. HANIFF; A. CHAMBERLAIN; L. MOODY; S. de FREITAS. „Virtual environments for mental health issues: a review“. In: *Journal of Metabolomics and Systems Biology* 3.1 (2014), S. 1–10. DOI: 10.5897/JMSB11.003.
- [HAR19] DANIEL HARLEY; ANEESH P. TARUN; SARA ELSHARAWY; ALEXANDER VERNI; TUDOR TIBU; MARKO BILIC; ALEXANDER BAKOGEORGE; ALI MAZALEK. „Mobile Realities“. In: *Proceedings of the 2019 on Designing Interactive Systems Conference*. Hrsg. von STEVE HARRISON; SHAOWEN BARDZELL; CARMAN NEUSTAEDTER; DEBORAH TATAR. New York, NY, USA: ACM, 2019, S. 1131–1144. ISBN: 9781450358507. DOI: 10.1145/3322276.3322341.
- [HAY06] STEVEN C. HAYES; JASON B. LUOMA; FRANK W. BOND; AKIHIKO MASUDA; JASON LILLIS. „Acceptance and commitment therapy: model, processes and outcomes“. In: *Behaviour research and therapy* 44.1 (2006), S. 1–25. DOI: 10.1016/j.brat.2005.06.006.
- [HAY13] STEVEN C. HAYES; MICHAEL E. LEVIN; JENNIFER PLUMB-VILARDAGA; JENNIFER L. VILLATTE; JACQUELINE PISTORELLO. „Acceptance and commitment therapy and contextual behavioral

- science: examining the progress of a distinctive model of behavioral and cognitive therapy“. In: *Behavior therapy* 44.2 (2013), S. 180–198. DOI: 10.1016/j.beth.2009.08.002.
- [HEA91] T. F. HEATHERTON; L. T. KOZLOWSKI; R. C. FRECKER; K. O. FAGERSTRÖM. „The Fagerström Test for Nicotine Dependence: a revision of the Fagerström Tolerance Questionnaire“. In: *British journal of addiction* 86.9 (1991), S. 1119–1127. ISSN: 0952-0481. DOI: 10.1111/j.1360-0443.1991.tb01879.x.
- [HEF15] JAIMEE L. HEFFNER; ROGER VILARDAGA; LAINA D. MERCER; JULIE A. KIENTZ; JONATHAN B. BRICKER. „Feature-level analysis of a novel smartphone application for smoking cessation“. In: *The American journal of drug and alcohol abuse* 41.1 (2015), S. 68–73. ISSN: 1097-9891. DOI: 10.3109/00952990.2014.977486.
- [HEI92] MORTON LEONARD HEILIG. „EL Cine del Futuro: The Cinema of the Future“. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 1.3 (1992), S. 279–294. DOI: 10.1162/pres.1992.1.3.279.
- [HEL14] ELINA HELANDER; KIRSIKKA KAIPAINEN; ILKKA KORHONEN; BRIAN WANSINK. „Factors related to sustained use of a free mobile app for dietary self-monitoring with photography and peer feedback: retrospective cohort study“. In: *Journal of medical Internet research* 16.4 (2014), e109. DOI: 10.2196/jmir.3084.
- [HER02] BRUNO HERBELIN; FRANCOISE RIQUIER; FREDERIC VEXO; DANIEL THALMANN. „Virtual Reality in Cognitive Behavioral Therapy: Study on Social Anxiety Disorder“. In: *8th International Conference on Virtual Systems and Multimedia, VSMM2002*. 2002.
- [HOD01] LARRY HODGES; PAGE ANDERSON; GRIGORE BURDEA; HUNTER HOFFMAN; BARBARA ROTHBAUM. „Treating Psychological and Physical Disorders with VR“. In: *IEEE Computer Graphics and Applications* 6.21 (2001), S. 25–33.
- [HOF04] HUNTER G. HOFFMANN. „Virtual-Reality Therapy“. In: *Scientific American*. Bd. 291. 2004, S. 58–65. URL: <https://www.scientificamerican.com/article/virtual-reality-therapy/> (besucht am 05.06.2019).
- [HOF07] HUNTER G. HOFFMAN; TODD L. RICHARDS; TREVOR VAN OOSTROM; BARBARA A. CODA; MARK P. JENSEN; DAVID K. BLOUGH; SAM R. SHARAR. „The analgesic effects of opioids and immersive virtual reality distraction: evidence from subjective and functional brain imaging assessments“. In: *Anesthesia and analgesia* 105.6 (2007),

- 1776–83, table of contents. DOI: 10.1213/01.ane.0000270205.45146.db.
- [HOF09] WILHELM HOFMANN; MALTE FRIESE; FRITZ STRACK. „Impulse and Self-Control From a Dual-Systems Perspective“. In: *Perspectives on psychological science : a journal of the Association for Psychological Science* 4.2 (2009), S. 162–176. ISSN: 1745-6916. DOI: 10.1111/j.1745-6924.2009.01116.x.
- [HOL04] S. HOLMES; N. ZWAR; C. A. JIMÉNEZ-RUIZ; P. J. RYAN; D. BROWNING; L. BERGMANN; J. A. JOHNSTON. „Bupropion as an aid to smoking cessation: a review of real-life effectiveness“. In: *International journal of clinical practice* 58.3 (2004), S. 285–291. ISSN: 1368-5031. DOI: 10.1111/j.1368-5031.2004.00153.x.
- [HOL14] HEIDI HOLMEN; ASTRID TORBJØRNSEN; ASTRID KLOPSTAD WAHL; ANNE KAREN JENUM; MILADA CVANCAROVA SMÅSTUEN; EIRIK ARSAND; LIS RIBU. „A Mobile Health Intervention for Self-Management and Lifestyle Change for Persons With Type 2 Diabetes, Part 2: One-Year Results From the Norwegian Randomized Controlled Trial RENEWING HEALTH“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 2.4 (2014), e57. DOI: 10.2196/mhealth.3882.
- [HON14] YAN HONG; DANIEL GOLDBERG; DEBORAH VOLLMER DAHLKE; MARCIA G. ORY; JESSICA S. CARGILL; RACHEL COUGHLIN; EDGAR HERNANDEZ; DEBRA K. KELLSTEDT; S. CAMILLE PERES. „Testing Usability and Acceptability of a Web Application to Promote Physical Activity (iCanFit) Among Older Adults“. In: *JMIR human factors* 1.1 (2014), e2. ISSN: 2292-9495. DOI: 10.2196/humanfactors.3787.
- [HOR20] MARINA HORN; THOMAS ALTENBURG. *Drogen- und Suchtbericht 2020*. Hrsg. von DIE DROGENBEAUFTRAGTE DER BUNDESREGIERUNG. Berlin, 2020. URL: [https://www.drogenbeauftragte.de/assets/user\\_upload/DSB\\_2020\\_final\\_bf.pdf](https://www.drogenbeauftragte.de/assets/user_upload/DSB_2020_final_bf.pdf) (besucht am 27. 01. 2020).
- [HOU16] KATRIJN HOUBEN; FANIA C. M. DASSEN; ANITA JANSEN. „Taking control: Working memory training in overweight individuals increases self-regulation of food intake“. In: *Appetite* 105 (2016), S. 567–574. ISSN: 1095-8304. DOI: 10.1016/j.appet.2016.06.029.
- [HTC17a] HTC CORPORATION. *VIVE™ | VIVE Virtual Reality System*. 2017. URL: <https://www.vive.com/us/product/vive-virtual-reality-system/> (besucht am 01. 11. 2017).

- [HTC17b] HTC CORPORATION. *VIVE™ Deutschland*. 2017. URL: <https://www.vive.com/de/product/> (besucht am 27. 10. 2017).
- [HTC20] HTC CORPORATION. *VIVE Pro | The professional-grade VR headset*. 2020. URL: <https://www.vive.com/de/product/vive-pro/> (besucht am 29. 04. 2020).
- [HUT11] HEIDI E. HUTTON; LISA M. WILSON; BENJAMIN J. APENBERG; ERIKA AVILA TANG; OLAIDE ODELOLA; ERIC B. BASS; GEETANJALI CHANDER. „A systematic review of randomized controlled trials: Web-based interventions for smoking cessation among adolescents, college students, and adults“. In: *Nicotine & tobacco research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco* 13.4 (2011), S. 227–238. DOI: 10.1093/ntr/ntq252.
- [HYU13] S. JI HYUN; H. DOUG HYUN; N. CHURL; L. SANG HOON; S. JU WON. „Virtual reality therapy decreased metabolism of lentiform nucleus in patients with alcohol dependence: PET study“. In: *European Neuropsychopharmacology* 23 (2013), S563. ISSN: 0924977X. DOI: 10.1016/S0924-977X(13)70896-4.
- [ION21] IONOS DIGITAL GUIDE. *REST: Die HTTP-Lösung für Webservices*. 2021. URL: <https://www.ionos.de/digitalguide/server/knowhow/rest-die-http-loesung-fuer-webservices/> (besucht am 27. 09. 2021).
- [JAC18] JOANNA JACOBUS; CHARLES T. TAYLOR; KEVIN M. GRAY; LINDSAY R. MEREDITH; ANNA M. PORTER; IRENE LI; NORMA CASTRO; LINDSAY M. SQUEGLIA. „A multi-site proof-of-concept investigation of computerized approach-avoidance training in adolescent cannabis users“. In: *Drug and alcohol dependence* 187 (2018), S. 195–204. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2018.03.007.
- [JÄK99] CHRISTIAN JÄKLE; STEFAN KELLER; ERIKA BAUM; HEINZ-DIETER BASLER. „Skalen zur Selbstwirksamkeit und Entscheidungsbalance im Prozeß der Verhaltensänderung von Rauchern“. In: *Diagnostica* 45.3 (1999), S. 138–146. ISSN: 0012-1924. DOI: 10.1026//0012-1924.45.3.138.
- [JAN15a] TIM JANSSEN; HELLE LARSEN; WILMA A. M. VOLLEBERGH; REINOUT W. WIERS. „Longitudinal relations between cognitive bias and adolescent alcohol use“. In: *Addictive behaviors* 44 (2015), S. 51–57. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2014.11.018.

- [JAN15b] TIM JANSSEN; MARK D. WOOD; HELLE LARSEN; MARGOT PEETERS; WILMA A. M. VOLLEBERGH; REINOUT W. WIERS. „Investigating the Joint Development of Approach Bias and Adolescent Alcohol Use“. In: *Alcoholism, clinical and experimental research* 39.12 (2015), S. 2447–2454. ISSN: 1530-0277. DOI: 10.1111/acer.12899. URL: [https://www.researchgate.net/publication/284559983\\_Investigating\\_the\\_Joint\\_Development\\_of\\_Approach\\_Bias\\_and\\_Adolescent\\_Alcohol\\_Use](https://www.researchgate.net/publication/284559983_Investigating_the_Joint_Development_of_Approach_Bias_and_Adolescent_Alcohol_Use).
- [JEO15] EUNJOO JEON; HYEOUN-AE PARK. „Factors affecting acceptance of smartphone application for management of obesity“. In: *Healthcare informatics research* 21.2 (2015), S. 74–82. ISSN: 2093-3681. DOI: 10.4258/hir.2015.21.2.74.
- [JON12] THYRA de JONGH; IPEK GUROL-URGANCI; VLASTA VODOPIVEC-JAMSEK; JOSIP CAR; RIFAT ATUN. „Mobile phone messaging for facilitating self-management of long-term illnesses“. In: *The Cochrane database of systematic reviews* 12 (2012), S. CD007459. DOI: 10.1002/14651858.CD007459.pub2.
- [JOR99] D. E. JORENBY et al. „A controlled trial of sustained-release bupropion, a nicotine patch, or both for smoking cessation“. In: *The New England journal of medicine* 340.9 (1999), S. 685–691. ISSN: 0028-4793. DOI: 10.1056/NEJM199903043400903. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10053177/>.
- [JÜN17] ELISABETH JÜNGER; AMIR-HOMAYOUN JAVADI; CORINDE E. WIERS; CHRISTIAN SOMMER; MARIA GARBUSOW; NADINE BERNHARDT; SÖREN KUITUNEN-PAUL; MICHAEL N. SMOLKA; ULRICH S. ZIMMERMANN. „Acute alcohol effects on explicit and implicit motivation to drink alcohol in socially drinking adolescents“. In: *Journal of psychopharmacology (Oxford, England)* 31.7 (2017), S. 893–905. DOI: 10.1177/0269881117691454.
- [KAK17a] NAOMI KAKOSCHKE; EVA KEMPS; MARIKA TIGGEMANN. „Approach bias modification training and consumption: A review of the literature“. In: *Addictive behaviors* 64 (2017), S. 21–28. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2016.08.007.
- [KAK17b] NAOMI KAKOSCHKE; EVA KEMPS; MARIKA TIGGEMANN. „Differential effects of approach bias and eating style on unhealthy food consumption in overweight and normal weight women“. In: *Psychology & health* 32.11 (2017), S. 1371–1385. DOI: 10.1080/08870446.2017.1327587.

- [KAK19] NAOMI KAKOSCHKE; LUCY ALBERTELLA; RICO S. C. LEE; REINOUT W. WIERS. „Assessment of Automatically Activated Approach–Avoidance Biases Across Appetitive Substances“. In: *Current Addiction Reports* 6.3 (2019), S. 200–209. DOI: 10.1007/s40429-019-00254-2.
- [KAP12] KARL M. KAPP. *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2012. ISBN: 9781118096345.
- [KEI16] ANOUK KEIZER; ANNEMARIE VAN ELBURG; ROSSA HELMS; H. CHRIS DIJKERMAN. „A Virtual Reality Full Body Illusion Improves Body Image Disturbance in Anorexia Nervosa“. In: *PloS one* 11.10 (2016), e0163921. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0163921.
- [KEI21] MEREL KEIJSERS; MARIA CECILIA VEGA-CORREDOR; MELANIE TOMINTZ; SIMON HOERMANN. „Virtual Reality Technology Use in Cigarette Craving and Smoking Interventions (I "Virtually"Quit): Systematic Review“. In: *Journal of medical Internet research* 23.9 (2021), e24307. DOI: 10.2196/24307.
- [KEM15] EVA KEMPS; MARIKA TIGGEMANN. „Approach bias for food cues in obese individuals“. In: *Psychology & health* 30.3 (2015), S. 370–380. DOI: 10.1080/08870446.2014.974605.
- [KEN16] RACHEL KENNY; BARBARA DOOLEY; AMANDA FITZGERALD. „Developing mental health mobile apps: Exploring adolescents’ perspectives“. In: *Health informatics journal* 22.2 (2016), S. 265–275. DOI: 10.1177/1460458214555041.
- [KER15] INGE KERSBERGEN; MARCELLA L. WOOD; MATT FIELD. „The validity of different measures of automatic alcohol action tendencies“. In: *Psychology of addictive behaviors : journal of the Society of Psychologists in Addictive Behaviors* 29.1 (2015), S. 225–230. DOI: 10.1037/adb0000009.
- [KHA15] SAIRA KHAN; ANDREA PETRÓCZI. „Stimulus-response compatibility tests of implicit preference for food and body image to identify people at risk for disordered eating: a validation study“. In: *Eating Behaviors* 16 (2015), S. 54–63. ISSN: 1471-0153. DOI: 10.1016/j.eatbeh.2014.10.015. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S147101531400155X>.

- [KIL12] KONSTANTINA KILTENI; RAPHAELA GROTEN; MEL SLATER. „The Sense of Embodiment in Virtual Reality“. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 21.4 (2012), S. 373–387. DOI: 10.1162/PRES\_a\_00124.
- [KIM15] DEOK-YONG KIM; JANG-HAN LEE. „Development of a Virtual Approach-Avoidance Task to Assess Alcohol Cravings“. In: *Cyberpsychology, behavior and social networking* 18.12 (2015), S. 763–766. ISSN: 2152-2723. DOI: 10.1089/cyber.2014.0490.
- [KIM19] DEOK-YONG KIM; JANG-HAN LEE. „The Effects of Training to Reduce Automatic Action Tendencies Toward Alcohol Using the Virtual Alcohol Approach-Avoidance Task in Heavy Social Drinkers“. In: *Cyberpsychology, behavior and social networking* 22.12 (2019), S. 794–798. ISSN: 2152-2723. DOI: 10.1089/cyber.2019.0121.
- [KLI04] EVELYNE KLINGER; PATRICK LÉGERON; STÉPHANE ROY; ISABELLE CHEMIN; FRANÇOISE LAUER; PIERRE NUGUES. „Virtual Reality Exposure in the Treatment of Social Phobia“. In: *Studies in health technology and informatics* 99 (2004), S. 91–119. ISSN: 0926-9630. DOI: 10.3233/978-1-60750-943-1-91.
- [KNI15] CATHERINE KNIGHT-AGARWAL; DEBORAH LEE DAVIS; LAUREN WILLIAMS; RACHEL DAVEY; ROBERT COX; ADAM CLARKE. „Development and Pilot Testing of the Eating4two Mobile Phone App to Monitor Gestational Weight Gain“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 3.2 (2015), e44. DOI: 10.2196/mhealth.4071.
- [KON15] GRACE KONG; HELLE LARSEN; DANA A. CAVALLO; DANIELA BECKER; JANNA COUSIJN; ELSKE SALEMINK; ANNEMAT L. COLLOT D’ESCURY-KOENIGS; MEGHAN E. MOREAN; REINOUT W. WIERS; SUCHITRA KRISHNAN-SARIN. „Re-training automatic action tendencies to approach cigarettes among adolescent smokers: A pilot study“. In: *The American journal of drug and alcohol abuse* 41.5 (2015), S. 425–432. ISSN: 1097-9891. DOI: 10.3109/00952990.2015.1049492.
- [KOS09] ERNST H. W. KOSTER; ELAINE FOX; COLIN MACLEOD. „Introduction to the special section on cognitive bias modification in emotional disorders“. In: *Journal of abnormal psychology* 118.1 (2009), S. 1–4. DOI: 10.1037/a0014379.
- [KRI09] SANTOSH KRISHNA; SUZANNE AUSTIN BOREN; E. ANDREW BALAS. „Healthcare via cell phones: a systematic review“. In: *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedi-*

- cine Association* 15.3 (2009), S. 231–240. DOI: 10.1089/tmj.2008.0099.
- [KUH14] ERIC KUHN; CAROLYN GREENE; JULIA HOFFMAN; TAM NGUYEN; LAURA WALD; JANET SCHMIDT; KELLY M. RAMSEY; JOSEF RUZEK. „Preliminary evaluation of PTSD Coach, a smartphone app for post-traumatic stress symptoms“. In: *Military medicine* 179.1 (2014), S. 12–18. DOI: 10.7205/MILMED-D-13-00271.
- [KUN01] M. F. KUNTZE; R. STOERMER; R. MAGER; A. ROESSLER; F. MUELLER-SPAHN; A. H. BULLINGER. „Immersive virtual environments in cue exposure“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 4.4 (2001), S. 497–501. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/109493101750527051.
- [LAN15] TAYLOR S. LANE; JULIE ARMIN; JUDITH S. GORDON. „Online Recruitment Methods for Web-Based and Mobile Health Studies: A Review of the Literature“. In: *Journal of medical Internet research* 17.7 (2015), e183. DOI: 10.2196/jmir.4359.
- [LAN19] BASTIAN LANGE; PAUL PAULI. „Social anxiety changes the way we move-A social approach-avoidance task in a virtual reality CAVE system“. In: *PloS one* 14.12 (2019), e0226805. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0226805.
- [LAN21] SIMON LANGENER; JOANNE VAN DER NAGEL; JEANNETTE VAN MANEN; WIEBREN MARKUS; BOUKJE DIJKSTRA; LAURA de FUENTES-MERILLAS; RANDY KLAASSEN; JANIKA HEITMANN; DIRK HEYLEN; ARNT SCHELLEKENS. „Clinical Relevance of Immersive Virtual Reality in the Assessment and Treatment of Addictive Disorders: A Systematic Review and Future Perspective“. In: *Journal of clinical medicine* 10.16 (2021). ISSN: 2077-0383. DOI: 10.3390/jcm10163658.
- [LAR11] ERIC B. LARSON; MILAN RAMAIYA; FELISE S. ZOLLMAN; SONIA PACINI; NANCY HSU; JAMES L. PATTON; ASSAF Y. DVORKIN. „Tolerance of a virtual reality intervention for attention remediation in persons with severe TBI“. In: *Brain injury* 25.3 (2011), S. 274–281. ISSN: 1362-301X. DOI: 10.3109/02699052.2010.551648. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21299370/>.
- [LAR14] HELLE LARSEN; GRACE KONG; DANIELA BECKER; JANNA COUSIJN; WOUTER BOENDERMAKER; DANA CAVALLO; SUCHITRA KRISHNAN-SARIN; REINOUT WIERS. „Implicit motivational processes underlying smoking in american and dutch adolescents“.

- In: *Frontiers in psychiatry* 5 (2014), S. 51. ISSN: 1664-0640. DOI: 10.3389/fpsy.2014.00051.
- [LAU20] MELISSA C. LAURENS; MARCEL E. PIETERSE; MARJOLEIN BRUSSE-KEIZER; ELSKE SALEMINK; SOMAYA BEN ALLOUCH; ERNST T. BOHLMMEIJER; MARLOES G. POSTEL. „Alcohol Avoidance Training as a Mobile App for Problem Drinkers: Longitudinal Feasibility Study“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 8.4 (2020), e16217. DOI: 10.2196/16217.
- [LAU21] WOLFGANG LAUER; WIEBKE LÖBKER; THOMAS SUDHOP; KARL BROICH. „Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) als innovativer Baustein in der digitalen Gesundheitsversorgung in Deutschland – Informationen, Erfahrungen und Perspektiven“. In: *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz* 64.10 (2021), S. 1195–1197. DOI: 10.1007/s00103-021-03420-y.
- [LAV00] JOSEPH J. LAVIOLA. „A discussion of cybersickness in virtual environments“. In: *ACM SIGCHI Bulletin* 32.1 (2000), S. 47–56. ISSN: 07366906. DOI: 10.1145/333329.333344.
- [LAW15] NATALIA S. LAWRENCE; JAMIE O’SULLIVAN; DAVID PARSLOW; MAHMOOD JAVAID; RACHEL C. ADAMS; CHRISTOPHER D. CHAMBERS; KATARINA KOS; FREDERICK VERBRUGGEN. „Training response inhibition to food is associated with weight loss and reduced energy intake“. In: *Appetite* 95 (2015), S. 17–28. ISSN: 1095-8304. DOI: 10.1016/j.appet.2015.06.009.
- [LEA18] LEAP MOTION. *Leap Motion: Reach into virtual reality with your bare hands*. 2018. URL: <https://www.leapmotion.com> (besucht am 23.04.2018).
- [LEE03] JANG HAN LEE et al. „A virtual reality system for the assessment and rehabilitation of the activities of daily living“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 6.4 (2003), S. 383–388. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/109493103322278763.
- [LEE04a] JANGHAN LEE; YUNGSIK LIM; SIMON J. GRAHAM; GHO KIM; BRENDA K. WIEDERHOLD; MARK D. WIEDERHOLD; IN Y. KIM; SUN I. KIM. „Nicotine craving and cue exposure therapy by using virtual environments“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 7.6 (2004), S. 705–713. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/cpb.2004.7.705.

- [LEE04b] KWAN MIN LEE. „Presence, Explicated“. In: *Communication Theory* 14.1 (2004), S. 27–50. ISSN: 1050-3293. DOI: 10.1111/j.1468-2885.2004.tb00302.x.
- [LEE08] JUNG SUK LEE; KEE NAMKOONG; JEONGHUN KU; SANG-woo CHO; JI YEON PARK; YOU KYONG CHOI; JAE-JIN KIM; IN YOUNG KIM; SUN I. KIM; YOUNG-CHUL JUNG. „Social pressure-induced craving in patients with alcohol dependence: application of virtual reality to coping skill training“. In: *Psychiatry investigation* 5.4 (2008), S. 239–243. DOI: 10.4306/pi.2008.5.4.239.
- [LEE09] SANG HOON LEE; DOUG HYUN HAN; SEMAN OH; IN KYOON LYOO; YOUNG SIK LEE; PERRY F. RENSHAW; SCOTT E. LUKAS. „Quantitative electroencephalographic (qEEG) correlates of craving during virtual reality therapy in alcohol-dependent patients“. In: *Pharmacology, biochemistry, and behavior* 91.3 (2009), S. 393–397. ISSN: 0091-3057. DOI: 10.1016/j.pbb.2008.08.014.
- [LEI18a] DANIEL LEIGHTLEY; JO-ANNE PUDDEPHATT; NORMAN JONES; TOKTAM MAHMOODI; ZOE CHUI; MATT FIELD; COLIN DRUMMOND; ROBERTO J. RONA; NICOLA T. FEAR; LAURA GOODWIN. „A Smartphone App and Personalized Text Messaging Framework (InDEx) to Monitor and Reduce Alcohol Use in Ex-Serving Personnel: Development and Feasibility Study“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 6.9 (2018), e10074. DOI: 10.2196/10074.
- [LEI18b] JUDITH LEINS; MANUEL WALDORF; INES KOLLEI; MIKE RINCK; SABINE STEINS-LOEBER. „Approach and avoidance: Relations with the thin body ideal in women with disordered eating behavior“. In: *Psychiatry research* 269 (2018), S. 286–292. DOI: 10.1016/j.psychres.2018.08.029. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30172185/>.
- [LEN18] ANJA LENDER; ADRIAN MEULE; MIKE RINCK; TIMO BROCKMEYER; JENS BLECHERT. „Measurement of food-related approach-avoidance biases: Larger biases when food stimuli are task relevant“. In: *Appetite* 125 (2018), S. 42–47. ISSN: 1095-8304. DOI: 10.1016/j.appet.2018.01.032.
- [LEO14] GIANLUCA de LEO; LEIGH A. DIGGS; ELENA RADICI; THOMAS W. MASTAGLIO. „Measuring sense of presence and user characteristics to predict effective training in an online simulated virtual environment“. In: *Simulation in healthcare : journal of the Society for Simulation in Healthcare* 9.1 (2014), S. 1–6. DOI: 10.1097/SIH.0b013e3182a99dd9.

- [LEO17] NOELLE REGINA LEONARD; MICHELLE SILVERMAN; DAWA PHUTI SHERPA; MADELINE A. NAEGLE; HYORIM KIM; DONNA L. COFFMAN; MARCY FERDSCHNEIDER. „Mobile Health Technology Using a Wearable Sensorband for Female College Students With Problem Drinking: An Acceptability and Feasibility Study“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 5.7 (2017), e90. DOI: 10.2196/mhealth.7399.
- [LEW13] KURT LEWIN. *Dynamic Theory of Personality - Selected Papers*. McGraw-Hill paperbacks. Read Books Ltd, 2013. ISBN: 9781447497134.
- [LIN04] MICHAEL LINDEN; MARTIN HAUTZINGER, Hrsg. *Verhaltenstherapiemanual: Techniken, Einzelverfahren und Handlungsanleitungen*. 4., überarb. und erw. Aufl., Nachdr. Berlin: Springer, 2004. ISBN: 3-540-40678-6.
- [LIN14] YUN LING; HAROLD T. NEFS; NEXHMEDIN MORINA; INGRID HEYNDERICKX; WILLEM-PAUL BRINKMAN. „A meta-analysis on the relationship between self-reported presence and anxiety in virtual reality exposure therapy for anxiety disorders“. In: *PloS one* 9.5 (2014), e96144. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0096144.
- [LIN15] KRISTEN P. LINDGREN; REINOUT W. WIERS; BETHANY A. TEACHMAN; MELISSA L. GASSER; ERIN C. WESTGATE; JANNA COUSIJN; MATTHEW C. ENKEMA; CLAYTON NEIGHBORS. „Attempted Training of Alcohol Approach and Drinking Identity Associations in US Undergraduate Drinkers: Null Results from Two Studies“. In: *PloS one* 10.8 (2015), e0134642. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0134642.
- [LOH14] KEITH R. LOHSE; COURTNEY G. E. HILDERMAN; KATHARINE L. CHEUNG; SANDY TATLA; H. F. MACHIEL VAN DER LOOS. „Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy“. In: *PloS one* 9.3 (2014), e93318. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0093318.
- [LOH15] CHRISTIAN SEBASTIAN LOH; YANYAN SHENG; DIRK IFENTHALER. „Serious Games Analytics: Theoretical Framework“. In: *Serious Games Analytics*. Hrsg. von CHRISTIAN SEBASTIAN LOH; YANYAN SHENG; DIRK IFENTHALER. Cham: Springer International Publishing, 2015, S. 3–29. ISBN: 978-3-319-05833-7.

- [LOI20] ANKE LOIJEN; JANNA N. VRIJSEN; JOS I. M. EGGER; ENI S. BECKER; MIKE RINCK. „Biased approach-avoidance tendencies in psychopathology: A systematic review of their assessment and modification“. In: *Clinical psychology review* 77 (2020), S. 101825. DOI: 10.1016/j.cpr.2020.101825.
- [LOM97] MATTHEW LOMBARD; THERESA DITTON. „At the Heart of It All: The Concept of Presence“. In: *Journal of Computer-Mediated Communication* 3.2 (1997). ISSN: 10836101. DOI: 10.1111/j.1083-6101.1997.tb00072.x.
- [LUK16] JUSTINA LUKAT; JÜRGEN MARGRAF; RAINER LUTZ; WILLIAM M. VAN DER VELD; ENI S. BECKER. „Psychometric properties of the Positive Mental Health Scale (PMH-scale)“. In: *BMC psychology* 4 (2016), S. 8. DOI: 10.1186/s40359-016-0111-x.
- [LUM16] JIM LUMSDEN; ELIZABETH A. EDWARDS; NATALIA S. LAWRENCE; DAVID COYLE; MARCUS R. MUNAFÒ. „Gamification of Cognitive Assessment and Cognitive Training: A Systematic Review of Applications and Efficacy“. In: *JMIR serious games* 4.2 (2016), e11. ISSN: 2291-9279. DOI: 10.2196/games.5888.
- [MAC12] COLIN MACLEOD; ANDREW MATHEWS. „Cognitive bias modification approaches to anxiety“. In: *Annual review of clinical psychology* 8 (2012), S. 189–217. ISSN: 1548-5951. DOI: 10.1146/annurev-clinpsy-032511-143052.
- [MAC13] BUNDY MACKINTOSH; ANDREW MATHEWS; DORIS ECKSTEIN; LAURA HOPPITT. „Specificity Effects in the Modification of Interpretation Bias and Stress Reactivity“. In: *Journal of Experimental Psychopathology* 4.2 (2013), S. 133–147. ISSN: 2043-8087. DOI: 10.5127/jep.025711.
- [MAC15] ALLA MACHULSKA; ARMIN ZLOMUZICA; DIRK ADOLPH; MIKE RINCK; JÜRGEN MARGRAF. „Ä cigarette a day keeps the goodies away“: smokers show automatic approach tendencies for smoking—but not for food-related stimuli“. In: *PloS one* 10.2 (2015), e0116464. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0116464.
- [MAC16a] ALLA MACHULSKA; ARMIN ZLOMUZICA; MIKE RINCK; HANS-JÖRG ASSION; JÜRGEN MARGRAF. „Approach bias modification in inpatient psychiatric smokers“. In: *Journal of psychiatric research* 76 (2016), S. 44–51. ISSN: 1879-1379. DOI: 10.1016/j.jpsychires.2015.11.015.

- [MAC16b] COLIN MACLEOD; BEN GRAFTON. „Anxiety-linked attentional bias and its modification: Illustrating the importance of distinguishing processes and procedures in experimental psychopathology research“. In: *Behaviour research and therapy* 86 (2016), S. 68–86. DOI: 10.1016/j.brat.2016.07.005.
- [MAC19] ALLA MACHULSKA; KRISTIAN KLEINKE; TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; RAINER BRÜCK; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; CARL FRIEDRICH GETHMANN; TIM KLUCKEN. „Retraining automatic action tendencies for smoking using mobile phone-based approach-avoidance bias training: A study protocol for a randomized controlled study“. In: *Trials* 20.1 (2019), S. 720. DOI: 10.1186/s13063-019-3835-0.
- [MAC20] ALLA MACHULSKA; TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; RAINER BRÜCK; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; HEIKO ULLRICH; TIM KLUCKEN. „Promoting smoking abstinence in smokers willing to quit smoking through virtual reality-approach bias retraining: a study protocol for a randomized controlled trial“. In: *Trials* 21.1 (2020), S. 583. DOI: 10.1186/s13063-020-4098-5.
- [MAC21] ALLA MACHULSKA; TANJA JOAN EILER; KRISTIAN KLEINKE; ARMIN GRÜNEWALD; RAINER BRÜCK; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; TIM KLUCKEN. „Approach Bias Retraining through Virtual Reality in smokers willing to quit smoking: A randomized-controlled study“. In: *Behaviour research and therapy* (2021), S. 103858. DOI: 10.1016/j.brat.2021.103858.
- [MAG06] FLORELLA MAGORA; SARALE COHEN; MARA SHOCHINA; EHUD DAYAN. „Virtual reality immersion method of distraction to control experimental ischemic pain“. In: *The Israel Medical Association journal : IMAJ* 8.4 (2006), S. 261–265. ISSN: 1565-1088.
- [MAK17] MAKEHUMAN. *Announcing MakeTherapist*. 2017. URL: [http://www.makehumancommunity.org/blogentry/announcing\\_maketherapist.html](http://www.makehumancommunity.org/blogentry/announcing_maketherapist.html) (besucht am 10.02.2021).
- [MAK21] MAKEHUMAN. *MakeHuman Documentation*. 2021. URL: <http://www.makehumancommunity.org/wiki/Documentation:Index> (besucht am 10.02.2021).
- [MAN16] VICTORIA MANNING; PETRA K. STAIGER; KATE HALL; JOSHUA B. B. GARFIELD; GABRIELLA FLAKS; DANIEL LEUNG; LAURA K. HUGHES; JARRAD A. G. LUM; DAN I. LUBMAN; ANTONIO VERDEJO-GARCIA. „Cognitive Bias Modification Training During Inpatient Alcohol Detoxification Reduces Early Relapse: A

- Randomized Controlled Trial“. In: *Alcoholism, clinical and experimental research* 40.9 (2016), S. 2011–2019. ISSN: 1530-0277. DOI: 10.1111/acer.13163.
- [MAN20] REGHILL J. MANUELRAJ. *HMD vs CAVE in the world of VR*. 2020. URL: <https://medium.com/xrpractices/hmd-vs-cave-in-the-world-of-vr-a0c9cbfb435a> (besucht am 21.01.2021).
- [MAR05] ABIGAIL A. MARSH; NALINI AMBADY; ROBERT E. KLECK. „The effects of fear and anger facial expressions on approach- and avoidance-related behaviors“. In: *Emotion (Washington, D.C.)* 5.1 (2005), S. 119–124. ISSN: 1528-3542. DOI: 10.1037/1528-3542.5.1.119.
- [MAR13] JOSÉ H. MARCO; CONXA PERPIÑÁ; CRISTINA BOTELLA. „Effectiveness of cognitive behavioral therapy supported by virtual reality in the treatment of body image in eating disorders: one year follow-up“. In: *Psychiatry research* 209.3 (2013), S. 619–625. DOI: 10.1016/j.psychres.2013.02.023. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23499231/>.
- [MAR18] MILENA SORIANO MARCOLINO; JOÃO ANTONIO QUEIROZ OLIVEIRA; MARCELO D'AGOSTINO; ANTONIO LUIZ RIBEIRO; MARIA BEATRIZ MOREIRA ALKMIM; DAVID NOVILLO-ORTIZ. „The Impact of mHealth Interventions: Systematic Review of Systematic Reviews“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 6.1 (2018), e23. DOI: 10.2196/mhealth.8873.
- [MAS12] PHILIPP MASKE. *Mobile Applikationen 1*. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2012. ISBN: 978-3-8349-3649-3. DOI: 10.1007/978-3-8349-3650-9.
- [MAS13] ANTONELLA MASELLI; MEL SLATER. „The building blocks of the full body ownership illusion“. In: *Frontiers in human neuroscience* 7 (2013), S. 83. ISSN: 1662-5161. DOI: 10.3389/fnhum.2013.00083.
- [MAT12] SILVIU-ANDREI MATU; OPRIȘ DAVID; DANIEL DAVID. „Virtual Virtual reality technology applications in clinical field“. In: *Revista de Neurologie și Psihiatrie a Copilului și Adolescentului din România* 15.1 (2012), S. 23–30.
- [MAT15] DORA MATZKE; SANDER NIEUWENHUIS; HEDDERIK VAN RIJN; HELEEN A. SLAGTER; MAURITS W. VAN DER MOLEN; ERIC-JAN WAGENMAKERS. „The effect of horizontal eye movements

- on free recall: a preregistered adversarial collaboration“. In: *Journal of experimental psychology. General* 144.1 (2015), e1–15. DOI: 10.1037/xge0000038.
- [MAY16] CHRISTINE N. MAY; JAMES JUERGENSEN; HEATH A. DEMAREE. „Yum, cake!: How reward sensitivity relates to automatic approach motivation for dessert food images“. In: *Personality and Individual Differences* 90 (2016), S. 265–268. ISSN: 01918869. DOI: 10.1016/j.paid.2015.11.022. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S019188691530043X>.
- [MCN13] RICHARD J. MCNALLY; PHILIP M. ENOCK; CYNTHIA TSAI; MONA TOUSIAN. „Attention bias modification for reducing speech anxiety“. In: *Behaviour research and therapy* 51.12 (2013), S. 882–888. DOI: 10.1016/j.brat.2013.10.001.
- [MEH18] NORA MEHL; LARA MUELLER-WIELAND; DAVID MATHAR; ANNETTE HORSTMANN. „Retraining automatic action tendencies in obesity“. In: *Physiology & behavior* 192 (2018), S. 50–58. ISSN: 0031-9384. DOI: 10.1016/j.physbeh.2018.03.031. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29608998/>.
- [MEI77] DONALD MEICHENBAUM. *Cognitive-behavior modification: An integrative approach*. Plenum behavior therapy series. New York, New York: Springer Science+Business Media, LLC, 1977. ISBN: 9781475797398.
- [MES19] EVA-MARIA MESSNER; YANNIK TERHORST; ANTONIA BARKE; HARALD BAUMEISTER; STOYAN STOYANOV; LEANNE HIDES; DAVID KAVANAGH; RÜDIGER PRYSS; LASSE SANDER; THOMAS PROBST. *Development and Validation of the German Version of the Mobile Application Rating Scale (MARS-G) (Preprint)*. 2019. DOI: 10.2196/preprints.14479.
- [MEU19] ADRIAN MEULE; ANNA RICHARD; RADOMIR DINIC; JENS BLECHERT. „Effects of a Smartphone-Based Approach-Avoidance Intervention on Chocolate Craving and Consumption: Randomized Controlled Trial“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 7.11 (2019), e12298. DOI: 10.2196/12298.
- [MEU20] ADRIAN MEULE; ANNA RICHARD; ANJA LENDER; RADOMIR DINIC; TIMO BROCKMEYER; MIKE RINCK; JENS BLECHERT. „Measuring approach-avoidance tendencies towards food with touchscreen-based arm movements“. In: *Psychological research* 84.7 (2020), S. 1789–1800. DOI: 10.1007/s00426-019-01195-1.

- [MEY10] KATHARINA MEYERBRÖKER; PAUL M. G. EMMELKAMP. „Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a systematic review of process-and-outcome studies“. In: *Depression and anxiety* 27.10 (2010), S. 933–944. DOI: 10.1002/da.20734.
- [MIC18] MICROSOFT. *Stopwatch Class*. 2018. URL: <https://docs.microsoft.com/de-de/dotnet/api/system.diagnostics.stopwatch?view=netframework-4.7.2> (besucht am 27.11.2018).
- [MIC20] MICROSOFT. *Visual Studio IDE, Code-Editor, Azure DevOps und App Center*. 2020. URL: <https://visualstudio.microsoft.com/> (besucht am 29.04.2020).
- [MIC21] MICROSOFT. *Thread Class*. 2021. URL: <https://docs.microsoft.com/en-us/dotnet/api/system.threading.thread?view=net-5.0> (besucht am 04.05.2021).
- [MIL10] MELISSA A. MILLER; MARK T. FILLMORE. „The effect of image complexity on attentional bias towards alcohol-related images in adult drinkers“. In: *Addiction (Abingdon, England)* 105.5 (2010), S. 883–890. ISSN: 1360-0443. DOI: 10.1111/j.1360-0443.2009.02860.x.
- [MIL12] GEOFFREY MILLER. „The Smartphone Psychology Manifesto“. In: *Perspectives on psychological science : a journal of the Association for Psychological Science* 7.3 (2012), S. 221–237. ISSN: 1745-6916. DOI: 10.1177/1745691612441215.
- [MIN14] YUL HA MIN et al. „Daily collection of self-reporting sleep disturbance data via a smartphone app in breast cancer patients receiving chemotherapy: a feasibility study“. In: *Journal of medical Internet research* 16.5 (2014), e135. DOI: 10.2196/jmir.3421.
- [MIN80] MARVIN MINSKY. „Telepresence“. In: *Omni*. New York, 1980, S. 45–51.
- [MIR14] JELENA MIRKOVIC; DAVID R. KAUFMAN; CORNELIA M. RULAND. „Supporting cancer patients in illness management: usability evaluation of a mobile app“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 2.3 (2014), e33. DOI: 10.2196/mhealth.3359.
- [MIT16] JENNIFER M. MITCHELL; PETER A. ARCUNI; DAWN WEINSTEIN; JOSH D. WOOLLEY. „Intranasal Oxytocin Selectively Modulates Social Perception, Craving, and Approach Behavior in Subjects With Alcohol Use Disorder“. In: *Journal of addiction medicine* 10.3 (2016), S. 182–189. DOI: 10.1097/ADM.0000000000000213.

- [MOG03] KARIN MOGG; BRENDAN P. BRADLEY; MATT FIELD; JAN de HOUWER. „Eye movements to smoking-related pictures in smokers: relationship between attentional biases and implicit and explicit measures of stimulus valence“. In: *Addiction (Abingdon, England)* 98.6 (2003), S. 825–836. ISSN: 1360-0443. DOI: 10.1046/j.1360-0443.2003.00392.x.
- [MOG05] KARIN MOGG; MATT FIELD; BRENDAN P. BRADLEY. „Attentional and approach biases for smoking cues in smokers: an investigation of competing theoretical views of addiction“. In: *Psychopharmacology* 180.2 (2005), S. 333–341. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s00213-005-2158-x.
- [MOG17] KARIN MOGG; ALLISON M. WATERS; BRENDAN P. BRADLEY. „Attention Bias Modification (ABM): Review of Effects of Multi-session ABM Training on Anxiety and Threat-Related Attention in High-Anxious Individuals“. In: *Clinical psychological science : a journal of the Association for Psychological Science* 5.4 (2017), S. 698–717. ISSN: 2167-7026. DOI: 10.1177/2167702617696359.
- [MOG98] KARIN MOGG; BRENDAN P. BRADLEY; HARPFREET HYARE; SUI LEE. „Selective attention to food-related stimuli in hunger: are attentional biases specific to emotional and psychopathological states, or are they also found in normal drive states?“ In: *Behaviour research and therapy* 36.2 (1998), S. 227–237. DOI: 10.1016/s0005-7967(97)00062-4.
- [MON15] GRÉGOIRE MONNEY; LOUISE PENZENSTADLER; OLIVIA DUPRAZ; JEAN-FRANÇOIS ETTER; YASSER KHAZAL. „mHealth App for Cannabis Users: Satisfaction and Perceived Usefulness“. In: *Frontiers in psychiatry* 6 (2015), S. 120. ISSN: 1664-0640. DOI: 10.3389/fpsy.2015.00120.
- [MOR08] JUERGEN MORAK; KARIN SCHINDLER; EVELIN GOERZER; PETER KASTNER; HERMANN TOPLAK; BERNHARD LUDVIK; GUENTER SCHREIER. „A pilot study of mobile phone-based therapy for obese patients“. In: *Journal of telemedicine and telecare* 14.3 (2008), S. 147–149. ISSN: 1357-633X. DOI: 10.1258/jtt.2008.003015.
- [MOR09] LINZETTE DEIDRÉ MORRIS; QUINETTE ABEGAIL LOUW; KAREN GRIMMER-SOMERS. „The effectiveness of virtual reality on reducing pain and anxiety in burn injury patients: a systematic review“. In: *The Clinical journal of pain* 25.9 (2009), S. 815–826. DOI: 10.1097/AJP.0b013e3181aaa909.

- [MOR12] MIRIAM MORENO-MORENO; JULIAN FIERREZ; RUBEN VERA-RODRIGUEZ; JOSEP PARRON. „Simulation of millimeter-wave body images and its application to biometric recognition“. In: *Passive and Active Millimeter-Wave Imaging XV*. SPIE Proceedings. SPIE, 2012, 83620E-83620E–10. DOI: 10.1117/12.918549.
- [MOR15] NEXHMEDIN MORINA; HISKE IJNTEMA; KATHARINA MEYERBRÖKER; PAUL M. G. EMMELKAMP. „Can virtual reality exposure therapy gains be generalized to real-life? A meta-analysis of studies applying behavioral assessments“. In: *Behaviour research and therapy* 74 (2015), S. 18–24. DOI: 10.1016/j.brat.2015.08.010.
- [MUC98] R. F. MUCHA; P. PAULI; A. ANGRILLI. „Conditioned responses elicited by experimentally produced cues for smoking“. In: *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology* 76.3 (1998), S. 259–268. ISSN: 0008-4212. DOI: 10.1139/y98-022.
- [MUE17] FREDERICK MUENCH; KATHERINE VAN STOLK-COOKE; ALEXIS KUERBIS; GERTRAUD STADLER; AMIT BAUMEL; SI-JING SHAO; JAMES R. MCKAY; JON MORGENSTERN. „A Randomized Controlled Pilot Trial of Different Mobile Messaging Interventions for Problem Drinking Compared to Weekly Drink Tracking“. In: *PloS one* 12.2 (2017), e0167900. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0167900.
- [MÜH15] S. MÜHLIG. „Zur Effektivität der Ansätze zum kontrollierten Rauchen – Ein Update“. In: *Suchttherapie* 16.S 01 (2015). ISSN: 1439-9903. DOI: 10.1055/s-0035-1557519.
- [MUR14] KEVIN MURPHY. *Cue Exposure Therapy: What the Future Holds*. 2014. URL: <https://www.rehabs.com/pro-talk-articles/cue-exposure-therapy-what-the-future-holds/> (besucht am 20.11.2017).
- [MUR17] JORDANA MUROFF et al. „Use of a Smartphone Recovery Tool for Latinos with Co-Occurring Alcohol and Other Drug Disorders and Mental Disorders“. In: *Journal of dual diagnosis* 13.4 (2017), S. 280–290. DOI: 10.1080/15504263.2017.1348649.
- [NAR10] VIKNASHVARAN NARAYANASAMY; KOK WAI WONG; SHRI RAI; ANDREW CHIOU. „Complex Game Design Modeling“. In: *Cultural Computing*. Hrsg. von RYOHEI NAKATSU. IFIP Advances in Information and Communication Technology. Berlin, Heidelberg: IFIP International Federation for Information Processing, 2010, S. 65–74. ISBN: 978-3-642-15214-6.

- [NAT18a] NATIONAL HEALTH SERVICE. *Post-traumatic stress disorder (PTSD) - Overview*. 2018. URL: <https://www.nhs.uk/conditions/post-traumatic-stress-disorder-ptsd/> (besucht am 19. 10. 2020).
- [NAT18b] NATIONAL HEALTH SERVICE. *Post-traumatic stress disorder (PTSD) - Symptoms*. 2018. URL: <https://www.nhs.uk/conditions/post-traumatic-stress-disorder-ptsd/symptoms/> (besucht am 19. 10. 2020).
- [NAV19] DIEGO NAVARRO; VERONICA SUNDSTEDT. „Evaluating Player Performance and Experience in Virtual Reality Game Interactions using the HTC Vive Controller and Leap Motion Sensor“. In: *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*. SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2019, S. 103–110. ISBN: 978-989-758-354-4. DOI: 10.5220/0007362401030110.
- [NEI15] RENATE A. M. NEIMEIJER; PETER J. de JONG; ANNE ROEFS. „Automatic approach/avoidance tendencies towards food and the course of anorexia nervosa“. In: *Appetite* 91 (2015), S. 28–34. ISSN: 1095-8304. DOI: 10.1016/j.appet.2015.03.018.
- [NIC15] SCOTT NICHOLSON. „A RECIPE for Meaningful Gamification“. In: *Gamification in Education and Business*. Hrsg. von TORSTEN REINERS; LINCOLN C. WOOD. Cham: Springer International Publishing, 2015, S. 1–20. ISBN: 978-3-319-10207-8. DOI: 10.1007/978-3-319-10208-5\_1.
- [NIC17] NICK PINO. *HTC Vive review*. 2017. URL: <http://www.techradar.com/reviews/wearables/htc-vive-1286775/review> (besucht am 27. 10. 2017).
- [NIC84] JOHN G. NICHOLLS. „Achievement motivation: Conceptions of ability, subjective experience, task choice, and performance“. In: *Psychological Review* 91.3 (1984), S. 328–346. DOI: 10.1037/0033-295x.91.3.328.
- [NIK15] NIKLAS JUTZLER. *HTC Re Vive: VR-Headset in Kooperation mit Valve offiziell vorgestellt*. 2015. URL: <https://www.mobiflip.de/htc-vive-vr-headset-kooperation/> (besucht am 27. 10. 2017).
- [NOR11] JEAN-MARIE NORMAND; ELIAS GIANNOPOULOS; BERNHARD SPANLANG; MEL SLATER. „Multisensory stimulation can induce an illusion of larger belly size in immersive virtual reality“. In: *PLoS*

- one 6.1 (2011), e16128. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0016128.
- [OPR12] DAVID OPRIŞ; SEBASTIAN PINTEA; AZUCENA GARCÍA-PALACIOS; CRISTINA BOTELLA; ŞTEFAN SZAMOSKÖZI; DANIEL DAVID. „Virtual reality exposure therapy in anxiety disorders: a quantitative meta-analysis“. In: *Depression and anxiety* 29.2 (2012), S. 85–93. DOI: 10.1002/da.20910.
- [OSG57] CHARLES EGERTON OSGOOD; GEORGE J. SUCI; PERCY H. TANNENBAUM. *The measurement of meaning*. Urbana-Champaign: University of Illinois Press, 1957. ISBN: 0252745396.
- [OTK19] BORIS OTKHMEZURI; MARILISA BOFFO; PANOTE SIRIARAYA; MARIA MATSANGIDOU; REINOUT W. WIERS; BUNDY MACKINTOSH; CHEE SIANG ANG; ELSKE SALEMINK. „Believing Is Seeing: A Proof-of-Concept Semiexperimental Study on Using Mobile Virtual Reality to Boost the Effects of Interpretation Bias Modification for Anxiety“. In: *JMIR mental health* 6.2 (2019), e11517. ISSN: 2368-7959. DOI: 10.2196/11517.
- [OTT18] MAX OTT. *Apps effektiv managen und vermarkten*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2018. ISBN: 978-3-658-22295-6. DOI: 10.1007/978-3-658-22296-3.
- [PAN07] XUENI PAN; MEL SLATER. „A Preliminary Study of Shy Males Interacting with a Virtual Female“. In: *Presence 2007*. 2007, S. 101–108.
- [PAN12] XUENI PAN; MARCO GILLIES; CHRIS BARKER; DAVID M. CLARK; MEL SLATER. „Socially Anxious and Confident Men Interact with a Forward Virtual Woman: An Experimental Study“. In: *PloS one* 7.4 (2012). ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0032931.
- [PAR09] THOMAS D. PARSONS; ALBERT A. RIZZO; STEVE ROGERS; PHILIP YORK. „Virtual reality in paediatric rehabilitation: a review“. In: *Developmental neurorehabilitation* 12.4 (2009), S. 224–238. DOI: 10.1080/17518420902991719.
- [PAR19] SAM PARSONS; ANNE-WIL KRUIJT; ELAINE FOX. „Psychological Science Needs a Standard Practice of Reporting the Reliability of Cognitive-Behavioral Measurements“. In: *Advances in Methods and Practices in Psychological Science* 2.4 (2019), S. 378–395. ISSN: 2515-2459. DOI: 10.1177/2515245919879695.

- [PAS16] GEORGIOS PASLAKIS; SIMONE KÜHN; ANKE SCHAUB-SCHLÄGER; KATHARINA SCHIEBER; KATHRIN RÖDER; ELISABETH RAUH; YESIM ERIM. „Explicit and implicit approach vs. avoidance tendencies towards high vs. low calorie food cues in patients with anorexia nervosa and healthy controls“. In: *Appetite* 107 (2016), S. 171–179. ISSN: 1095-8304. DOI: 10.1016/j.appet.2016.08.001. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27496787/>.
- [PAS17] GEORGIOS PASLAKIS; SIMONE KÜHN; SEBASTIAN GRUNERT; YESIM ERIM. „Explicit and Implicit Approach vs. Avoidance Tendencies towards High vs. Low Calorie Food Cues in Patients with Obesity and Active Binge Eating Disorder“. In: *Nutrients* 9.10 (2017). ISSN: 2072-6643. DOI: 10.3390/nu9101068.
- [PAT15] RAKESH PATEL; WILLIAM GREEN; MUHAMMAD WASEEM SHAHZAD; CHRIS LARKIN. „Use of Mobile Clinical Decision Support Software by Junior Doctors at a UK Teaching Hospital: Identification and Evaluation of Barriers to Engagement“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 3.3 (2015), e80. DOI: 10.2196/mhealth.4388.
- [PAT95] J. H. PATTON; M. S. STANFORD; E. S. BARRATT. „Factor structure of the Barratt impulsiveness scale“. In: *Journal of clinical psychology* 51.6 (1995), S. 768–774. ISSN: 0021-9762. DOI: 10.1002/1097-4679(199511)51:6<>768::aid-jclp2270510607<>3.0.co;2-1.
- [PEE12] MARGOT PEETERS; REINOUT W. WIERS; KARIN MONSHOUWER; RENS VAN DE SCHOOT; TIM JANSSEN; WILMA A. M. VOLLEBERGH. „Automatic processes in at-risk adolescents: the role of alcohol-approach tendencies and response inhibition in drinking behavior“. In: *Addiction (Abingdon, England)* 107.11 (2012), S. 1939–1946. ISSN: 1360-0443. DOI: 10.1111/j.1360-0443.2012.03948.x.
- [PEI14] DAVID PEIRIS; DEVARSETTY PRAVEEN; CLAIRE JOHNSON; KISHOR MOGULLURU. „Use of mHealth systems and tools for non-communicable diseases in low- and middle-income countries: a systematic review“. In: *Journal of cardiovascular translational research* 7.8 (2014), S. 677–691. DOI: 10.1007/s12265-014-9581-5.
- [PER14] IRENE PERICOT-VALVERDE; ROBERTO SECADES-VILLA; JOSÉ GUTIÉRREZ-MALDONADO; OLAYA GARCÍA-RODRÍGUEZ. „Effects of systematic cue exposure through virtual reality on cigarette craving“. In: *Nicotine & tobacco research : official journal of the*

- Society for Research on Nicotine and Tobacco* 16.11 (2014), S. 1470–1477. DOI: 10.1093/ntr/ntu104.
- [PER16] IRENE PERICOT-VALVERDE; MARTA FERRER-GARCÍA; JOANA PLA-SANJUANELO; ROBERTO SECADES-VILLA; JOSÉ GUTIÉRREZ-MALDONADO. „Cue Exposure Treatment through Virtual Reality Reduce Cigarette Craving in Real Life Environments“. In: *Annual Review of CyberTherapy and Telemedicine 2016*. Hrsg. von BRENDA K. WIEDERHOLD; GIUSEPPE RIVA; MARK D. WIEDERHOLD; GRÁINNE KIRWAN. San Diego, CA, 2016, S. 137–142.
- [PFE08] THIES PFEIFFER; IPKE WACHSMUTH. „Social Presence: The Role of Interpersonal Distances in Affective Computer-Mediated Communication“. In: *Presence 2008*. Hrsg. von ANNA SPAGNOLLI. Padova: CLEUP, 2008, S. 275–279. ISBN: 978-88-6129-287-1.
- [PHA14] R. HANS PHAF; SÖREN E. MOHR; MARK ROTTEVEEL; JELTE M. WICHERTS. „Approach, avoidance, and affect: a meta-analysis of approach-avoidance tendencies in manual reaction time tasks“. In: *Frontiers in psychology* 5 (2014), S. 378. ISSN: 1664-1078. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00378.
- [PIC94] CLIFFORD A. PICKOVER; STUART K. TEWKSBURY, Hrsg. *Frontiers of scientific visualization*. A Wiley-Interscience publication. New York: Wiley, 1994. ISBN: 0-471-30972-9. URL: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0707/93011136-b.html>.
- [PIÉ09] SÉBASTIEN PIÉRARD; MARC VAN DROOGENBROECK. „A technique for building databases of annotated and realistic human silhouettes based on an avatar“. In: *Proceedings of the Annual Workshop on Circuits, Systems and Signal Processing (ProRISC)*. 2009, S. 243–246. URL: <http://hdl.handle.net/2268/30552> (besucht am 10.02.2021).
- [PIÉ11] SÉBASTIEN PIÉRARD; DAMIEN LEROY; JEAN-FRÉDÉRIC HANSEN; MARC VAN DROOGENBROECK. „Estimation of Human Orientation in Images Captured with a Range Camera“. In: *Advanced Concepts for Intelligent Vision Systems*. Hrsg. von JACQUES BLANC-TALON; RICHARD KLEIHORST; WILFRIED PHILIPS; DAN POPESCU; PAUL SCHEUNDERS. Bd. 6915. Lecture Notes in Computer Science. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, S. 519–530. ISBN: 978-3-642-23686-0. DOI: 10.1007/978-3-642-23687-7\_47.

- [PIE14] SARA PIETERS; WILLIAM J. BURK; HASKE VAN DER VORST; RUTGER C. ENGELS; REINOUT W. WIERS. „Impulsive and reflective processes related to alcohol use in young adolescents“. In: *Frontiers in psychiatry* 5 (2014), S. 56. ISSN: 1664-0640. DOI: 10.3389/fpsy.2014.00056. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24904439/>.
- [PLO14] BERND PLODERER; WALLY SMITH; JON PEARCE; RON BORLAND. „A mobile app offering distractions and tips to cope with cigarette craving: a qualitative study“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 2.2 (2014), e23. DOI: 10.2196/mhealth.3209.
- [POW08] MARK B. POWERS; PAUL M. G. EMMELKAMP. „Virtual reality exposure therapy for anxiety disorders: A meta-analysis“. In: *Journal of anxiety disorders* 22.3 (2008), S. 561–569. ISSN: 0887-6185. DOI: 10.1016/j.janxdis.2007.04.006.
- [PRE20] MIRA A. PREIS; MARISA ZELLERHOFF; TIMO BROCKMEYER. „Approach bias modification training to increase physical activity: A pilot randomized controlled trial in healthy volunteers“. In: *Journal of health psychology* (2020), S. 1359105320913936. DOI: 10.1177/1359105320913936.
- [PRO20] THOMAS PRONK; REINOUT W. WIERS; BERT MOLENKAMP; JAAP MURRE. „Mental chronometry in the pocket? Timing accuracy of web applications on touchscreen and keyboard devices“. In: *Behavior research methods* 52.3 (2020), S. 1371–1382. DOI: 10.3758/s13428-019-01321-2.
- [PRO91] J. O. PROCHASKA; W. F. VELICER; E. GUADAGNOLI; J. S. ROSSI; C. C. DICLEMENTE. „Patterns of Change: Dynamic Typology Applied to Smoking Cessation“. In: *Multivariate behavioral research* 26.1 (1991), S. 83–107. ISSN: 0027-3171. DOI: 10.1207/s15327906mbr2601\_5.
- [PUG98] LUIGI PUGNETTI; LAURA MENDOZZI; ELIZABETH A. ATTREE; ELENA BARBIERI; BARBARA M. BROOKS; CARLO L. CAZZULLO; ACHILLE MOTTA; F. DAVID ROSE; C. PSYCHOL. „Probing Memory and Executive Functions with Virtual Reality: Past and Present Studies“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 1.2 (1998), S. 151–161. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/cpb.1998.1.151.

- [RAB15] MASHFIQUI RABBI; ANGELA PFAMMATTER; MI ZHANG; BONNIE SPRING; TANZEEM CHOUDHURY. „Automated personalized feedback for physical activity and dietary behavior change with mobile phones: a randomized controlled trial on adults“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 3.2 (2015), e42. DOI: 10.2196/mhealth.4160.
- [RAC13] NADIA RACHDAOUI; DIPAK K. SARKAR. „Effects of alcohol on the endocrine system“. In: *Endocrinology and metabolism clinics of North America* 42.3 (2013), S. 593–615. ISSN: 0889-8529. DOI: 10.1016/j.ec1.2013.05.008.
- [RAT15] JESSICA M. RATH; VALERIE WILLIAMS; REBECCA RUBENSTEIN; LEXI SMITH; DONNA VALLONE. „Assessing the Impact of an Interactive Mobile Game on Tobacco-Related Attitudes and Beliefs: The Truth Campaign’s Flavor Monsters“. In: *Games for health journal* 4.6 (2015), S. 480–487. ISSN: 2161-7856. DOI: 10.1089/g4h.2015.0005.
- [RAY14] RAY DAVIS. *Unreal Engine 4 Goes Free for Academic Use*. 2014. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/unreal-engine-4-goes-free-for-academic-use> (besucht am 27.10.2017).
- [REE09] BYRON REEVES; J. LEIGHTON READ. *Total engagement: Using games and virtual worlds to change the way people work and businesses compete*. Boston, Mass.: Harvard Business Press, 2009. ISBN: 1422155137.
- [REG98] HOLGER T. REGENBRECHT; THOMAS W. SCHUBERT; FRANK FRIEDMANN. „Measuring the Sense of Presence and its Relations to Fear of Heights in Virtual Environments“. In: *International Journal of Human-Computer Interaction* 10.3 (1998), S. 233–249. ISSN: 1044-7318. DOI: 10.1207/s15327590ijhc1003\_2.
- [REI17] MARISSA B. REITSMA et al. „Smoking prevalence and attributable disease burden in 195 countries and territories, 1990-2015: a systematic analysis from the Global Burden of Disease Study 2015“. In: *LANCET* 389.10082 (2017), S. 1885–1906. ISSN: 0140-6736. URL: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30819-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30819-X).
- [RIG14] MARCELO MONTAGNER RIGOLI; CHRISTIAN HAAG KRISTENSEN. „Virtual Reality Exposure for PTSD (Post-Traumatic Stress Disorder): A Systematic Review Virtual Reality PTSD Systematic Review“. In: *Journal of Psychology Research* 4.01 (2014). ISSN: 21595542. DOI: 10.17265/2159-5542/2014.01.001.

- [RIN07] MIKE RINCK; ENI S. BECKER. „Approach and avoidance in fear of spiders“. In: *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry* 38.2 (2007), S. 105–120. ISSN: 0005-7916. DOI: 10.1016/j.jbtep.2006.10.001.
- [RIN18] MIKE RINCK; REINOUT W. WIERS; ENI S. BECKER; JOHANNES LINDENMEYER. „Relapse prevention in abstinent alcoholics by cognitive bias modification: Clinical effects of combining approach bias modification and attention bias modification“. In: *Journal of consulting and clinical psychology* 86.12 (2018), S. 1005–1016. ISSN: 0022-006X. DOI: 10.1037/ccp0000321. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30507226/>.
- [RIV02] GIUSEPPE RIVA; ENRICO MOLINARI; FRANCESCO VINCELLI. „Interaction and presence in the clinical relationship: virtual reality (VR) as communicative medium between patient and therapist“. In: *IEEE transactions on information technology in biomedicine : a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* 6.3 (2002), S. 198–205. ISSN: 1089-7771. DOI: 10.1109/titb.2002.802370.
- [RIV03a] G. RIVA; M. BACCHETTA; G. CESA; S. CONTI; E. MOLINARI. „Six-month follow-up of in-patient experiential cognitive therapy for binge eating disorders“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 6.3 (2003), S. 251–258. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/109493103322011533.
- [RIV03b] GIUSEPPE RIVA. „Virtual environments in clinical psychology“. In: *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training* 40.1-2 (2003), S. 68–76. ISSN: 0033-3204. DOI: 10.1037/0033-3204.40.1-2.68.
- [RIV05] GIUSEPPE RIVA. „Virtual reality in psychotherapy: review“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 8.3 (2005), 220–30, discussion 231–40. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/cpb.2005.8.220.
- [RIZ05] ALBERT RIZZO; JARRELL PAIR; PETER J. MCNERNEY; ERNIE EASTLUND; BRIAN MANSON; JON GRATCH; RANDY HILL; BILL SWARTOUT. „Development of a VR therapy application for Iraq war military personnel with PTSD“. In: *Studies in health technology and informatics* 111 (2005), S. 407–413. ISSN: 0926-9630.
- [RIZ09] ALBERT A. RIZZO; JOANN DIFEDE; BARBARA O. ROTHBAUM; SCOTT JOHNSTON; ROBERT N. MCLAY; GREG REGER; GREG GAHM; THOMAS PARSONS; KEN GRAAP; JAR-

- RELL PAIR. „VR PTSD exposure therapy results with active duty OIF/O-EF combatants“. In: *Studies in health technology and informatics* 142 (2009), S. 277–282. ISSN: 0926-9630.
- [RIZ11] ALBERT RIZZO et al. „Virtual reality goes to war: a brief review of the future of military behavioral healthcare“. In: *Journal of clinical psychology in medical settings* 18.2 (2011), S. 176–187. DOI: 10.1007/s10880-011-9247-2.
- [RIZ17] ALBERT RIZZO; RUSSELL SHILLING. „Clinical Virtual Reality tools to advance the prevention, assessment, and treatment of PTSD“. In: *European journal of psychotraumatology* 8 (2017). ISSN: 2000-8066. DOI: 10.1080/20008198.2017.1414560.
- [ROD16] THOMAS L. RODEBAUGH; RACHEL B. SCULLIN; JULIA K. LANGER; DAVID J. DIXON; JONATHAN D. HUPPERT; AMIT BERNSTEIN; ARIEL ZVIELLI; ERIC J. LENZE. „Unreliability as a threat to understanding psychopathology: The cautionary tale of attentional bias“. In: *Journal of abnormal psychology* 125.6 (2016), S. 840–851. DOI: 10.1037/abn0000184.
- [ROO08] SALLY E. ROOKE; DONALD W. HINE; EINAR B. THORSTEINSSON. „Implicit cognition and substance use: a meta-analysis“. In: *Addictive behaviors* 33.10 (2008), S. 1314–1328. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2008.06.009.
- [ROS96] JENNIFER S. ROSE; LAURIE CHASSIN; CLARK C. PRESSON; STEVEN J. SHERMAN. „Prospective predictors of quit attempts and smoking cessation in young adults“. In: *Health psychology: official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association* 15.4 (1996), S. 261–268. ISSN: 0278-6133. DOI: 10.1037/0278-6133.15.4.261.
- [ROT00] B. O. ROTHBAUM; L. HODGES; S. SMITH; J. H. LEE; L. PRICE. „A controlled study of virtual reality exposure therapy for the fear of flying“. In: *Journal of consulting and clinical psychology* 68.6 (2000), S. 1020–1026. ISSN: 0022-006X. DOI: 10.1037//0022-006x.68.6.1020.
- [ROT02] BARBARA OLASOV ROTHBAUM; LARRY HODGES; PAGE L. ANDERSON; LARRY PRICE; SAMANTHA SMITH. „Twelve-month follow-up of virtual reality and standard exposure therapies for the fear of flying“. In: *Journal of consulting and clinical psychology* 70.2 (2002), S. 428–432. ISSN: 0022-006X. DOI: 10.1037//0022-006x.70.2.428.

- [ROT04] MARK ROTTEVEEL; R. HANS PHAF. „Automatic affective evaluation does not automatically predispose for arm flexion and extension“. In: *Emotion (Washington, D.C.)* 4.2 (2004), S. 156–172. ISSN: 1528-3542. DOI: 10.1037/1528-3542.4.2.156.
- [ROY03] STEPHANE ROY. „State of the art of virtual reality therapy (VRT) in phobic disorders“. In: *PsychNology Journal* 1.2 (2003), S. 176–183.
- [RUB11] MARK L. RUBINSTEIN; TRACY L. LUKS; WENDY Y. DRYDEN; MICHELLE A. RAIT; GREGORY V. SIMPSON. „Adolescent smokers show decreased brain responses to pleasurable food images compared with nonsmokers“. In: *Nicotine & tobacco research : official journal of the Society for Research on Nicotine and Tobacco* 13.8 (2011), S. 751–755. DOI: 10.1093/ntr/ntr046.
- [RUB76] DONALD B. RUBIN. „Inference and Missing Data“. In: *Biometrika* 63.3 (1976), S. 581. ISSN: 00063444. DOI: 10.2307/2335739.
- [RUT13] BRET R. RUTHERFORD; STEVEN P. ROOSE. „A model of placebo response in antidepressant clinical trials“. In: *The American journal of psychiatry* 170.7 (2013), S. 723–733. DOI: 10.1176/appi.ajp.2012.12040474.
- [RYA00] RYAN; DECI. „Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions“. In: *Contemporary educational psychology* 25.1 (2000), S. 54–67. DOI: 10.1006/ceps.1999.1020.
- [SAI13] MICHAEL SAILER; JAN HENSE; HEINZ MANDL; MARKUS KLEVERS. „Psychological Perspectives on Motivation through Gamification“. In: *Interaction Design and Architecture(s) Journal* 19 (2013), S. 18–37.
- [SAI17] MICHAEL SAILER; JAN ULRICH HENSE; SARAH KATHARINA MAYR; HEINZ MANDL. „How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction“. In: *Computers in Human Behavior* 69 (2017), S. 371–380. ISSN: 07475632. DOI: 10.1016/j.chb.2016.12.033.
- [SAL06] MICHAEL E. SALADIN; KATHLEEN T. BRADY; KEN GRAAP; BARBARA OLASOV ROTHBAUM. „A preliminary report on the use of virtual reality technology to elicit craving and cue reactivity in cocaine dependent individuals“. In: *Addictive behaviors* 31.10 (2006), S. 1881–1894. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2006.01.004.
- [SAL10] KATIE SALEN; ERIC ZIMMERMAN. *Rules of play: Game design fundamentals*. [Nachdr.] Cambridge, Mass.: The MIT Press, 2010. ISBN: 0-262-24045-9.

- [SAM21] SAMSUNG GROUP. *Samsung Gear VR (SM-R323)*. 2021. URL: <https://www.samsung.com/de/wearables/gear-vr-r323/> (besucht am 06.07.2021).
- [SAN05] MARIA V. SANCHEZ-VIVES; MEL SLATER. „From presence to consciousness through virtual reality“. In: *Nature reviews. Neuroscience* 6.4 (2005), S. 332–339. ISSN: 1471-003X. DOI: 10.1038/nrn1651.
- [SAU93] J. B. SAUNDERS; O. G. AASLAND; T. F. BABOR; J. R. de LA FUENTE; M. GRANT. „Development of the Alcohol Use Disorders Identification Test (AUDIT): WHO Collaborative Project on Early Detection of Persons with Harmful Alcohol Consumption–II“. In: *Addiction (Abingdon, England)* 88.6 (1993), S. 791–804. ISSN: 1360-0443. DOI: 10.1111/j.1360-0443.1993.tb02093.x.
- [SCH01] THOMAS SCHUBERT; FRANK FRIEDMANN; HOLGER REGENBRECHT. „The Experience of Presence: Factor Analytic Insights“. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 10.3 (2001), S. 266–281. DOI: 10.1162/105474601300343603.
- [SCH08] TIM SCHOENMAKERS; REINOUT W. WIERS; MATT FIELD. „Effects of a low dose of alcohol on cognitive biases and craving in heavy drinkers“. In: *Psychopharmacology* 197.1 (2008), S. 169–178. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s00213-007-1023-5.
- [SCH10a] TIM M. SCHOENMAKERS; MARIJN de BRUIN; IRJA F. M. LUX; ALEXA G. GOERTZ; DORIEKE H. A. T. VAN KERKHOF; REINOUT W. WIERS. „Clinical effectiveness of attentional bias modification training in abstinent alcoholic patients“. In: *Drug and alcohol dependence* 109.1-3 (2010), S. 30–36. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2009.11.022.
- [SCH10b] ULRIKE SCHULTZE. „Embodiment and presence in virtual worlds: A review“. In: *Journal of Information Technology* 25.4 (2010), S. 434–449. ISSN: 0268-3962. DOI: 10.1057/jit.2010.25.
- [SCH11] YUKO S. SCHMITT; HUNTER G. HOFFMAN; DAVID K. BLOUGH; DAVID R. PATTERSON; MARK P. JENSEN; MARYAM SOLTANI; GRETCHEN J. CARROUGHER; DANA NAKAMURA; SAM R. SHARAR. „A randomized, controlled trial of immersive virtual reality analgesia, during physical therapy for pediatric burns“. In: *Burns : journal of the International Society for Burn Injuries* 37.1 (2011), S. 61–68. DOI: 10.1016/j.burns.2010.07.007.

- [SCH12] GÜNTER SCHREIER; HARALD ECKMANN; DIETER HAYN; KARL KREINER; PETER KASTNER; NIGEL LOVELL. „Web versus app: compliance of patients in a telehealth diabetes management programme using two different technologies“. In: *Journal of telemedicine and telecare* 18.8 (2012), S. 476–480. ISSN: 1357-633X. DOI: 10.1258/jtt.2012.GTH112.
- [SCH14] SEBASTIAN SCHNEEWEISS. „Learning from big health care data“. In: *The New England journal of medicine* 370.23 (2014), S. 2161–2163. ISSN: 0028-4793. DOI: 10.1056/NEJMp1401111.
- [SCH15] MADLEN SCHEIBE; JULIUS REICHELT; MAIKE BELLMANN; WILHELM KIRCH. „Acceptance factors of mobile apps for diabetes by patients aged 50 or older: a qualitative study“. In: *Medicine 2.0* 4.1 (2015), e1. ISSN: 1923-2195. DOI: 10.2196/med20.3912.
- [SCH16a] TALI SCHNEIDER; ANTHONY D. PANZERA; MARISA COULURIS; JAMES LINDENBERGER; ROBERT MCDERMOTT; CAROL A. BRYANT. „Engaging Teens with Asthma in Designing a Patient-Centered Mobile App to Aid Disease Self-Management“. In: *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association* 22.2 (2016), S. 170–175. DOI: 10.1089/tmj.2015.0041.
- [SCH16b] PHILIPP A. SCHROEDER; JOHANNES LOHMANN; MARTIN V. BUTZ; CHRISTIAN PLEWNIA. „Behavioral Bias for Food Reflected in Hand Movements: A Preliminary Study with Healthy Subjects“. In: *Cyberpsychology, behavior and social networking* 19.2 (2016), S. 120–126. ISSN: 2152-2723. DOI: 10.1089/cyber.2015.0311.
- [SCH16c] SOPHIE E. SCHUMACHER; EVA KEMPS; MARIKA TIGGEMANN. „Bias modification training can alter approach bias and chocolate consumption“. In: *Appetite* 96 (2016), S. 219–224. ISSN: 1095-8304. DOI: 10.1016/j.appet.2015.09.014.
- [SCH18] RICARDA SCHMIDT; CAROLINE SEBERT; CHRISTINE KÖSLING; MARTIN GRUNWALD; ANJA HILBERT; CLAUDIA HÜBNER; LISA SCHÄFER. „Neuropsychological and Neurophysiological Indicators of General and Food-Specific Impulsivity in Children with Overweight and Obesity: A Pilot Study“. In: *Nutrients* 10.12 (2018). ISSN: 2072-6643. DOI: 10.3390/nu10121983.
- [SCH99] THOMAS SCHUBERT; FRANK FRIEDMANN; HOLGER REGENBRECHT. „Embodied Presence in Virtual Environments“. In: *Visual Representations and Interpretations*. Hrsg. von RAY PATON; IRENE NEILSON. London und s.l.: Springer London, 1999, S. 269–278. ISBN: 978-1-85233-082-8. DOI: 10.1007/978-1-4471-0563-3\_30.

- [SEA17] SEAN FOREMAN. *Vive Teleporter in C++*. 2017. URL: <http://oculusdrifter.blogspot.de/2017/08/vive-teleporter-in-c.html> (besucht am 19.03.2018).
- [SHA09] LION SHAHAB; ANDY MCEWEN. „Online support for smoking cessation: a systematic review of the literature“. In: *Addiction (Abingdon, England)* 104.11 (2009), S. 1792–1804. ISSN: 1360-0443. DOI: 10.1111/j.1360-0443.2009.02710.x.
- [SHA13] JASON M. SHARBANEE; WERNER G. K. STRITZKE; REINOUT W. WIERS; PAUL YOUNG; MIKE RINCK; COLIN MACLEOD. „The interaction of approach-alcohol action tendencies, working memory capacity, and current task goals predicts the inability to regulate drinking behavior“. In: *Psychology of addictive behaviors : journal of the Society of Psychologists in Addictive Behaviors* 27.3 (2013), S. 649–661. DOI: 10.1037/a0029982.
- [SHA14a] JASON M. SHARBANEE; LITJE HU; WERNER G. K. STRITZKE; REINOUT W. WIERS; MIKE RINCK; COLIN MACLEOD. „The effect of approach/avoidance training on alcohol consumption is mediated by change in alcohol action tendency“. In: *PloS one* 9.1 (2014), e85855. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0085855.
- [SHA14b] JASON M. SHARBANEE; WERNER G. K. STRITZKE; M. EFFIN JAMALLUDIN; REINOUT W. WIERS. „Approach-alcohol action tendencies can be inhibited by cognitive load“. In: *Psychopharmacology* 231.5 (2014), S. 967–975. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s00213-013-3318-z.
- [SHE03] WILLIAM R. SHERMAN; ALAN B. CRAIG. *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann series in computer graphics and geometric modeling. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 2003. ISBN: 1558603530. URL: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk&db=nlabk&AN=249304>.
- [SHE18] BRIAN J. SHERMAN; NATHANIEL L. BAKER; LINDSAY M. SQUEGLIA; AIMEE L. MCRAE-CLARK. „Approach bias modification for cannabis use disorder: A proof-of-principle study“. In: *Journal of substance abuse treatment* 87 (2018), S. 16–22. DOI: 10.1016/j.jsat.2018.01.012.

- [SHR14] LYDIA A. SHRIER; AMANDA RHOADS; PAMELA BURKE; COURTNEY WALLS; EMILY A. BLOOD. „Real-time, contextual intervention using mobile technology to reduce marijuana use among youth: a pilot study“. In: *Addictive behaviors* 39.1 (2014), S. 173–180. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2013.09.028.
- [SHR18] LYDIA A. SHRIER; PAMELA J. BURKE; MEREDITH KELLS; EMILY A. SCHERER; VISHNUDAS SARDA; CASSANDRA JONESTRASK; ZIMING XUAN; SION KIM HARRIS. „Pilot randomized trial of MOMENT, a motivational counseling-plus-ecological momentary intervention to reduce marijuana use in youth“. In: *mHealth* 4 (2018), S. 29. ISSN: 2306-9740. DOI: 10.21037/mhealth.2018.07.04.
- [SIL13] PATRÍCIA SILVEIRA; ROLF VAN DE LANGENBERG; EVA VAN HET REVE; FLORIAN DANIEL; FABIO CASATI; ELING D. de BRUIN. „Tablet-based strength-balance training to motivate and improve adherence to exercise in independently living older people: a phase II preclinical exploratory trial“. In: *Journal of medical Internet research* 15.8 (2013), e159. DOI: 10.2196/jmir.2579.
- [SIM00] R. M. SIMPSON; J. J. LAVIOLA; D. H. LAIDLAW; A. S. FORSBERG; A. VAN DAM. „Immersive VR for scientific visualization: A progress report“. In: *IEEE Computer Graphics and Applications* 20.6 (2000), S. 26–52. ISSN: 02721716. DOI: 10.1109/38.888006.
- [SIM13] LUUK P. A. SIMONS; J. FELIX HAMPE; NICK A. GULDEMOND. „Designing healthy living support: mobile applications added to hybrid (e)Coach solution“. In: *Health and Technology* 3.1 (2013), S. 85–95. ISSN: 2190-7188. DOI: 10.1007/s12553-013-0052-9.
- [SIM14] LUUK P. A. SIMONS; J. FELIX HAMPE; NICK A. GULDEMOND. „ICT supported healthy lifestyle interventions: design lessons“. In: *Electronic Markets* 24.3 (2014), S. 179–192. ISSN: 1019-6781. DOI: 10.1007/s12525-014-0157-7.
- [SIM15] LUUK P. A. SIMONS; FLORIAN FOERSTER; PETER A. BRUCK; LUVAI MOTIWALLA; CATHOLIJN M. JONKER. „Microlearning mApp raises health competence: hybrid service design“. In: *Health and Technology* 5.1 (2015), S. 35–43. ISSN: 2190-7188. DOI: 10.1007/s12553-015-0095-1.
- [SKE21] SKETCHFAB. *Sketchfab - The leading platform for 3D & AR on the web*. 2021. URL: <https://sketchfab.com/> (besucht am 22.04.2021).

- [SLA06] MEL SLATER; DAVID-PAUL PERTAUB; CHRIS BARKER; DAVID M. CLARK. „An experimental study on fear of public speaking using a virtual environment“. In: *Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society* 9.5 (2006), S. 627–633. ISSN: 1094-9313. DOI: 10.1089/cpb.2006.9.627.
- [SLA09] MEL SLATER; DANIEL PEREZ-MARCOS; H. HENRIK EHRSOHN; MARIA V. SANCHEZ-VIVES. „Inducing illusory ownership of a virtual body“. In: *Frontiers in neuroscience* 3.2 (2009), S. 214–220. DOI: 10.3389/neuro.01.029.2009.
- [SLA97] MEL SLATER; SYLVIA WILBUR. „A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments“. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6.6 (1997), S. 603–616. ISSN: 1054-7460. DOI: 10.1162/pres.1997.6.6.603.
- [SLA99a] M. SLATER; D.-P. PERTAUB; A. STEED. „Public speaking in virtual reality: facing an audience of avatars“. In: *IEEE Computer Graphics and Applications* 19.2 (1999), S. 6–9. ISSN: 02721716. DOI: 10.1109/38.749116.
- [SLA99b] MEL SLATER. „Measuring Presence: A Response to the Witmer and Singer Presence Questionnaire“. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 8.5 (1999), S. 560–565. ISSN: 1054-7460. DOI: 10.1162/105474699566477.
- [SNE15] MICHELLE SNELLEMAN; TIM MICHAËL SCHOENMAKERS; DIKE VAN DE MHEEN. „Attentional Bias and Approach/Avoidance Tendencies Do Not Predict Relapse or Time to Relapse in Alcohol Dependency“. In: *Alcoholism, clinical and experimental research* 39.9 (2015), S. 1734–1739. ISSN: 1530-0277. DOI: 10.1111/acer.12817.
- [SOL60] ANDREW K. SOLARZ. „Latency of instrumental responses as a function of compatibility with the meaning of eliciting verbal signs“. In: *Journal of Experimental Psychology* 59.4 (1960), S. 239–245. DOI: 10.1037/h0047274.
- [SON15] JI HYUN SON; SANG HOON LEE; JU WON SEOK; BAIK SEOK KEE; HYUN WOONG LEE; HYUNG JOON KIM; TAE KYUNG LEE; DOUG HYUN HAN. „Virtual Reality Therapy for the Treatment of Alcohol Dependence: A Preliminary Investigation With Positron Emission Tomography/Computerized Tomography“. In: *Journal of studies on alcohol and drugs* 76.4 (2015), S. 620–627. DOI: 10.15288/jsad.2015.76.620.

- [SPI85] CHARLES D. SPIELBERGER. „The experience and expression of anger: Construction and validation of an anger expression scale“. In: *Anger and hostility in cardiovascular and behavioral disorders* (1985), S. 5–30.
- [SPR13] ADRIAAN SPRUYT; JAN de HOUWER; HELEN TIBBOEL; BRUNO VERSCHUERE; GEERT CROMBEZ; PAUL VERBANCK; CATHERINE HANAK; DAMIEN BREVERS; XAVIER NOËL. „On the predictive validity of automatically activated approach/avoidance tendencies in abstaining alcohol-dependent patients“. In: *Drug and alcohol dependence* 127.1-3 (2013), S. 81–86. DOI: 10.1016/j.drugalcdep.2012.06.019.
- [STA21a] STATISTA. *Marktanteile der Betriebssysteme am Absatz vom Smartphones weltweit in den Jahren 2010 bis 2020 und Prognose bis 2025*. 2021. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/182363/umfrage/prognostizierte-marktanteile-bei-smartphone-betriebssystemen/> (besucht am 08.10.2021).
- [STA21b] STATISTA. *Number of smartphone users from 2016 to 2021*. 2021. URL: <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/> (besucht am 08.10.2021).
- [STI10] BASTIAN STIPPEKOHL; MARKUS WINKLER; RONALD F. MUCHA; PAUL PAULI; BERTRAM WALTER; DIETER VAITL; RUDOLF STARK. „Neural responses to BEGIN- and END-stimuli of the smoking ritual in nonsmokers, nondeprived smokers, and deprived smokers“. In: *Neuropsychopharmacology: official publication of the American College of Neuropsychopharmacology* 35.5 (2010), S. 1209–1225. DOI: 10.1038/npp.2009.227.
- [SUB13] SANDEEP K. SUBRAMANIAN; CHRISTIANE B. LOURENÇO; GEVORG CHILINGARYAN; HEIDI SVEISTRUP; MINDY F. LEVIN. „Arm motor recovery using a virtual reality intervention in chronic stroke: randomized control trial“. In: *Neurorehabilitation and neural repair* 27.1 (2013), S. 13–23. DOI: 10.1177/1545968312449695.
- [SUF14] BRIAN SUFFOLETTO; JEFFREY KRISTAN; CLIFTON CALLAWAY; KEVIN H. KIM; TAMMY CHUNG; PETER M. MONTI; DUNCAN B. CLARK. „A text message alcohol intervention for young adult emergency department patients: a randomized clinical trial“. In: *Annals of emergency medicine* 64.6 (2014), 664–72.e4. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2014.06.010.

- [SUF15] BRIAN SUFFOLETTO; JEFFREY KRISTAN; TAMMY CHUNG; KWONHO JEONG; ANTHONY FABIO; PETER MONTI; DUNCAN B. CLARK. „An Interactive Text Message Intervention to Reduce Binge Drinking in Young Adults: A Randomized Controlled Trial with 9-Month Outcomes“. In: *PloS one* 10.11 (2015), e0142877. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0142877.
- [SUF16] BRIAN SUFFOLETTO; JENNIFER E. MERRILL; TAMMY CHUNG; JEFFREY KRISTAN; MARIAN VANEK; DUNCAN B. CLARK. „A text message program as a booster to in-person brief interventions for mandated college students to prevent weekend binge drinking“. In: *Journal of American college health : J of ACH* 64.6 (2016), S. 481–489. DOI: 10.1080/07448481.2016.1185107.
- [SUF17] BRIAN SUFFOLETTO; JOSEPH YANTA; RYAN KURTZ; GERALD COCHRAN; ANTOINE DOUAIHY; TAMMY CHUNG. „Acceptability of an Opioid Relapse Prevention Text-message Intervention for Emergency Department Patients“. In: *Journal of addiction medicine* 11.6 (2017), S. 475–482. DOI: 10.1097/ADM.0000000000000351.
- [SWA01] JANE E. SWANSON; E. SWANSON; ANTHONY G. GREENWALD. „Using the Implicit Association Test to investigate attitude-behaviour consistency for stigmatised behaviour“. In: *Cognition and Emotion* 15.2 (2001), S. 207–230. ISSN: 02699931. DOI: 10.1080/0269993004200060.
- [TAF13] MARINE TAFFOU; RACHID GUERCHOUCHE; GEORGE DRETAKIS; ISABELLE VIAUD-DELMON. „Auditory–Visual Aversive Stimuli Modulate the Conscious Experience of Fear“. In: *Multisensory Research* 26.4 (2013), S. 347–370. DOI: 10.1163/22134808-00002424.
- [TIM15] TIM SWEENEY. *If You Love Something, Set It Free*. 2015. URL: <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/ue4-is-free> (besucht am 27. 10. 2017).
- [TOM15] TOM LOOMAN. *Multi-color Outline Post Process in Unreal Engine 4*. 2015. URL: <http://www.tomlooman.com/multi-color-outline-post-process-in-unreal-engine-4/> (besucht am 27.03.2018).
- [TOR14] ASTRID TORBJØRNSEN; ANNE KAREN JENUM; MILADA CVANCAROVA SMÅSTUEN; EIRIK ARSAND; HEIDI HOLMEN; ASTRID KLOPSTAD WAHL; LIS RIBU. „A Low-Intensity Mobile Health Intervention With and Without Health Counseling for Persons With Type 2 Diabetes, Part 1: Baseline and Short-Term Results From a Randomized Controlled Trial in the Norwegian Part of RENEWING HEALTH“. In:

- JMIR mHealth and uHealth* 2.4 (2014), e52. DOI: 10.2196/mhealth.3535.
- [TOW01] J. M. TOWNSHEND; T. DUKA. „Attentional bias associated with alcohol cues: differences between heavy and occasional social drinkers“. In: *Psychopharmacology* 157.1 (2001), S. 67–74. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s002130100764.
- [TUR13] GABRIELLE M. TURNER-MCGRIEVY; MICHAEL W. BEETS; JUSTIN B. MOORE; ANDREW T. KACZYNSKI; DAHEIA J. BARR-ANDERSON; DEBORAH F. TATE. „Comparison of traditional versus mobile app self-monitoring of physical activity and dietary intake among overweight adults participating in an mHealth weight loss program“. In: *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA* 20.3 (2013), S. 513–518. DOI: 10.1136/amiajn1-2012-001510.
- [TUR21] TURBOSQUID. *TurboSquid - 3D Models for Professionals*. 2021. URL: <https://www.turbosquid.com/> (besucht am 22. 04. 2021).
- [ULT20] ULTRALEAP LIMITED. *Tracking | Leap Motion Controller | Ultraleap*. 2020. URL: <https://www.ultraleap.com/product/leap-motion-controller/> (besucht am 29. 04. 2020).
- [UNI20a] UNITY TECHNOLOGIES. *Legal Information - Unity*. 2020. URL: <https://unity3d.com/legal> (besucht am 29. 04. 2020).
- [UNI20b] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity - Manual: Glossary*. 2020. URL: <https://docs.unity3d.com/2018.4/Documentation/Manual/Glossary.html> (besucht am 29. 04. 2020).
- [UNI20c] UNITY TECHNOLOGIES. *Unity Real-Time Development Platform: 3D, 2D VR & AR Visualizations*. 2020. URL: <https://unity.com/> (besucht am 29. 04. 2020).
- [UNI20d] UNITY TECHNOLOGIES. *Wondering what Unity is? Find out who we are, where we've been and where we're going*. 2020. URL: <https://unity.com/our-company> (besucht am 29. 04. 2020).
- [UYL17] TESS E. den UYL; THOMAS E. GLADWIN; MIKE RINCK; JOHANNES LINDENMEYER; REINOUT W. WIERS. „A clinical trial with combined transcranial direct current stimulation and alcohol approach bias retraining“. In: *Addiction biology* 22.6 (2017), S. 1632–1640. DOI: 10.1111/adb.12463.

- [VAL16] LUCIA R. VALMAGGIA; LEILA LATIF; MATTHEW J. KEMPTON; MARIA RUS-CALAFELL. „Virtual reality in the psychological treatment for mental health problems: An systematic review of recent evidence“. In: *Psychiatry research* 236 (2016), S. 189–195. DOI: 10.1016/j.psychres.2016.01.015.
- [VAN11a] DORIEN VAN DEUN; VINCENT VERHAERT; KOEN BUYS; BART HAEX; JOS VANDER SLOTEN. „Automatic Generation of Personalized Human Models based on Body Measurements“. In: *Proceedings of the First International Symposium of Digital Human Modeling*. 2011.
- [VAN11b] MADELON E. VAN HEMEL-RUITER; PETER J. de JONG; REINOUT W. WIERS. „Appetitive and regulatory processes in young adolescent drinkers“. In: *Addictive behaviors* 36.1-2 (2011), S. 18–26. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2010.08.002.
- [VAN12] NEOMI VAN DUIJVENBODE; ROBERT DIDDEN; HUBERT VOOGD; HUBERT P. L. M. KORZILIUS; RUTGER C. M. E. ENGELS. „Cognitive biases in individuals with mild to borderline intellectual disability and alcohol use-related problems“. In: *Research in developmental disabilities* 33.6 (2012), S. 1928–1936. DOI: 10.1016/j.ridd.2012.05.026.
- [VAN13] DENISE S. VAN DEURSEN; ELSKE SALEMINK; FILIP SMIT; JEANNET KRAMER; REINOUT W. WIERS. „Web-based cognitive bias modification for problem drinkers: protocol of a randomised controlled trial with a 2x2x2 factorial design“. In: *BMC public health* 13 (2013), S. 674. DOI: 10.1186/1471-2458-13-674.
- [VAN14a] RIK VAN DINTEREN; MARTIJN ARNS; MARIJTJE L. A. JONGSMA; ROY P. C. KESSELS. „P300 development across the lifespan: a systematic review and meta-analysis“. In: *PloS one* 9.2 (2014), e87347. ISSN: 1932-6203. DOI: 10.1371/journal.pone.0087347.
- [VAN14b] ALWIN VAN DRONGELEN; CÉCILE RL BOOT; HYNEK HLOBIL; JOS WR TWISK; TJABE SMID; ALLARD J. VAN DER BEEK. „Evaluation of an mHealth intervention aiming to improve health-related behavior and sleep and reduce fatigue among airline pilots“. In: *Scandinavian journal of work, environment & health* 40.6 (2014), S. 557–568. DOI: 10.5271/sjweh.3447.
- [VAN16] N. VAN DUIJVENBODE; R. DIDDEN; H. P. L. M. KORZILIUS; R. C. M. E. ENGELS. „The addicted brain: cognitive biases in problematic drinkers with mild to borderline intellectual disability“. In: *Journal*

- of intellectual disability research : JIDR* 60.3 (2016), S. 242–253. ISSN: 1365-2788. DOI: 10.1111/jir.12244. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26667160/>.
- [VEE11] ESTHER M. VEENSTRA; PETER J. de JONG. „Reduced automatic motivational orientation towards food in restricting anorexia nervosa“. In: *Journal of abnormal psychology* 120.3 (2011), S. 708–718. DOI: 10.1037/a0023926.
- [VEE17] LOTTE VEENSTRA; IRIS K. SCHNEIDER; BRAD J. BUSHMAN; SANDER L. KOOLE. „Drawn to danger: trait anger predicts automatic approach behaviour to angry faces“. In: *Cognition & emotion* 31.4 (2017), S. 765–771. DOI: 10.1080/02699931.2016.1150256.
- [VER11] DAVID VERNEZ; ANTOINE MILON; LAURENT FRANCIOLI; JEAN-LUC BULLIARD; LAURENT VUILLEUMIER; LAURENT MOCCOZET. „A numeric model to simulate solar individual ultraviolet exposure“. In: *Photochemistry and photobiology* 87.3 (2011), S. 721–728. DOI: 10.1111/j.1751-1097.2011.00895.x.
- [VER13] SANDRA VERBEKEN; CAROLINE BRAET; LIEN GOOSSENS; SASKIA VAN DER OORD. „Executive function training with game elements for obese children: a novel treatment to enhance self-regulatory abilities for weight-control“. In: *Behaviour research and therapy* 51.6 (2013), S. 290–299. DOI: 10.1016/j.brat.2013.02.006.
- [VIG20] GIOVANNI PAOLO VIGANÒ. *GitHub - gpvigano/AsImpL: Asynchronous Importer and run-time Loader for Unity*. 2020. URL: <https://github.com/gpvigano/AsImpL> (besucht am 22.04.2021).
- [VR 17] VR JUNKIES LLC. *Vive Controller - VR Junkies*. 2017. URL: <https://vrjunkies.com/product/vive-controller/> (besucht am 11.11.2017).
- [WAT03] ANDREW J. WATERS; SAUL SHIFFMAN; MICHAEL A. SAYETTE; JEAN A. PATY; CHAD J. GWALTNEY; MARK H. BALABANIS. „Attentional bias predicts outcome in smoking cessation“. In: *Health psychology : official journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association* 22.4 (2003), S. 378–387. ISSN: 0278-6133. DOI: 10.1037/0278-6133.22.4.378.
- [WAT12] P. WATSON; S. de WIT; BERNHARD HOMMEL; R. W. WIERS. „Motivational Mechanisms and Outcome Expectancies Underlying the Approach Bias toward Addictive Substances“. In: *Frontiers in psychology* 3 (2012), S. 440. ISSN: 1664-1078. DOI: 10.3389/fpsyg.2012.00440.

- [WAT13] P. WATSON; S. de WIT; J. COUSIJN; B. HOMMEL; R. W. WIERS. „Motivational Mechanisms Underlying the Approach Bias to Cigarettes“. In: *Journal of Experimental Psychopathology* 4.3 (2013), S. 250–262. ISSN: 2043-8087. DOI: 10.5127/jep.030512.
- [WEB09] THOMAS L. WEBB. „Commentary on Shahab & McEwen (2009): Understanding and preventing attrition in online smoking cessation interventions: a self-regulatory perspective“. In: *Addiction (Abingdon, England)* 104.11 (2009), S. 1805–1806. ISSN: 1360-0443. DOI: 10.1111/j.1360-0443.2009.02751.x.
- [WEC17] HANNA WECKLER; GRACE KONG; HELLE LARSEN; JANNA COUSIJN; REINOUT W. WIERS; SUCHITRA KRISHNAN-SARIN. „Impulsivity and approach tendencies towards cigarette stimuli: Implications for cigarette smoking and cessation behaviors among youth“. In: *Experimental and clinical psychopharmacology* 25.5 (2017), S. 363–372. DOI: 10.1037/pha0000139.
- [WEN19] SI WEN; HELLE LARSEN; MARILISA BOFFO; RAOUL P. P. P. GRASMAN; THOMAS PRONK; JOERI B. G. VAN WIJNGAARDEN; REINOUT W. WIERS. *Combining Web-Based Attentional Bias Modification and Approach Bias Modification as a Self-Help Smoking Intervention for Adult Smokers Seeking Online Help: Double-Blind Randomized Controlled Trial (Preprint)*. 2019. DOI: 10.2196/preprints.16342.
- [WER12] KEVIN WERBACH; DAN HUNTER. *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. New York: Wharton Digital Press, 2012. ISBN: 1613630239. URL: <http://gbv.ebib.com/patron/FullRecord.aspx?p=1032564>.
- [WES05] J. LEE WESTMAAS; KAREN LANGSAM. „Unaided smoking cessation and predictors of failure to quit in a community sample: effects of gender“. In: *Addictive behaviors* 30.7 (2005), S. 1405–1424. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2005.03.001.
- [WHI16] ROBYN WHITTAKER; HAYDEN MCROBBIE; CHRIS BULLEN; ANTHONY RODGERS; YULONG GU. „Mobile phone-based interventions for smoking cessation“. In: *The Cochrane database of systematic reviews* 4 (2016), S. CD006611. DOI: 10.1002/14651858.CD006611.pub4.
- [WIE06a] B. K. WIEDERHOLD. *The Potential for Virtual Reality to Improve Health Care*. 2006. URL: <https://vrphobia.eu/wp-content/uploads/2018/01/WP-The-Potential-for-VR-to-Improve-Healthcare.pdf> (besucht am 10.08.2020).

- [WIE06b] R. W. WIERS; P. J. de JONG. „Implicit and explicit alcohol, smoking and drug-related cognitions and emotions“. In: *Advances in social psychology research*. Hrsg. von JOHN Z. ARLSDALE. Hauppauge NY: Nova Science Publ, 2006, S. 1–36. ISBN: 1594546584.
- [WIE06c] REINOUT WILLEM HENRY JON WIERS; ALAN W. STACY, Hrsg. *Handbook of Implicit Cognition and Addiction*. Thousand Oaks [Calif.]: Sage Publications, 2006. ISBN: 1782689095.
- [WIE07] REINOUT W. WIERS; BRUCE D. BARTHOLOW; ESTHER VAN DEN WILDENBERG; CAROLIEN THUSH; RUTGER C. M. E. ENGELS; KENNETH J. SHER; JERRY GRENARD; SUSAN L. AMES; ALAN W. STACY. „Automatic and controlled processes and the development of addictive behaviors in adolescents: a review and a model“. In: *Pharmacology, biochemistry, and behavior* 86.2 (2007), S. 263–283. ISSN: 0091-3057. DOI: 10.1016/j.pbb.2006.09.021.
- [WIE08] BRENDA K. WIEDERHOLD; MARK D. WIEDERHOLD. „Virtual reality for posttraumatic stress disorder and stress inoculation training“. In: *Journal of Cybertherapy and Rehabilitation* 1.1 (2008), S. 23–35.
- [WIE09] R. W. WIERS; M. RINCK; M. DICTUS; E. VAN DEN WILDENBERG. „Relatively strong automatic appetitive action-tendencies in male carriers of the OPRM1 G-allele“. In: *Genes, brain, and behavior* 8.1 (2009), S. 101–106. DOI: 10.1111/j.1601-183X.2008.00454.x.
- [WIE10a] JOSEF WIEMEYER. „Gesundheit auf dem Spiel? – Serious Games in Prävention und Rehabilitation“. In: *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 61.11 (2010), S. 252–257.
- [WIE10b] REINOUT W. WIERS; MIKE RINCK; ROBERT KORDTS; KATRIN HOUBEN; FRITZ STRACK. „Retraining automatic action-tendencies to approach alcohol in hazardous drinkers“. In: *Addiction (Abingdon, England)* 105.2 (2010), S. 279–287. ISSN: 1360-0443. DOI: 10.1111/j.1360-0443.2009.02775.x.
- [WIE11] REINOUT W. WIERS; CAROLIN EBERL; MIKE RINCK; ENI S. BECKER; JOHANNES LINDENMEYER. „Retraining automatic action tendencies changes alcoholic patients’ approach bias for alcohol and improves treatment outcome“. In: *Psychological science* 22.4 (2011), S. 490–497. ISSN: 1467-9280. DOI: 10.1177/0956797611400615.
- [WIE13] CORINDE E. WIERS; SIMONE KÜHN; AMIR HOMAYOUN JAVADI; OZLEM KORUCUOGLU; REINOUT W. WIERS; HENRIK WALTER; JÜRGEN GALLINAT; FELIX BERMPOHL. „Automatic approach bias towards smoking cues is present in smokers but not in

- ex-smokers“. In: *Psychopharmacology* 229.1 (2013), S. 187–197. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s00213-013-3098-5.
- [WIE14a] BRENDA K. WIEDERHOLD; CHELSIE BOYD; CAMELIA SULEA; ANDREA GAGGIOLI; GIUSEPPE RIVA. „Marketing Analysis of a Positive Technology App for the Self-Management of Psychological Stress“. In: *Studies in health technology and informatics* 199 (2014), S. 83–87. ISSN: 0926-9630. DOI: 10.3233/978-1-61499-401-5-83.
- [WIE14b] CORINDE E. WIERS et al. „Neural correlates of alcohol-approach bias in alcohol addiction: the spirit is willing but the flesh is weak for spirits“. In: *Neuropsychopharmacology : official publication of the American College of Neuropsychopharmacology* 39.3 (2014), S. 688–697. DOI: 10.1038/npp.2013.252.
- [WIE15] REINOUT W. WIERS; KATRIJN HOUBEN; JAVAD S. FADARDI; PAUL VAN BEEK; MIJKE RHEMTULLA; W. MILES COX. „Alcohol cognitive bias modification training for problem drinkers over the web“. In: *Addictive behaviors* 40 (2015), S. 21–26. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2014.08.010.
- [WIE17] BRENDA K. WIEDERHOLD; IAN MILLER; MARK D. WIEDERHOLD. „Virtual Reality Smoking Cessation–Designed for Teens, by Teens“. In: *The Open Family Studies Journal* 09.1 (2017), S. 21–30. ISSN: 1874-9224. DOI: 10.2174/1874922401709010021.
- [WIL13] LORE WILLEM; MICHAEL W. VASEY; TOM BECKERS; LAURENCE CLAES; PATRICIA BIJTTEBIER. „Cognitive biases and alcohol use in adolescence and young adulthood: The moderating role of gender, attentional control and inhibitory control“. In: *Personality and Individual Differences* 54.8 (2013), S. 925–930. ISSN: 01918869. DOI: 10.1016/j.paid.2013.01.015.
- [WIT15] CHARLOTTE E. WITTEKIND; ANSGAR FEIST; BROOKE C. SCHNEIDER; STEFFEN MORITZ; ANJA FRITZSCHE. „The approach-avoidance task as an online intervention in cigarette smoking: A pilot study“. In: *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry* 46 (2015), S. 115–120. ISSN: 0005-7916. DOI: 10.1016/j.jbtep.2014.08.006.
- [WIT19a] CHARLOTTE E. WITTEKIND; DANIEL LÜDECKE; BARBARA CLUDIUS. „Web-based Approach Bias Modification in smokers: A randomized-controlled study“. In: *Behaviour research and therapy* 116 (2019), S. 52–60. DOI: 10.1016/j.brat.2018.12.003.

- [WIT19b] CHARLOTTE E. WITTEKIND; EVELYNE REIBERT; KEISUKE TAKANO; THOMAS EHRING; OLIVER POGARELL; TOBIAS RÜTHER. „Approach-avoidance modification as an add-on in smoking cessation: A randomized-controlled study“. In: *Behaviour research and therapy* 114 (2019), S. 35–43. DOI: 10.1016/j.brat.2018.12.004. URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0005796718302006>.
- [WIT98] BOB G. WITMER; MICHAEL J. SINGER. „Measuring Presence in Virtual Environments: A Presence Questionnaire“. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 7.3 (1998), S. 225–240. DOI: 10.1162/105474698565686.
- [WOL16] P. ANDREA WOLF; ELSKE SALEMINK; REINOUT W. WIERS. „Attentional retraining and cognitive biases in a regular cannabis smoking student population“. In: *SUCHT* 62.6 (2016), S. 355–365. ISSN: 0939-5911. DOI: 10.1024/0939-5911/a000455.
- [WOU16] MARCELLA L. WOUND; JOYCE MAAS; REINOUT W. WIERS; ENI S. BECKER; MIKE RINCK. „Assessment of Tobacco-Related Approach and Attentional Biases in Smokers, Cravers, Ex-Smokers, and Non-Smokers“. In: *Frontiers in psychology* 7 (2016), S. 172. ISSN: 1664-1078. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.00172.
- [WRI18] CASSANDRA WRIGHT; PAUL M. DIETZE; PAUL A. AGIUS; EMMANUEL KUNTSCHKE; MICHAEL LIVINGSTON; OLIVER C. BLACK; ROBIN ROOM; MARGARET HELLARD; MEGAN SC LIM. „Mobile Phone-Based Ecological Momentary Intervention to Reduce Young Adults’ Alcohol Use in the Event: A Three-Armed Randomized Controlled Trial“. In: *JMIR mHealth and uHealth* 6.7 (2018), e149. DOI: 10.2196/mhealth.9324.
- [YE18] QUAN YE; WENSHAN HU; HONG ZHOU; ZHONGCHENG LEI; SHIQI GUAN. „VR Interactive Feature of HTML5-based WebVR Control Laboratory by Using Head-mounted Display“. In: *International Journal of Online Engineering (iJOE)* 14.03 (2018), S. 20. ISSN: 1868-1646. DOI: 10.3991/ijoe.v14i03.8112.
- [YEE07] NICK YEE; JEREMY BAIENSON. „The Proteus Effect: The Effect of Transformed Self-Representation on Behavior“. In: *Human Communication Research* 33.3 (2007), S. 271–290. ISSN: 0360-3989. DOI: 10.1111/j.1468-2958.2007.00299.x.

- [YIN14] CHAN WAI YIN; NG YEE SIEN; LOW AI YING; STEPHANIE FOOK-CHONG MAN CHUNG; DAWN TAN MAY LENG. „Virtual reality for upper extremity rehabilitation in early stroke: a pilot randomized controlled trial“. In: *Clinical rehabilitation* 28.11 (2014), S. 1107–1114. DOI: 10.1177/0269215514532851.
- [YOU05] SUNG H. YOU; SUNG HO JANG; YUN-HEE KIM; YONG-HYUN KWON; IRENE BARROW; MARK HALLETT. „Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy“. In: *Developmental medicine and child neurology* 47.9 (2005), S. 628–635. ISSN: 0012-1622.
- [YOU17] CHUANG-WEN YOU; YEN-CHANG CHEN; CHUN-HSIN CHEN; CHAO-HUI LEE; PO-HSIU KUO; MING-CHYI HUANG; HAO-HUA CHU. „Smartphone-based support system (SoberDiary) coupled with a Bluetooth breathalyser for treatment-seeking alcohol-dependent patients“. In: *Addictive behaviors* 65 (2017), S. 174–178. ISSN: 1873-6327. DOI: 10.1016/j.addbeh.2016.10.017.
- [ZEC15] HILMAR G. ZECH. *The mobile approach-avoidance task*. 2015. DOI: 10.13140/RG.2.1.1088.3287.
- [ZEC20] HILMAR G. ZECH; MARK ROTTEVEEL; WILCO W. VAN DIJK; LOTTE F. VAN DILLEN. „A mobile approach-avoidance task“. In: *Behavior research methods* (2020). DOI: 10.3758/s13428-020-01379-3.
- [ZEN15] EMILY Y. ZENG; ROGER VILARDAGA; JAIMEE L. HEFFNER; KRISTIN E. MULL; JONATHAN B. BRICKER. „Predictors of Utilization of a Novel Smoking Cessation Smartphone App“. In: *Telemedicine journal and e-health : the official journal of the American Telemedicine Association* 21.12 (2015), S. 998–1004. DOI: 10.1089/tmj.2014.0232.
- [ZHO12] YANYAN ZHOU; XINYU LI; MENG ZHANG; FENG ZHANG; CHEN ZHU; MOWEI SHEN. „Behavioural approach tendencies to heroin-related stimuli in abstinent heroin abusers“. In: *Psychopharmacology* 221.1 (2012), S. 171–176. ISSN: 1432-2072. DOI: 10.1007/s00213-011-2557-0.
- [ZLO18] ARMIN ZLOMUZICA; ALLA MACHULSKA; SUSANNA ROBERTS; MICHAEL von GLISCHINSKI; MIKE RINCK; KATHRYN J. LESTER; THALIA C. ELEY; JÜRGEN MARGRAF. „The dopamine D2 receptor mediates approach-avoidance tendencies in smokers“. In: *European archives of psychiatry and clinical neuroscience* 268.3 (2018), S. 261–268. DOI: 10.1007/s00406-017-0793-y.

## Publikationsliste

- [EIL19a] TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; RAINER BRÜCK. „Fighting Substance Dependency Combining AAT Therapy and Virtual Reality with Game Design Elements“. In: *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*. SCITEPRESS - Science and Technology Publications, 2019, S. 28–37. ISBN: 978-989-758-354-4. DOI: 10.5220/0007362100280037.
- [EIL19b] TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; ALLA MACHULSKA; TIM KLUCKEN; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; CARL FRIEDRICH GETHMANN; RAINER BRÜCK. „A Preliminary Evaluation of Transferring the Approach Avoidance Task into Virtual Reality“. In: *Information Technology in Biomedicine*. Hrsg. von EWA PIETKA; PAWEŁ BADURA; JACEK KAWA; WOJCIECH WIECLAWEK. Bd. 1011. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham: Springer International Publishing, 2019, S. 151–163. ISBN: 978-3-030-23761-5. DOI: 10.1007/978-3-030-23762-2\_14.
- [EIL20a] TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; MICHAEL WAHL; RAINER BRÜCK. „AAT Meets Virtual Reality“. In: *Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications*. Hrsg. von ANA PAULA CLÁUDIO; KADI BOUATOUCH; MANUELA CHessa; ALEXIS PALJIC; ANDREAS KERREN; CHRISTOPHE HURTER; ALAIN TREMEAU; GIOVANNI MARIA FARINELLA. Bd. 1182. *Communications in Computer and Information Science*. Cham: Springer International Publishing, 2020, S. 153–176. ISBN: 978-3-030-41589-1. DOI: 10.1007/978-3-030-41590-7\_7.
- [EIL20b] TANJA JOAN EILER; BENJAMIN HASSLER; ARMIN GRÜNEWALD; ALLA MACHULSKA; TIM KLUCKEN; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; CARL FRIEDRICH GETHMANN; RAINER BRÜCK. „Swipe up to smoke less cigarettes! Introducing a mobile Approach-Avoidance Task Application to fight Smoking“. In: *Current Directions in Biomedical Engineering* 6.3 (2020), S. 567–570. DOI: 10.1515/cdbme-2020-3145.

- [EIL21a] TANJA JOAN EILER; TOBIAS FORNEBERG; ARMIN GRÜNEWALD; ALLA MACHULSKA; TIM KLUCKEN; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; CARL FRIEDRICH GETHMANN; RAINER BRÜCK. „One ‘Stop Smoking’ to Take Away, Please! A Preliminary Evaluation of an AAT Mobile App“. In: *Information Technology in Biomedicine*. Hrsg. von EWA PIETKA; PAWEL BADURA; JACEK KAWA; WOJCIECH WIECLAWEK. Bd. 1186. Advances in Intelligent Systems and Computing. Cham: Springer International Publishing, 2021, S. 345–357. ISBN: 978-3-030-49665-4. DOI: 10.1007/978-3-030-49666-1\_27.
- [EIL21b] TANJA JOAN EILER; VANESSA SCHMÜCKER; BENJAMIN HASSLER; ALLA MACHULSKA; ARMIN GRÜNEWALD; TIM KLUCKEN; CHRISTIAN GIESSER; RAINER BRÜCK. „Improving the Approach-Avoidance Task in Virtual Reality Through Presence and Virtual Risk Situations“. In: *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality*. 2021, S. 184–188. ISBN: 978-1-6654-3225-2. DOI: 10.1109/AIVR52153.2021.00041.
- [GIE21a] CHRISTIAN GIESSER; JULIAN KNODE; ARMIN GRÜNEWALD; TANJA JOAN EILER; VANESSA SCHMÜCKER; RAINER BRÜCK. „SkillsLab+ - Augmented Reality Enhanced Medical Training“. In: *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality*. 2021, S. 194–197. ISBN: 978-1-6654-3225-2. DOI: 10.1109/AIVR52153.2021.00043.
- [GIE21b] CHRISTIAN GIESSER; CHRISTIAN GIBAS; ARMIN GRÜNEWALD; TANJA JOAN EILER; VANESSA SCHMÜCKER; RAINER BRÜCK. „EIT-based Gesture Recognition Training with Augmented Reality“. In: *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality*. 2021, S. 198–200. ISBN: 978-1-6654-3225-2. DOI: 10.1109/AIVR52153.2021.00044.
- [GRE21] FLORIAN GRENSING; ARMIN GRÜNEWALD; TANJA JOAN EILER; VANESSA SCHMÜCKER; CHRISTIAN GIESSER; RAINER BRÜCK. „Training Application for Ostomy Patients in Virtual Reality“. In: *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality*. 2021, S. 210–214. ISBN: 978-1-6654-3225-2. DOI: 10.1109/AIVR52153.2021.00048.
- [GRÜ21] ARMIN GRÜNEWALD; RICARDO SCHMIDT; LUKAS SAYN; CHRISTIAN GIESSER; TANJA JOAN EILER; VANESSA SCHMÜCKER; VEIT BRAUN; RAINER BRÜCK. „Virtual Reality

- Training Application to Prepare Medical Student's for Their First Operating Room Experience“. In: *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality*. 2021, S. 201–204. ISBN: 978-1-6654-3225-2. DOI: 10.1109/AIVR52153.2021.00045.
- [JAH20] KATHARINA JAHN; HENDRIK KEMPT; TANJA JOAN EILER; OLIVER HEGER; ARMIN GRÜNEWALD; ALLA MACHULSKA; TIM KLUCKEN; RAINER BRÜCK; CARL FRIEDRICH GETHMANN; BJÖRN NIEHAVES. „More than Ticking Off a Checklist? Towards an Approach for Quantifying the Effectiveness of Responsible Innovation in the Design Process“. In: *Entwicklungen, Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung*. Hrsg. von NORBERT GRONAU; MOREEN HEINE; HANNA KRASNOVA; KEY POUSTTCHI. Berlin: GITO mbH Verlag für Industrielle Informationstechnik und Organisation, 2020, S. 311–320. ISBN: 9783955453367. DOI: 10.30844/wi\_2020\_z2-paper4.
- [JAH21] KATHARINA JAHN; BASTIAN KORDYAKA; ALLA MACHULSKA; TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; TIM KLUCKEN; RAINER BRÜCK; CARL FRIEDRICH GETHMANN; BJÖRN NIEHAVES. „Individualized gamification elements: The impact of avatar and feedback design on reuse intention“. In: *Computers in Human Behavior* (2021), S. 106702. ISSN: 07475632. DOI: 10.1016/j.chb.2021.106702.
- [MAC19a] ALLA MACHULSKA; TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; RAINER BRÜCK; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; TIM KLUCKEN. „Virtual Approach-Bias Retraining for Smokers Motivated to Quit Smoking“. In: *Proceedings of the 9th World congress of behavioural & cognitive therapies*. Hrsg. von THOMAS HEIDENREICH; PHILIP TATA; SIMON BLACKWELL. Tübingen: dgvt-Verlag, 2019, S. 61. ISBN: 978-3-87159-852-4.
- [MAC19b] ALLA MACHULSKA; KRISTIAN KLEINKE; TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; RAINER BRÜCK; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; CARL FRIEDRICH GETHMANN; TIM KLUCKEN. „Retraining automatic action tendencies for smoking using mobile phone-based approach-avoidance bias training: A study protocol for a randomized controlled study“. In: *Trials* 20.1 (2019), S. 720. DOI: 10.1186/s13063-019-3835-0.
- [MAC20] ALLA MACHULSKA; TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; RAINER BRÜCK; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHA-

- VES; HEIKO ULLRICH; TIM KLUCKEN. „Promoting smoking abstinence in smokers willing to quit smoking through virtual reality-approach bias retraining: a study protocol for a randomized controlled trial“. In: *Trials* 21.1 (2020), S. 583. DOI: 10.1186/s13063-020-4098-5.
- [MAC21a] ALLA MACHULSKA; TANJA JOAN EILER; KRISTIAN KLEINKE; ARMIN GRÜNEWALD; RAINER BRÜCK; KATHARINA JAHN; BJÖRN NIEHAVES; TIM KLUCKEN. „Approach Bias Retraining through Virtual Reality in smokers willing to quit smoking: A randomized-controlled study“. In: *Behaviour research and therapy* (2021), S. 103858. DOI: 10.1016/j.brat.2021.103858.
- [MAC21b] ALLA MACHULSKA; KATI ROESMANN; TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; RAINER BRÜCK; TIM KLUCKEN. „Der Einsatz von Virtueller Realität in der Psychotherapeutischen Praxis: Aktueller Forschungsstand, Chancen, Risiken und Herausforderungen“. In: *Psychotherapie Forum* 25.3-4 (2021), S. 169–176. ISSN: 0943-1950. DOI: 10.1007/s00729-021-00185-2.
- [SCH21] VANESSA SCHMÜCKER; TANJA JOAN EILER; ARMIN GRÜNEWALD; SIMON FORSTMEIER; FLORIAN GRENSING; CHRISTIAN GIESSER; RAINER BRÜCK. „Customizable Memory Training in Virtual Reality with Personal Memoirs“. In: *Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality*. 2021, S. 189–193. ISBN: 978-1-6654-3225-2. DOI: 10.1109/AIVR52153.2021.00042.

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Demonstration des AAT-Verfahrens . . . . .	14
3.1	Funktionsweise eines Smartphone-basierten VR-Systems . . . . .	21
3.2	CAVE-System . . . . .	22
3.3	Funktionsweise des Lighthouse-Systems . . . . .	32
3.4	HTC Vive Komponenten . . . . .	33
3.5	Interaktionsbereich des Leap Motion Controllers . . . . .	34
3.6	Simple Beispiel für einen Blueprint . . . . .	35
3.7	Anwendungsbeispiele eines humanoiden Rigs . . . . .	43
4.1	Virtueller Arm und VE der VR-Studie von Girard et al. (2007) . . . . .	56
4.2	Bildschirmaufnahmen der VEs von Pericot-Valverde et al. (2014) . . . . .	57
4.3	Eine simulierte Gruppenzwang-Situation des TeenSmoking Projekts . . . . .	59
4.4	Aufbau der VR-Studie von Schroeder et al. . . . .	63
4.5	Trainingsgruppen der Smartphone-CBM-Studie von Otkhmezuri et al. . . . .	66
4.6	Screenshot einer Nachricht im Spiel „Flavor Monsters“ . . . . .	77
4.7	Start- und Hauptbildschirm der App „See Me Smoke-Free™“ . . . . .	78
4.8	Bewegungen beim mobilen AAT von Zech et al. . . . .	82
4.9	Prototypische Sensorausgabe des mobilen AAT von Zech et al. . . . .	82
6.1	Mock-ups der beiden Räume in 2D und 3D . . . . .	105
6.2	Tastenbelegung des HTC Vive Controllers . . . . .	106
6.3	Vergleich zwischen dem Controller- und dem Handmodell . . . . .	107
6.4	Beispiel einer DesktopRoom.csv-Datei . . . . .	108
6.5	Verlaufs-Diagramm des UE-VR-Demonstrators . . . . .	110
6.6	Startzustand des „Desktop-Rooms“ . . . . .	111
6.7	Startzustand des „VR-Enrichment-Rooms“ . . . . .	118
6.8	Die möglichen 3D-Stimuli im „VR-Enrichment-Room“ . . . . .	119
6.9	Raucheffekt beim Erscheinen der Gegenstände . . . . .	121
6.10	Der aktivierte Abspann . . . . .	123
6.11	Landschaft außerhalb des Hauses . . . . .	124
6.12	Das Startmenü der ANTARES-VR-Anwendung . . . . .	129
6.13	Einstellungsmenü des Unity VR-Demonstrators . . . . .	131
6.14	VR-Stimulus-Set . . . . .	134
6.15	Eine Zigarettenschmuck wird in den Mülleimer einsortiert . . . . .	139

6.16	Repräsentation der Controller innerhalb der VE . . . . .	141
6.17	Repräsentationen des Leap Motion Controllers innerhalb der VE . . . . .	143
6.18	Startzustände des Büroraums: Verum vs. Placebo . . . . .	145
6.19	Zustand nach dem Starten des Trainings . . . . .	145
6.20	Post-Processing des Büroraums . . . . .	146
6.21	Präsentation der Stimuli im Bar-Level . . . . .	147
6.22	Interaktion innerhalb des Bar-Levels . . . . .	148
6.23	Ansichten des Bar-Levels . . . . .	149
6.24	Die drei verschiedenen Interaktionsvarianten der Android Studio App .	152
6.25	Konzept-Wireframes der mobilen AAT-Anwendung . . . . .	154
6.26	LoginActivity und MainActivity der App . . . . .	156
6.27	Einstellungs-Oberflächen der mobilen Anwendung . . . . .	159
6.28	Bearbeitung der Bilder-Sets . . . . .	160
6.29	Anmeldebildschirm der ANTARES App . . . . .	170
6.30	Hauptmenü und Bildschirm zum Ändern der Anmeldedaten . . . . .	172
6.31	Stimuli-Beispiele des ANTARES App-Trainings . . . . .	177
6.32	Der Zigarettenzähler . . . . .	181
6.33	Dashboard der ANTARES Web-Applikation . . . . .	186
6.34	Erstellen eines neuen Benutzers . . . . .	187
6.35	Liste der ANTARES-App-Benutzer . . . . .	188
7.1	Punkteverteilung Frage 1 . . . . .	194
7.2	Punkteverteilung Frage 2 . . . . .	195
7.3	Bewertung des Raucheffekts . . . . .	198
7.4	RZ-Verteilung der Raucher . . . . .	201
7.5	RZ-Verteilung der Nichtraucher . . . . .	202
7.6	Durchschnittswerte der Interaktionsvarianten . . . . .	207
7.7	Vergleich zwischen den VR-AAT-Bedingungen . . . . .	212
7.8	Flussdiagramm der Studienteilnehmer . . . . .	219
7.9	Veränderungen des Approach Bias . . . . .	222
7.10	Veränderungen im täglichen Zigarettenskonsum und des Suchtdrucks . .	223
8.1	Rauchbezogener Approach Bias für jede Interaktionsvariante . . . . .	234
8.2	Durchschnittliche Werte der täglich konsumierten Zigaretten . . . . .	238

## Tabellenverzeichnis

7.1	Evaluation der Reaktionszeiten, der Fehlerrate und des ApB . . . . .	203
7.2	Demografische, rauch- und gesundheitsbezogene Merkmale der Studienteilnehmer . . . . .	220

## Listings

6.1	Pseudocode der „getDistance“-Funktion. . . . .	114
6.2	Inhalt der Konfigurationsdatei „antares.conf“ mit Standardwerten. . . .	132
6.3	Die <i>ShuffleArrayPlus()</i> -Methode, welche das finale Stimuli-Array für die AAT-Sitzungen generiert. . . . .	137
6.4	Die Konfigurationsdatei der ANTARES App auf einem Android Gerät mit Standardwerten. . . . .	174
6.5	Die Initialisierung und Registrierung des <code>AndroidNotificationChannel</code> . .	182
6.6	Implementierung der Benachrichtigung über das Erreichen der maximalen täglichen Trainingssitzungen. . . . .	183
6.7	Implementierung der Erinnerungsbenechtigung über ausstehende AAT-Trainingseinheiten. . . . .	183

