

Aus der Klinik und Poliklinik für Neuroradiologie  
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

**Einfluss von Videospiele-Erfahrung auf die Geschicklichkeit beim Erlernen  
neurointerventioneller Techniken**

Inauguraldissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin  
der Universitätsmedizin  
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Sebastian Reinhard Reder  
aus Hahnheim

Mainz, 2021

Tag der Promotion: 06.07.2021

# Widmung

*Diese Arbeit ist all jenen Menschen gewidmet,  
die dazu beigetragen haben,  
diese Arbeit zu realisieren.  
Herzlichen Dank.*



# Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	I
Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	III
Symbol- und Variablenverzeichnis .....	IV
1. Einleitung .....	1
1.1. Videospiele in (der) Gesellschaft.....	1
1.2. Möglichkeiten der Neuroradiologie .....	3
1.3. Stand der Forschung .....	4
1.4. Zielsetzung der Arbeit und Hypothesen.....	8
2. Material und Methoden .....	11
2.1. Studiendesign.....	11
2.2. Studienpopulation.....	11
2.3. Übersicht über den Studienablauf .....	13
2.4. Versuchsdurchführung .....	15
2.5. Fragebogen .....	21
2.6. Parameter und Zielgrößen.....	22
2.7. Statistik.....	27
2.7.1. Hauptfragestellung .....	28
2.7.1.1. Mediationsanalyse zur Hauptfragestellung .....	29
2.7.2. Nebenfragestellung .....	30
2.7.2.1. Mediationsanalyse zur Nebenfragestellung .....	31
3. Ergebnisse .....	33
3.1. Hauptfragestellung: „Spielen Sie Videospiele?“ .....	33
3.1.1. Population .....	33
3.1.2. Ergebnisse .....	33
3.2. Nebenfragestellung: „Welches Genre wurde am häufigsten gespielt?“ .....	51
3.2.1. Population .....	51
3.2.2. Ergebnisse .....	51
4. Diskussion.....	67
4.1. Kritische Betrachtung der Studie .....	79
5. Zusammenfassung.....	81
6. Abstract.....	83

7. Datenmanagement und Datenschutz.....	85
8. Literaturverzeichnis .....	87
Anhang .....	97





## Abkürzungsverzeichnis

ALFF	„Amplitude of Low Frequency Fluctuations“ [1, 2]; neurophysiologisches Aktivitätsniveau
AV	Abhängige Variable
EFS	Ego-Shooter/Fighting-Games-Spieler
Movements	Siehe „Number of Movements“ (Variablenverzeichnis)
PP	Primärparameter
pw	Siehe „Pathway“ (Variablenverzeichnis)
Q1	Erstes Quartil
Q2	Zweites Quartil=Median
Q3	Drittes Quartil
SP	Sekundärparameter
Tries	Siehe „Number of Tries“ (Variablenverzeichnis)
tt	„time taken“ oder „Time“; in dieser Arbeit als Primärparameter erfasst
U-AV	Ursprünglich, abhängige Variable ( <i>Mediatoranalyse</i> )
U-UV	Ursprünglich, unabhängige Variable ( <i>Mediatoranalyse</i> )
UV	Unabhängige Variable
VR/vr	„virtual-reality“; Virtuelle Realität/Simulation
Wii	Wii-Spielekonsole; Spielekonsole von Nintendo, Japan
Xbox	Xbox-Spielekonsole; Spielekonsole von Microsoft, USA

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht über den Studienverlauf.....	15
Abbildung 2: Silikon-Modell .....	17
Abbildung 3: Aufgabenstellung der Versuche mit Katheter-Darstellungen. ....	19
Abbildung 4: Versuchsaufbau ohne Sichtschutz.....	21
Abbildung 5: Karte der „Number of Movements“ im Computer-Programm .....	24
Abbildung 6: Konstruktion der „Areas of Interest“ für die Messung der „Tries“ .....	26
Abbildung 7: Boxplot-Analyse zur Hauptfragestellung.....	38
Abbildung 8: Analyse der Korrelation Non-Gamer vs. Gamer mit Alterskategorien..	42
Abbildung 9: Korrelationen zwischen empfundener Leistung und Primärparametern im Rahmen der Hauptfragestellung .....	45
Abbildung 10: Korrelationen zwischen empfundener Schwierigkeit und Primärparametern im Rahmen der Hauptfragestellung .....	47
Abbildung 11: Korrelationen zwischen empfundenem Stresslevel und Primärparametern im Rahmen der Hauptfragestellung .....	49
Abbildung 12: Boxplots der Analyse der Nebenfragestellung .....	56
Abbildung 13: Analyse der Korrelation zwischen Genre und Beruf .....	60
Abbildung 14: Subgruppenanalyse des Mediators „Beruf“ der Nebenfragestellung .	61
Abbildung 15: Korrelationen zwischen Wegstrecke und Sekundärparametern im Genre-Vergleich .....	63
Abbildung 16: Korrelationen zwischen der Anzahl der „Tries“ und Sekundärparametern im Genre-Vergleich .....	65
Abbildung 17: Korrelationen zwischen der Anzahl der „Movements“ und Sekundärparametern im Genre-Vergleich .....	66
Abbildung 18: Flow-Theorie nach Csikszentmihalyi (1975/2000) .....	73

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Teilnehmeranzahl in Subgruppen .....	13
Tabelle 2: Übersicht der Versuchsnummern zu verwendeten Kathetern.....	28
Tabelle 3: Signifikante Ergebnisse und Tendenzen in der Hauptfragestellung.....	35
Tabelle 4: Subgruppenanalyse der Hauptfragestellung .....	40
Tabelle 5: Einflüsse des Alters auf Ergebnisse der Primärhypothese .....	42
Tabelle 6: Ergebnisse der statistischen Analyse der Nebenfragestellung .....	53
Tabelle 7: Subgruppenanalyse der Nebenfragestellung .....	58

## Symbol- und Variablenverzeichnis

Number of Movements	„Bewegungen im Modell“ oder „nom“ bzw. „Movements“; Primärparameter; Anzahl aller im Silikon-Gefäß-Modell gemachten Bewegungen des Katheter-Systems bis zum Erfüllen einzelner Aufgaben / Versuche
Number of Tries	„Präzisionsbewegungen“ oder „Tries“; Primärparameter; Anzahl an Versuchen, die zur Passage aller Gefäßabzweigungen (Wegpunkte) mit dem Katheter benötigt wurden
Pathway	„Wegstrecke“ oder „pw“; Primärparameter; der Weg, der für das Erfüllen der einzelnen Aufgaben bzw. Versuche benötigt wurde
Time taken	„Gesamtzeit“ oder „tt“ bzw. „Zeit“; Primärparameter; die gesamte Zeit, die für das Erfüllen der einzelnen Aufgaben bzw. Versuche benötigt wurde





# 1. Einleitung

## 1.1. Videospiele in (der) Gesellschaft

Hunde tun es, Steinböcke tun es und Menschen tun es auch: Spielen. Bereits 1898 verfasste der deutsche Philosoph und Psychologe Karl Groos in seinem Buch *„Die Spiele der Tiere“* erste Thesen, dass das Spiel selbst als eine Art von Übung oder Ausbildung verstanden werden könnte [3]. Hierdurch könne das Lösen von Aufgaben und Herausforderungen, die in späteren Lebensphasen auftreten könnten, erlernt werden, ohne dass dabei ernsthafte Konsequenzen entstünden, die bei Versagen eintreten könnten [3, 4]. 1899 weitete er seine Thesen im Werk *„Die spiele [!sic] der menschen [!sic]“* aus [5]. 1939 beschrieb der niederländische Kulturhistoriker Johan Huizinga in seinem Buch *„Homo ludens; versuch [! sic] einer bestimmung [! sic] des spielementes [! sic] der kultur [! sic]“* (Originaltitel: *„Homo ludens: proeve ener bepaling van het spelelement der cultuur.“*; „Homo ludens“ lat. „Der Spielende Mensch“) den Zusammenhang zwischen Bildung von Kultur und Zivilisation mit den Spielen, die wir spielen [6, 7]. Er vertrat die These, dass Spielen älter als die Kultur selbst und somit die Basis allen Zusammenlebens sei [8]. Weiterhin vertrat er die Ansicht, dass Spielen dadurch definiert sei, dass es zwanglos sei und eigene Regeln sowie Bedingungen für Anfang und Ende besäße [6, 7, 9]. Andere Wissenschaftler stützten später diese Thesen und weiteten diese auf die Tierwelt angepasst aus [10-12]. In 2006 beschrieben Singer et al. die Rolle des Spielens als gleichbedeutend mit Lernprozessen sozialer, emotionaler und kognitiver Fertigkeiten in der Arbeit *„Play=learning: how play motivates and enhances children’s cognitive and social-emotional growth“* [13].

Es ist anzunehmen, dass die Notwendigkeit für die Entwicklung von Fertigkeiten immer aus einem spezifischen Reiz heraus entspringt. Ein Beispiel eines sehr alten und ursprünglichen Reizes ist die Notwendigkeit der Suche und des Verzehrs von Nahrung: der Hunger. Mit den Händen allein ist es jedoch schwer an tierische Nahrungsquellen zu kommen. Die Notwendigkeit Werkzeuge herstellen und nutzen zu können prägte die weitere Entwicklung der menschlichen Gesellschaft [14-20]. Es wurde

beobachtet, dass Kinder in der Lage waren, schnell die Handhabung und Nutzung von Werkzeugen zu adaptieren [21-24]. Die Entwicklung neuer Werkzeuge scheint sich erst im späteren Alter auszuprägen, wobei der zugehörige Mechanismus noch nicht abschließend geklärt wurde [21-24]. Es ist denkbar, dass sich aus anfänglichem Spielverhalten zunehmend ernstere Tätigkeiten entwickelten [18-20]. Am Beispiel des o.g. Hungers sei hier die Verwendung von Pfeil und Bogen zu nennen, die heutzutage für einige Menschen noch immer Mittel der Beschaffung von Nahrung darstellen [18-20]. Mit zunehmendem Alter und sich verbessernden Fähigkeiten werden sukzessive die Bögen ausgetauscht, bis hin zu den endgültigen Jagdwerkzeugen [18-20, 25]. Hierdurch wird ein gefahrenfreies Lernen ermöglicht [25]. Aus anfänglichem Spiel, könnte mit zunehmendem Alter überlebenswichtiger Alltag werden [19, 25]. Daraus folgend wurde angenommen, dass das Spielen bereits seit Beginn der Nutzung von Werkzeugen ein fester Bestandteil einer jeden Gesellschaft war, der zum Überleben beitrug [19, 25].

Es ist zu beobachten, dass Spiele sich mit immer neuen Herausforderungen des täglichen Lebens weiterentwickelten. Im antiken Zypern beispielsweise wurde nach neuen Wegen aus den Begrenzungen des sozialen Gefüges gesucht [26]: In der Studie *„Playing against complexity: Board games as social strategy in Bronze Age Cyprus“* von Crist et al. (2019) wurden die Auswirkungen zunehmender Komplexität sozialer Strukturen mit sich immer weiter entwickelnden Regeln und Normen auf zwischenmenschliche Aktivitäten untersucht [26]. Dies führte zur zunehmenden Popularität von Brettspielen. Diese erlaubten es, dass bestehende, soziale Beschränkungen hinter für alle Spieler gleichermaßen geltende Regeln zurücktraten und somit Interaktionen zwischen verschiedenen Ständen leichter möglich wurden [26]. Zwischenmenschliche Probleme könnten dadurch leichter angesprochen worden sein [26].

Mit Entwicklung des Computers als Arbeitswerkzeug kamen zunehmend Ideen zu dessen anderweitigen Nutzung auf: Videospiele. Heutzutage lassen sich viele Genres aufzählen: z.B. Ego-Shooter-Spiele, Strategie- und Rollenspiele sowie Simulationen. Jedes Genre besitzt eigene

Anforderungen für erfolgreiches Spielen, auf die an dieser Stelle jedoch nicht eingegangen werden sollen. Der „*Jahresreport der deutschen Games-Branche 2020*“ zeigt, dass die Zahlen von Videospielern (PC, Handy, Konsolen) in Deutschland seit 2014 im Trend leicht, aber beständig anstiegen von 34,2 Mio. in 2014 auf 34,3 Mio. Spieler in 2020 [27 p. 10]. Zudem stieg der Altersdurchschnitt der Spieler an von 36,4 Jahre in 2019 auf 37,5 Jahre in 2020 [27 p. 10]. In den Altersgruppen der über 50-Jährigen war ein besonders großer Zuwachs der Spielerzahlen zu verzeichnen gewesen: waren es 2014 noch rund 7 Mio. Spieler, so waren es in 2020 bereits über 10 Mio., wohingegen die Spielerzahlen in anderen Altersgruppen konstant blieben [27 p. 10]. Mittlerweile ist Videospiele so populär geworden, dass sich ein eigener, internationaler Wirtschaftszweig entwickelte: der des eSports [28]. Videospiele ist somit in der Mitte der Gesellschaft angekommen.

Spiele entwickelte sich in der Geschichte der Menschheit scheinbar in der eigenen Komplexität mit der der Gesellschaft mit. Von Spielen, die früher das Überleben sichern sollten, hin zu Spielen, die zur Reduktion gesellschaftlicher Probleme beitragen sollten bis zu den heutigen Videospiele, die in Studien bereits ihren Nutzen für z.B. kognitiv-motorisches Lernen [29-34] oder psychische Gesundheit [35, 36] unter Beweis gestellt haben. Spiele könnten damit nach der Theorie von Huizinga (s.o.) tatsächlich als ein Abbild der Gesellschaft verstanden werden, in der sie gespielt werden [6, 7]: die Gesellschaft erfindet Spiele, Spiele erfinden die Gesellschaft.

## **1.2. Möglichkeiten der Neuroradiologie**

Die Neuroradiologie befasst sich mit der Bildgebung, Beurteilung und interventionellen Therapien des zentralen Nervensystems und stützt sich auf zwei Säulen: Diagnostik und Intervention. Die diagnostische Bildgebung erfolgt hierbei heutzutage mittels Magnetresonanztomographie (MRT), Computertomographie (CT), Röntgen, Ultraschall und digitaler Subtraktionsangiographie (DSA) als Sonderform der Röntgenuntersuchungen. Über Anatomie, Morphologie oder Signalverhalten

von Geweben können neben der Diagnosestellung auch Aussagen hinsichtlich Genese, Dignität, Therapieoptionen und Prognose getroffen werden [37-51]. Innerhalb dieser Untersuchungsmethoden bestehen darüber hinaus weitere Möglichkeiten zur Untersuchung spezieller Fragestellungen. Als Beispiel sei hier die funktionelle MRT-Bildgebung (fMRT) zu nennen, die der Darstellung stoffwechselaktiver Regionen des zentralen Nervensystems in Abhängigkeit Ihres Aktivitätsniveaus abbilden dienen [40, 41, 43]. Als Kombination aus Diagnostik und Intervention ist die Katheterangiographie zu nennen. Mittels Kontrastmittelgabe durch einen Katheter können so beispielsweise Gefäßmalformationen, Stenosen oder Verschlüsse diagnostiziert [49, 52] und ggf. auch behandelt werden. Allein 2018 wurden in Deutschland 63.290 digitale Subtraktionsangiographien intrakranieller Gefäße durchgeführt [53]. Die neurointerventionelle Therapie durch Einsatz von Kathetersystemen hat sich in den letzten Dekaden massiv weiterentwickelt und erlaubt inzwischen die Behandlung intrakranieller Aneurysmata, Stenosen oder anderer, anlagebedingter oder erworbener Anomalien des Gefäßsystems [48, 49, 52].

### **1.3. Stand der Forschung**

Es ist anzunehmen, dass unterschiedliche Faktoren Einfluss auf das Erlernen manueller Techniken haben könnten. Unter Berücksichtigung der Wirkung einer zunehmend alternden Gesellschaft auf die künftige Krankenversorgung (vgl. Kapitel 1) sollte angehendes, ärztliches Personal entsprechend geschult werden. Der Aspekt der Patientensicherheit und des Therapieerfolgs sind hierbei von zentraler Bedeutung. Es ist wahrscheinlich, dass die Qualitätssicherung von Diagnostik und Therapie elementar am verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen beteiligt ist. Eine angestrebte, hohe Qualität in Diagnostik und Therapie für hohe Patientensicherheit und gute Therapieerfolge setzen somit ebenso eine hohe Qualität in Ausbildung und Schulung von Personal voraus. Damit stünde die Qualität der Ausbildung in einer Linie mit dem verantwortungsvollen Umgang von Ressourcen.

Um bessere Erfolge in der Ausbildung künftigen Personals zu erzielen, wurden bereits Studien in Bezug auf mögliche, positive Effekte durch Videospiele auf das Erlernen und Ausführen medizinischer Tätigkeiten durchgeführt.

Korrelationen zwischen dem Grad an Videospiele-Erfahrung und dem Erlernen und Ausführen laparoskopischer Interventionen [54-58], dem Anlegen von Thoraxdrainagen [59] und fiberoptischer Intubationen [60] wurden bereits in Studien untersucht. Ein positiver Effekt durch Videospiele war gleichsam bei roboter-assistierten Interventionen zu beobachten [61]. Die Studie *"Evaluation of the console in acquiring laparoscopic skills through videogaming."* von Kulkarni et al. aus dem Jahre 2019 untersuchte 27 Medizinstudierende ohne laparoskopische Vorerfahrungen daraufhin, inwieweit ihre Fähigkeiten in simulierten, laparoskopischen Eingriffen mit ihren Ergebnissen in zwei vorher festgelegten Videospiele an zwei unterschiedlichen Konsolen übereinstimmten. Es sollten drei Aufgaben gelöst werden, die geeignet waren, Inhalte erfolgreichen Intervenierens abzubilden. Die Punktevergabe für Leistungen in den Laparoskopie-Aufgaben erfolgte gemäß einer „Bewertungsmatrix, die entsprechend der Wichtigkeit der Aufgaben gewichtet war“ [56]. In dieser Wichtung wurden Faktoren wie die für die Lösung der Aufgaben benötigte Hand-Auge-Koordination, Geschicklichkeit oder Präzision berücksichtigt [56]. Für die Messung der Leistung beim Lösen der drei Aufgaben wurden einerseits Zeitlimits festgelegt und andererseits aufgabenspezifische Erfolgsparameter: z.B. die Anzahl erfolgreich aufeinander gestapelter Versuchsobjekte innerhalb des Zeitlimits [56]. Die Punkte, die von den Probanden in den laparoskopischen Interventionen erreicht wurden, korrelierten signifikant mit denen, die beim Spielen mit beiden Spielekonsolen erreicht wurden [56]. Der Korrelations-Koeffizient betrug für Leistungen in Laparoskopie und den durch Spielen mit der Wii-Konsole erreichten Punkten  $r=0,734$  bei einem Signifikanzniveau von  $p=0,0001$  [56]. Der Korrelations-Koeffizient betrug für Leistungen in Laparoskopie und den durch Spielen mit der XBox-Konsole erreichten Punkten  $r=0,412$  bei einem Signifikanzniveau von  $p=0,033$  [56]. Zusammenfassend zeigten vermehrt videospielende Probanden insgesamt bessere Ergebnisse in der Laparoskopie als die Kontrollgruppe [56]. Ähnliche

Ergebnisse lieferte die Studie *"Playing to your skills: a randomised controlled trial evaluating a dedicated video game for minimally invasive surgery."* [62]. In der Studie von Harrington et al. aus dem Jahre 2018 wurden 20 in der Laparoskopie unerfahrene Studierende mit begrenzter Videospieelerfahrung (unter drei Stunden pro Woche) in zwei Gruppen hinsichtlich ihrer Qualität in der Durchführung von Basis-Manövern laparoskopischer Operationstechniken miteinander verglichen [62]. Es wurden folgende abhängige Variablen definiert: Bewegungen beider Hände (separat), Zeit, Geschwindigkeit (separat für beide Hände), Anzahl richtig durchgeführter Aufgaben, einem Parameter, der die Effizienz von Bewegungen erfassen sollte und einem „aufgabenspezifischen End-Score“ [62]. Die erste Gruppe sollte mindestens fünf Stunden pro Woche ein bestimmtes Videospiel spielen und die zweite Gruppe (Kontrollgruppe) wurde beauftragt, nicht über den gewohnten Umfang hinaus weiterzuspielen (maximal drei Stunden pro Woche) [62]. Nach vier Wochen wurden alle Probanden in einem Laparoskopie-Simulator getestet. Sie sollten hierbei vier unterschiedliche Aufgaben lösen. Die Gruppe derjenigen, die mehr spielen durften, war im Vergleich aller Parameter signifikant besser gegenüber der Kontrollgruppe [62]. Die Studie *„Assessing the effects of manual dexterity and playing computer games on catheter-wire manipulation for inexperienced operators“* von Alsafi et al. (2017) untersuchte 46 in der interventionellen Radiologie unerfahrene Studenten zwischen 18 und 22 Jahren hinsichtlich der von ihnen benötigten Zeit in einer simulierten Intervention, in der ein bestimmter Punkt in einer Nierenarterie erreicht werden sollte [63]. Zunächst wurden die Teilnehmer gebeten einen Fragebogen auszufüllen, der die Zeit in Jahren abfragte, die sie bereits Videospiele gespielt hatten [63]. Danach wurde die Zeit gemessen, die sie für das Lösen eines prädefinierten Geschicklichkeitsspiels benötigten [63]. Anschließend erfolgte eine standardisierte Vorbereitung durch ein Video, in dem die anstehende Intervention gezeigt wurde [63]. Abschließend führten die Teilnehmer diese Intervention eigenständig an einem Gefäß-Modell durch [63]. Im Vergleich der Zeiten (in Sekunden) zeigte sich, dass Teilnehmer, die wöchentlich über zehn Stunden Videospiele spielten signifikant besser waren als solche, die nie spielten (9,1s vs. 10,2s;  $p=0,023$ ) [63]. Weitere Studien zeigten beispielsweise auch, dass vermindertes Videospielverhalten über ein

Jahr mit einem subjektiven und objektiven Verlust neurophysiologischen Aktivitätsniveaus einherging. Objektiv konnte dies durch einer Reduktion der sog. „*Amplitude of Low Frequency Fluctuations*“ [2] festgestellt werden. Dies wurde in der Studie "*A Reduction in Video Gaming Time Produced a Decrease in Brain Activity.*" von Gong und Yao (2019) in signifikantem Ausmaß deutlich [1]. Darüber hinaus hatte die Fähigkeit, ein Instrument spielen zu können, eine positive Beeinflussung auf das Erlernen und Ausführen laparoskopischer Basismanöver [55, 64]. Für Sport und eine ehrgeizige Persönlichkeit waren dagegen keine Einflüsse auf das Erlernen minimal-invasiver Techniken [55] nachzuweisen. Andererseits wurden in der Studie "*Does video gaming affect orthopaedic skills acquisition? A prospective cohort-study.*" von Khatri et al. aus dem Jahre 2014 38 Studierende miteinander verglichen, die einerseits unterschiedliche Vorerfahrungen im Videospielen besaßen und andererseits keine Erfahrung mit chirurgischen "*Virtual Reality*"-Simulationen (VR) hatten [65]. Diese wurden stratifiziert: in Gruppe 1 (n=19, Video-Gamer) waren solche, die mehr als eine Stunde pro Tag in den letzten zwölf Monaten gespielt hatten [65]. In Gruppe 2 (n=19, Non-Gamer) waren solche, die weniger als eine Stunde pro Tag in den letzten zwölf Monaten gespielt hatten [65]. Nach zehn Messungen war innerhalb der simulierten Interventionen kein Unterschied zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 für alle Parameter nachweisbar [65]. Zusammenfassend war in dieser Studie keine Korrelation von persönlicher Videospielderfahrung auf simulierte, orthopädische Interventionen nachweisbar, wenn die Probanden in den letzten zwölf Monaten mehr als eine Stunde oder weniger als eine Stunde pro Tag Videospiele spielten [65].

Darüber hinaus gibt es Hinweise, dass Videospielen einen positiven Einfluss auf die individuelle Gesundheit haben könnten [35, 36]. Im Review „*Role of video games in improving health-related outcomes: a systematic review*“ von Primack et al. aus dem Jahre 2012 wurden 38 Studien miteinander verglichen [36]. Im Rahmen dieser Studien wurden Outcome-Daten z.B. aus den Bereichen der Physiotherapie, Psychotherapie, Gesundheitserziehung und des Fertigkeitentrainings von Ärzten analysiert. In den einbezogenen Studien wurden insgesamt 195 Datensätze generiert. Es zeigte sich, dass Videogaming scheinbar beispielsweise einen positiven

Einfluss auf das Outcome von Psychotherapien (+69%) und Fertigkeitentrainings ärztlichen Personals (+42%) haben könnte [36].

#### **1.4. Zielsetzung der Arbeit und Hypothesen**

Räumliches Vorstellungs- und Wahrnehmungsvermögen, feinmotorische Auge-Hand-Koordination und Geschick im Umgang mit Werkzeugen sind relevante Faktoren für Interventionalisten und für Videospiele gleichermaßen [34, 55, 56, 64, 66]. Wie Studien z.B. für die Durchführung laparoskopischer Eingriffe belegten, besteht Grund zur Annahme, dass Videospiele einen positiven Einfluss auf o.g. Fertigkeiten haben könnten [55, 56, 62, 64, 67]. Bereits eine geringe Ausübung von Videogaming - unabhängig vom gespielten Genre - führte in einigen Studien schon zu einer Verbesserung dieser Faktoren [68, 69]. Es ist anzunehmen, dass diese eine ähnliche Relevanz auch für Neurointerventionalisten haben könnten.

Ziel dieser Promotion war es herauszufinden, ob und welche persönlichen Eigenschaften und Fertigkeiten einen Einfluss auf das Erlernen und Ausführen neurointerventioneller Prozeduren haben könnten. Diese Eigenschaften sollten nicht in erster Linie über den Zugang zu medizinischer Ausbildung geschult werden können. Im privaten Leben erworbene Fertigkeiten waren für die Beantwortung der Fragestellung ebenso von Interesse: in Studien wies der Grad an Videospiele-Erfahrung eine signifikant positive Korrelation mit der Leistung von Probanden bei z.B. laparoskopischen Interventionen [54-58] oder fiberoptischen Intubationen [60] auf. Ob ein Effekt von Videospiele-Erfahrung auf Neurointerventionen besteht wurde bisher nicht untersucht (Stand: Dezember 2020). Um weitere Zusammenhänge zu finden wurden die Probanden nach Merkmalen ihres Videogaming-Verhaltens stratifiziert, die ebenso Einfluss auf das Lernen interventioneller Techniken haben könnten. Um sekundäre Zusammenhänge aufzudecken wurde u.a. auch der Einfluss von Alter, Geschlecht, Beruf und Berufserfahrungen, persönlichen Einstellungen bei Herausforderungen, Freizeitbeschäftigungen (z.B. Videospieleerfahrung) und Händigkeit (Rechts-/Linkshänder) untersucht.

Durch Erfahrungen, die in den beiden Vorversuchen gemacht wurden und durch die im Vorfeld durchgeführte Literaturrecherche konnten Annahmen über wahrscheinliche Ergebnisse formuliert werden.

Die Generierung der Hypothesen erfolgte in erster Linie anhand der Primärparameter „Zeit“, „Wegstrecke“, „Number of Tries“ und „Number of Movements“. Auf diese und weitere Parameter wird im Kapitel „Material und Methoden“ genauer eingegangen. Die Hauptfragestellung dieser Arbeit sollte sich mit der Hypothese beschäftigen, dass Gamer in allen Primärparametern bessere Werte erreichen würden. Die Nebenfragestellung beschäftigte sich mit der Hypothese, dass genre-spezifische Unterschiede bestehen könnten. Hierfür diente der Vergleich zwischen der Gruppe der Strategie-Spieler und der Ego-Shooter/Fighting-Games-Spieler (EFS).



## **2. Material und Methoden**

### **2.1. Studiendesign**

Die Studiendaten wurden monozentrisch an der Klinik und Poliklinik für Neuroradiologie der Universitätsmedizin Mainz erhoben. Es sollen Probanden hinsichtlich ihrer Fertigkeiten bei simulierten Neurointerventionen miteinander verglichen werden. Die Probanden wurden vor Studienteilnahme über die Versuchsdurchführung und daraus möglicherweise entstehende Risiken im persönlichen Gespräch und durch Einwilligung und Datenschutzerklärung aufgeklärt. Vor Studienteilnahme wurde nicht explizit auf die Zielsetzung der Studie eingegangen, wodurch eine einseitige Verblindung ermöglicht werden sollte. Die Rekrutierung erfolgte im persönlichen Gespräch, aus benachbarten Abteilungen und zufällig, ohne weitere Präselektion des Probandenklientels, wodurch das Design als eingeschränkt randomisiert einzustufen ist.

Es wurden keine gesundheitsgefährdenden Materialien oder Strahlung verwendet. Es war aus unserer Sicht keine relevante Gefährdung der geistigen oder körperlichen Unversehrtheit eines jeden Einzelnen bei Studienteilnahme ersichtlich.

### **2.2. Studienpopulation**

Die Studienpopulation umfasste 67 Probanden. Die Daten von drei Probanden sind wegen fehlerhafter Versuchsdurchführung ausgeschlossen worden. Zudem entzog hiervon ein Proband die Zustimmung zur Weiterverarbeitung der eigenen Daten. Somit flossen Daten von 64 Probanden in die statistischen Analysen ein.

Der Großteil der Population rekrutierte sich aus Mitarbeitern, Auszubildenden und praktisch tätigen Studierenden der Universitätsmedizin Mainz. Die Rekrutierung erfolgte aus benachbarten Abteilungen (Pflege, Ärzte, sonstiges Personal sowie Studierende der Humanmedizin). Diese wurden hinsichtlich ihrer Fortschritte beim Erlernen neurointerventioneller Techniken abhängig von persönlichen Charaktereigenschaften und Erfahrungen untersucht. Insbesondere das Videospielverhalten war hierbei

für die Bildung einer ausreichend großen Untersuchungsgruppe von Interesse. Es wurden neurointerventionell unerfahrene Probanden mit weniger als drei Jahren Erfahrung im Umgang mit Kathetersystemen rekrutiert. Solche, die regelmäßig bis zu drei Jahre mit Kathetersystemen arbeiteten, wurden ausgeschlossen. Der individuelle Nutzen eines jeden Probanden lag in der Möglichkeit, die Erfahrung machen zu können, mit einem neuroradiologischen Kathetersystem arbeiten zu dürfen. Seitens der ärztlichen Vertretbarkeit war kein Hinderungsgrund bzgl. einer Studienteilnahme bekannt. Belastungen und Risiken waren aus den beiden, je ca. 12 Probanden umfassenden Vorversuchen heraus nicht zu beobachten. Zum Abbruch der Messdurchgänge einzelner Probanden führte eine Überschreitung der persönlichen Frustrationsschwelle. Aus diesem Grund führten ergänzend zu o.g. Kriterien lediglich relevante, motorische Einschränkungen der Hände und Fehler in der Versuchsdurchführung zum Ausschluss von Datenmaterial. Dies diente der Gewährleistung der Generierung weitestgehend unverfälschter Ergebnisse.

In Tabelle 1 wird ersichtlich, wie die Studienpopulation nach untersuchten Subgruppen aufgeteilt war. Hervorzuheben ist, dass ein Proband eine relevante Verletzung an der rechten Hand angegeben hatte. Im Fragebogen wurde durch diesen Teilnehmer der Verdacht auf ein Karpaltunnel-Syndrom mit gelegentlicher, regionaler Parästhesie freiwillig angegeben. Dies führte nicht zum Studienausschluss. Zwei Probanden wiesen Erfahrungen im Umgang mit Kathetersystemen von „unter drei Jahren“ auf. Auf Nachfrage waren diese aber nur rudimentär (bis zu einem Jahr) und gelegentlich (nicht täglich) ausgeübt worden. Erfahrung in der Analyse angiographischer Bilder wurde gestattet. Mögliche Beeinflussung der Ein- und Ausschlusskriterien auf die Studienergebnisse wurde in Mediationsanalysen überprüft (siehe Kapitel 3.1.2 und 3.2.2)

**Tabelle 1: Teilnehmeranzahl in Subgruppen**

Gruppen	Subgruppen	Anzahl				
Beruf	medizinisch	37				
	ingenieurs- wissen- schaftlich / Handwerk	2				
	administrativ / IT	25				
Gamer	Nein		29			
	Ja		35			
Verletzung	rechts			1		
	nein			63		
Umgang mit Kathetern	nein				62	
	<3 Jahre				2	
Erfahrung in der Analyse von Angiographien	nein					38
	<3 Jahre					17
	3-6 Jahre					1
	>6 Jahre					8
Gesamt	Gültig	64	64	64	64	64
	Fehlend	0	0	0	0	0

### 2.3. Übersicht über den Studienablauf

Nach der Rekrutierung und Einbestellung zum Teilnahmetermin folgte eine Aufklärung über die geltenden Datenschutzrichtlinien und eventuell auftretender Risiken, die aus der Studienteilnahme entstehen könnten, wie Abbildung 1 zu entnehmen ist. Hierfür ist ein Dokument zur Einwilligungs- und Datenschutzerklärung erstellt worden, in dem auch explizit auf Datenschutzrichtlinien eingegangen wurde (siehe Anhang 2).

Anschließend wurden die Probanden durch ein eigens hierfür produziertes Lehrvideo standardisiert auf die Versuchsdurchführung vorbereitet. Dieses Vorgehen wurde in anderen Studien bereits erfolgreich genutzt [63]. Anschließend wurde das im Video vermittelte Basiswissen

anhand einer dreiminütigen Nachbereitung abgefragt und strukturiert. Im Vorfeld der eigentlichen Versuchsdurchführung wurde am Silikon-Modell mit den zu verwendenden Kathetersystemen durch jeden Probanden eine Checkliste abgearbeitet, die die grundlegende Handhabung der einzelnen Katheter beinhaltete. Hierfür erhielten sie Anleitung durch den anwesenden Versuchsleiter.

Dem folgend wurde auf die Aufgabenstellung genauer eingegangen: Insgesamt waren in zwei simulierten Neurointerventionen je zwei Aufgabenstellungen eigenständig zu lösen. Die Bewegungen der Katheter im Silikon-Modell wurden durch eine Videokamera in Echtzeit aufgenommen. Die Weiterverarbeitung der Videos zur Ermittlung der abhängigen Variablen wurde ohne Tonaufnahmen vorgenommen. Die Videokamera war gleichzeitig mit einem Bildschirm verbunden, sodass der Proband die Bewegungen des Katheters im Modell realitätsnah, ähnlich wie in der Angiographie, nachvollziehen konnte (siehe Abbildung 4).

Nach Abschluss beider Messdurchgänge wurden die Probanden gebeten einen Fragebogen auszufüllen (siehe Anhang 1). Die Fragebögen wurden mit einer Versuchsnummer versehen. Das zugehörige Bildmaterial erhielt dieselben Nummern. Diese waren in den Aufnahmen am oberen Bildschirmrand mit abgebildet, sodass eine spätere Zuordenbarkeit gewährleistet werden konnte. Auf den Fragebögen selbst wurden keine persönlichen Daten (z.B. Name, Adresse, Geburtsdatum) abgefragt. Dadurch blieb die Anonymität gewahrt. Die Ethikkommission der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz wurde in die Studienplanung mit einbezogen. Die Studiendurchführung erfolgte gemäß den hierdurch entstandenen Vorgaben.

Die Studienteilnahme nahm 30 bis 40 Minuten in Anspruch und war an einem Tag zu absolvieren. Die Gesamtdauer der Phase der Rekrutierung und Versuchsdurchführung betrug vier Monate.

**Abbildung 1: Übersicht über den Studienverlauf**



## **2.4. Versuchsdurchführung**

Die Versuchsdurchführung und das Procedere der Forschungsarbeit wurden bereits in zwei Vorversuchen auf ihre Machbarkeit hin überprüft. Hierbei wurden Parameter entwickelt, die zur objektiven Darstellung der Leistungen der Probanden herangezogen werden können.

Zunächst wurden die Probanden darüber informiert, dass sie hintereinander zwei simulierte, neurointerventionelle Prozeduren mit je zwei Aufgaben zu absolvieren haben. Weiterhin, dass diese Prozeduren durch eine Videokamera aufgezeichnet und anschließend standardisiert und ohne Ton durch in der Einwilligungs- und Datenschutzerklärung genanntes Personal ausgewertet würden. Hierin wurden nur die Bewegungen des Kathetersystems im Silikon-Modell erfasst.

Es folgte eine für alle Teilnehmer standardisierte Erklärung der verwendeten Materialien, des Umgangs und möglicher Manöver mit dem Kathetersystem durch ein explizit für diese Studie produziertes Lehrvideo von knapp fünfminütiger Dauer.

Inhalte des Lehrvideos waren:

1. Erklärung über den Ablauf des Testtages
2. Erklärung der verwendeten Materialien
3. Erklärung der prinzipiellen Verwendung in der Theorie
4. Erklärung der praktischen Anwendung der drei Kathetersysteme (Vertebral-, Sidewinder-, Mikrokatheter) anhand von eigens produzierten Videoaufnahmen über die Handhabung der Katheter im Silikon-Modell

Nachfolgend wurden durch den Versuchsleiter in einer dreiminütigen Nachbereitungsphase die durch das Video vermittelten, grundlegenden Prinzipien anhand von Bildern wiederholt. Dies erfolgte durch einen vorher festgelegten, standardisierten Text, der für alle Studienteilnehmer gleich war.

Unmittelbar vor der Versuchsdurchführung wurde am Silikon-Modell mit dem zu verwendenden Katheter durch jeden Probanden eine Checkliste abgearbeitet, die die grundlegende Handhabung der einzelnen Katheter beinhaltete. Hierfür erhielten sie Anleitung durch den anwesenden Versuchsleiter. Die Erfolgskontrolle erfolgte, wie auch in den anstehenden Versuchen, anhand der Sicht auf den mit der Videokamera verbundenen Bildschirm.

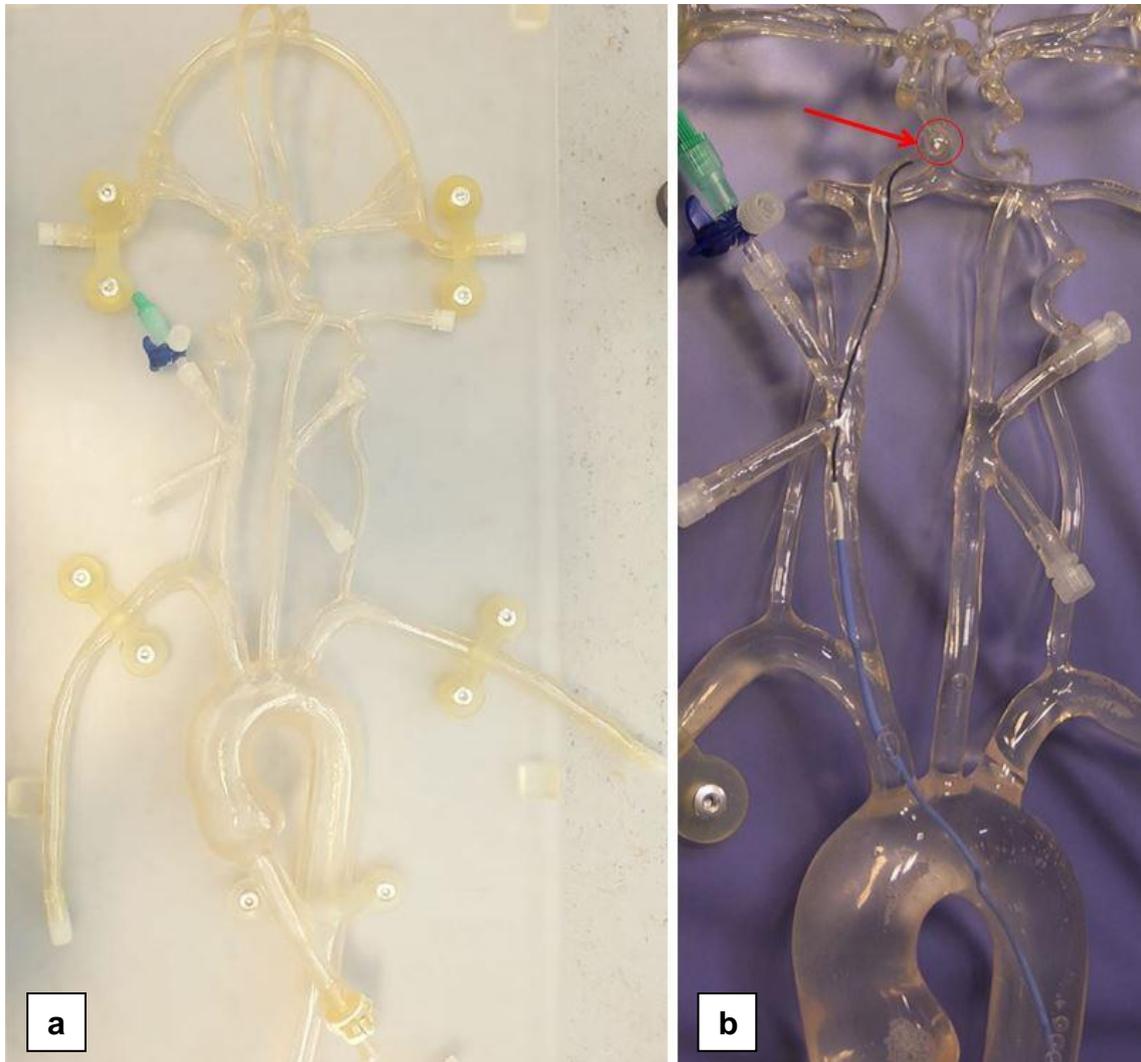
Diese Checkliste beinhaltete für jedes der drei Kathetersysteme:

1. Verschieben und Drehen des Katheters ohne Führungsdraht
2. Verschieben und Drehen des Führungsdrahts
3. Sondieren eines beliebigen Gefäßabgangs der Aorta mit dem Führungsdraht und anschließendem Verschieben des Katheters

Danach erfolgte die Durchführung der beiden Neurointerventionen. Das Modell bestand aus einem Aortenbogen mit hirnversorgenden Halsgefäßen und Hirnarterien („*Neuro System Trainer with 6 Aneurysms*“ von *United Biologics, Inc., 2871 Pullman St, Santa Ana, California 92705, United States*, siehe Abbildung 2). Abschließender Teil einer jeden Prozedur war es, ein im Modell enthaltenes Aneurysma mit dem Katheter zu sondieren (siehe Abbildung 2b, roter Kreis). Auf dem mit der Videokamera verbundenen Bildschirm war das Modell und der darin enthaltene Katheter als Live-Video zu sehen (siehe Abbildung 4a). Hierdurch konnten die Katheterbewegungen im Modell durch den Probanden nachvollzogen werden.

## Abbildung 2: Silikon-Modell

- a) Übersicht
- b) Katheter im Modell, wobei der rote Pfeil ein Aneurysma der Arteria carotis interna zeigt



**Quelle: Eigene Darstellung, Modell „Neuro System Trainer with 6 Aneurysms“ (Bezeichnung NST00V02 #5117) von United Biologics, Inc., 2871 Pullman St, Santa Ana, California 92705, United States**

Die insgesamt vier Aufgabenstellungen (siehe Abbildung 3) wurden immer kurz vor der entsprechenden Versuchsdurchführung erörtert. Die erste Aufgabe des ersten Versuchs (V1.1) war mit einem Vertebralis-Katheter zu lösen. Hierbei sollte ausgehend vom Aortenbogen über die linke A. subclavia die A. vertebralis sondiert werden. Direkt unter der linksseitigen Vertebralisschleife war der Zielpunkt der Aufgabe erreicht. Es erfolgte der Wechsel des

Führungsdrahts auf den Mikrokatheter mitsamt Mikrodraht, wobei während des Wechsels keine Parameter erfasst wurden.

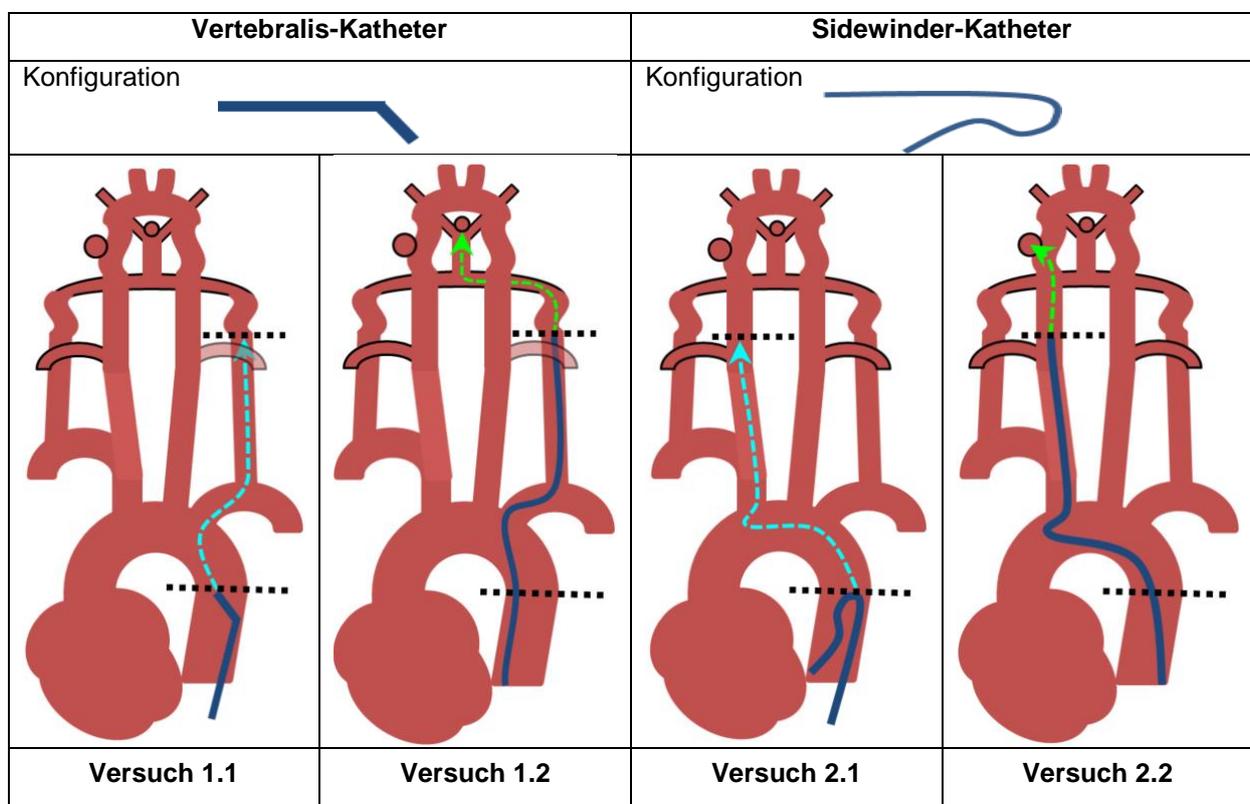
Ab hier begann die zweite Aufgabe des ersten Versuchs (V1.2): Mit dem Mikrokatheter war dem weiteren Verlauf der A. vertebralis bis in die A. basilaris zu folgen. An der Spitze der A. basilaris war ein Aneurysma lokalisiert, welches es mit dem Mikrokatheter zu sondieren galt. Im Lehrvideo wurde explizit darauf hingewiesen, dass jeglicher Kontakt mit der Aneurysma-Wand zu vermeiden sei, da dies andererseits als Perforation desselben gewertet würde. Wurde erfolgreich sondiert, galt die Aufgabe als abgeschlossen. In nachfolgenden Analysen wurden Bewegungen, die zu Wandkontakt geführt hatten jedoch nicht gesondert ausgewertet. Das Mikrokatheter-System wurde aus dem Modell entfernt, ebenso der Vertebralis-Katheter.

Die Ausgangsposition für den zweiten Versuch war in der Aorta dieselbe, wie sie für den ersten Versuch festgelegt war. Ziel der ersten Aufgabe des zweiten Versuchs (V2.1) war es, mit einem Sidewinder-Katheter den Truncus brachiocephalicus mit dem Katheter zu sondieren. Von hier aus war mit dem Führungsdraht die A. carotis communis und schließlich die A. carotis interna (ACI) zu erreichen. Die Aufgabe galt als abgeschlossen, wenn der Sidewinder-Katheter eine definierte Höhe der extrakraniellen A. carotis interna erreichte. Es erfolgte der zeitnahe Wechsel des Führungsdrahts auf den Mikrokatheter mitsamt Mikrodraht.

Ab hier begann die zweite Aufgabe des zweiten Versuchs (V2.2): als abgeschlossen galt diese, wenn das erste im Modell befindliche ACI-Aneurysma der ipsilateralen ACI mit dem Mikrokatheter sondiert wurde. Auch hierbei war zuvor auf das Vermeiden von Wandberührungen hingewiesen worden, ohne dass diese im Nachgang gesondert analysiert wurden.

**Abbildung 3: Aufgabenstellung der Versuche mit Katheter-Darstellungen.**

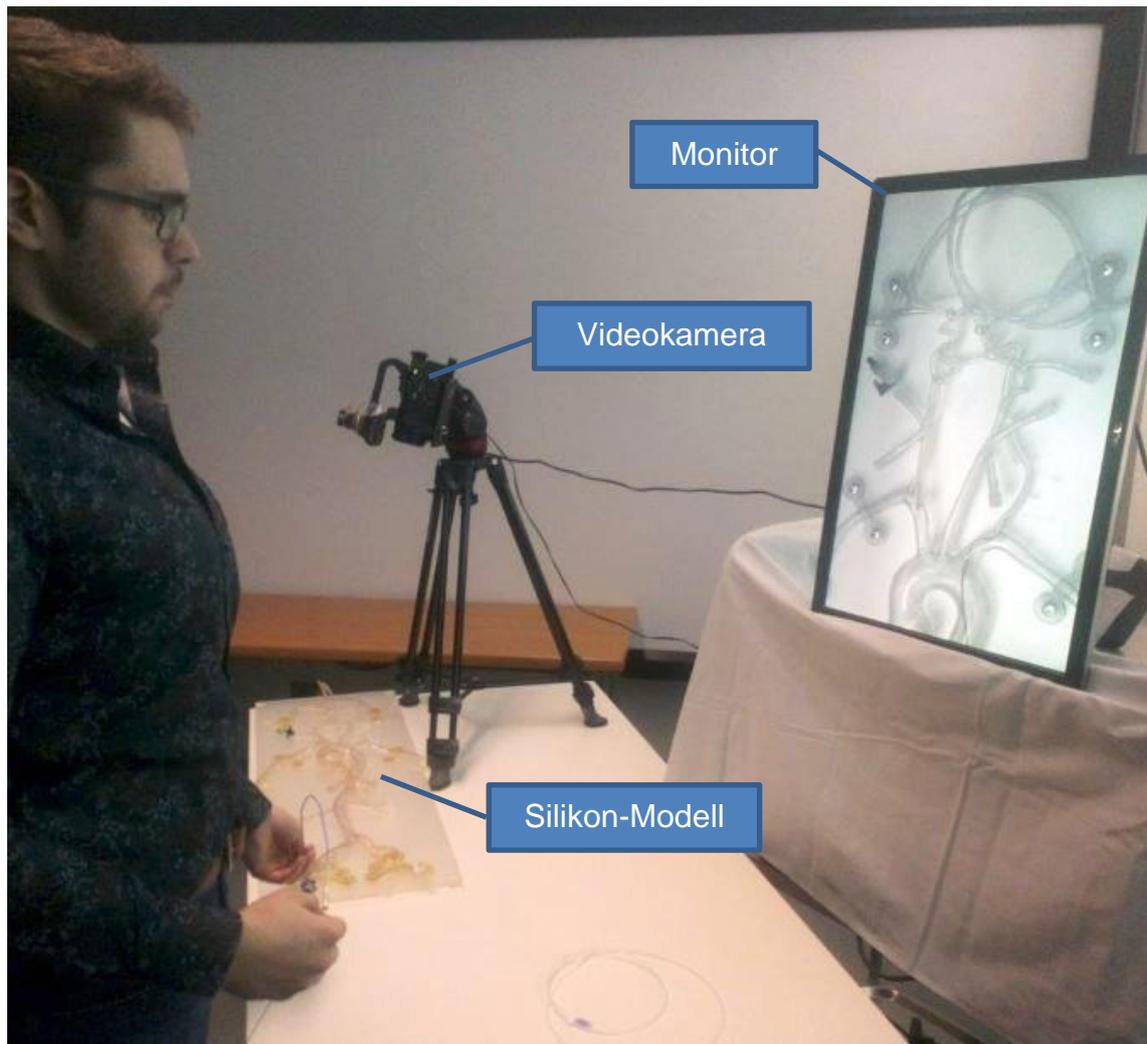
Aufgabe in Versuch 1.1 war es, mit einem Vertebro-Katheter (blau dargestellt) über die linke Arteria subclavia die Vertebro-Schleife zu erreichen (hellblaue, gestrichelte Linie). Aufgabe in Versuch 1.2 war es, ausgehend vom Endpunkt des vorherigen Versuchs, ein Basilaris-Spitzenaneurysma mit einem, der in das Lumen des Vertebro-Katheters eingebracht wurde, zu sondieren (hellgrüne Linie). Aufgabe in Versuch 2.1 war es, mit einem Sidewinder-Katheter über den Truncus brachiocephalicus und die Arteria carotis communis die Arteria carotis interna zu erreichen (hellblaue, gestrichelte Linie) und diesen auf Höhe der Vertebro-Schleife zu positionieren. Aufgabe in Versuch 2.2 war es, ausgehend vom Endpunkt des vorherigen Versuchs, das erste Aneurysma der Arteria carotis interna mit einem Mikrokatheter, der in das Lumen des Sidewinder-Katheters eingebracht wurde, zu sondieren (hellgrüne Linie).



Zur späteren Auswertung der zu messenden Parameter zeichnete die Videokamera das auf dem Bildschirm gezeigte Live-Video auf. In dieser Studie erfolgte die Auswertung aller abhängigen Variablen bzw. Parameter anhand der Videos am Computer. Zum Zweck der verlässlichen Auswertbarkeit wurde immer der gleiche Versuchsaufbau verwendet. Besonderes Augenmerk war hierbei auf den Kamera-Modell-Abstand und den Betrachtungswinkel aus der Draufsicht zu richten. Da die standardisierte Auswertung unter Zuhilfenahme eines

Computerprogramms mit individuell kalibrierbarer Längenberechnung erfolgte, war es ausreichend, eine Messskala mit definierter Länge am Modell anzubringen und mit aufzuzeichnen. Das direkte Sichtfeld des Probanden zum Modell selbst blockierte in den Versuchen ein Vorhang (auf den in Abbildung 4 der Anschaulichkeit halber verzichtet wurde). Durch die Abdeckung des Silikonmodells während der Versuche sollte ein möglichst realistisches Setting erzeugt werden, denn der Katheter in der Angiographie ist im Patienten auch lediglich auf dem Monitor sichtbar. Weiterhin wurde nach jedem zehnten Durchgang ein neuer Katheter ins Modell eingebracht, um Effekte, die aus Abnutzung des Materials entstehen könnten, weitestgehend auszuschließen. Nach Abschluss beider Messdurchgänge wurden die Probanden gebeten einen Fragebogen auszufüllen (siehe Anhang 1). Dieser war mit einer Zahl zu versehen, die für die Stelle der Reihenfolge im Messverlauf aller Probanden stand, an der die jeweiligen Durchgänge aufgezeichnet wurden. Ein Blatt mit dieser probandenspezifischen Zahl war in jeder Videoaufnahme mit aufgenommen worden. Dies war wichtig für die spätere Zuordenbarkeit der Videoaufnahmen zu den Fragebögen, wodurch gleichsam Anonymität gewährleistet werden sollte.

**Abbildung 4: Versuchsaufbau ohne Sichtschutz**



## 2.5. Fragebogen

Der Fragebogen umfasste mehrere Kategorien (siehe Anhang 1): inklusive Hobbies, Beruf und Persönlichkeit. Unter dem Punkt „Eigenschaften“ wurden beispielsweise das Geschlecht, Alter (in Kategorien) und Händigkeit abgefragt. Der Punkt „Hobbies“ war in vier Unterpunkte unterteilt worden, die im Aufbau und Inhalt der Fragen ähnlich waren: Videospiele, Musik, Sport und andere Arten. Überschneidende Inhalte der Fragen waren beispielsweise:

- Spielen Sie Videospiele / Instrumente / ...?
- Seit wie vielen Jahren betreiben Sie ... [in Jahren]?

- Wie lange / wie oft betreiben Sie ... pro Woche [in Stunden]?
- Wie schätzen Sie die körperliche Betonung Ihrer diesbezüglichen Aktivität ein [Skala von 0 bis 10, wobei 0 für „nur fußfokussiert“ und 10 für „nur handfokussiert“ steht]?

Darüber hinaus wurden für die jeweiligen Unterpunkte zudem speziellere Fragen gestellt. Hier am Beispiel der Untergruppe „Videospiele“:

- Spielen Sie unregelmäßig?
- Welche Plattform nutzen Sie aktuell am meisten?
- Bitte tragen Sie die Häufigkeitsverteilung Ihres Nutzungsverhaltens seit Beginn Ihrer Videospieltätigkeit für die unterschiedlichen Plattformen ein [in Prozent].
- Spiele welchen Genres spielen Sie aktuell am liebsten?
- Welches Genre wurde in der Kindheit gespielt?
- Bestehen wechselnde Genre-Interessen?
- Würden Sie sich als Gamer bezeichnen?

Der Punkt „Beruf“ beinhaltete Fragen, die die Art und den Umfang der beruflichen Tätigkeit erfassen sollten, den handwerklichen Anteil am Arbeitsalltag und das Geschicklichkeitsniveau (von 0 bis 10, wobei 0 für „nur grobmotorisch“ und 10 für „nur feinmotorisch“ stand). Weiterhin wurden Erfahrungen im Umgang mit Kathetersystemen und in der Analyse angiographischer Bilder abgefragt. Abschließend erfolgte die Einschätzung der während der Studienteilnahme gemachten, eigenen Erfahrungen (Stressniveau, mentale Beanspruchung, ...) und der erbrachten Leistung. Die Fragen wurden dem „NASA-Task-Load-Index“ entnommen [70-75].

## **2.6. Parameter und Zielgrößen**

Auswertbare Parameter waren zu unterscheiden in primäre und sekundäre Parameter. Primärparameter wurden unmittelbar aus den Videos generiert.

Sekundärparameter wurden durch Auswertung des Fragebogens generiert. Hintergrund dieser Parameter war, das psychologische Erleben während der Testsituation abzubilden. Primärparameter waren die für das Absolvieren benötigte Gesamtzeit, die zurückgelegte Wegstrecke des Katheters im Modell, die Anzahl aller vom Kathetersystem im Modell gemachten Bewegungen und die Anzahl der Versuche, die benötigt wurden, um Gefäßabgänge zu passieren.

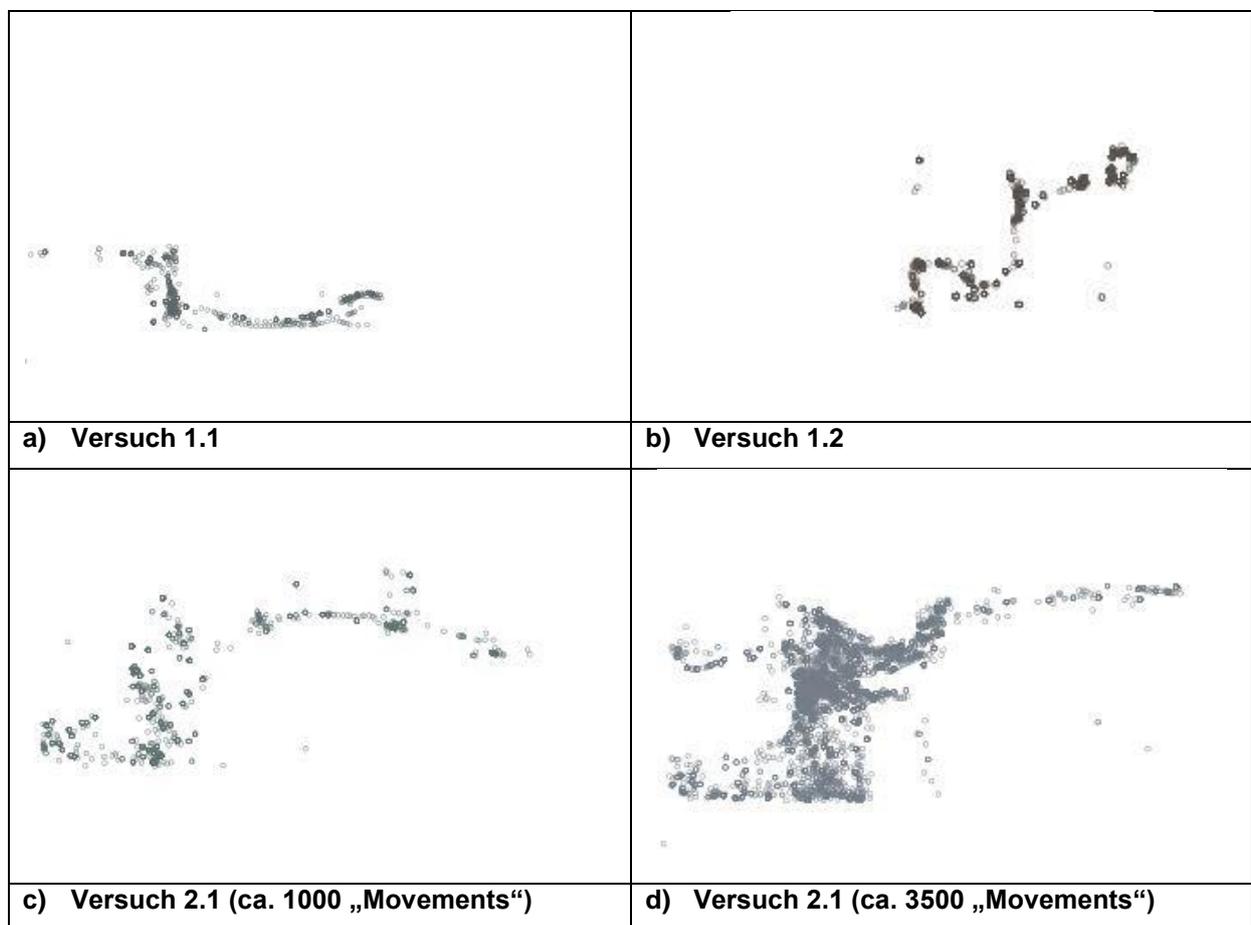
Wie bereits in anderen Studien genutzt, wurde als erster Parameter die Gesamtzeit (sog. „*Time taken*“; = „*tt*“; oder: „*Zeit*“) erhoben [62]. Hierfür war es notwendig einen standardisierten Start- und Endpunkt für die Messung festzulegen, der für alle Probanden gleich war.

Die Wegstrecke (sog. „*Pathway*“; = „*pw*“) in Zentimetern war definiert als die insgesamt durch das Kathetersystem zurückgelegte Strecke im Modell während eines Messdurchgangs [62]. Die Bestimmung der Wegstrecke erfolgte immer ausgehend von einem definierten Anfangspunkt im Modell, der für alle Versuche gleich war. Der Punkt, der den Weg zurücklegte, wurde immer als „die Spitze des jeweils führenden Teils des Kathetersystems“ definiert: war der Katheter am weitesten vorgeschoben und wurde bewegt, so war dieser der führende Teil und diente der Wegmessung; war der Draht am weitesten vorgeschoben und wurde bewegt, so war dieser der führende Teil. Somit wurden die Bewegungen des Katheters und des Drahts in die Messung der Wegstrecke mit einbezogen. Die Wegstrecke wurde durch ein standardisiertes Verfahren am Computer zunächst in ein Programm mit individuell kalibrierbarer Längenberechnung eingezeichnet („*Viana.NET*“, *Version 5.5, Copyright by Dr. A. Voßkühler, 2016*). Dadurch wurden Vorwärts- und Rückwärtsbewegungen erfasst, wohingegen Rotationsbewegungen lediglich zweidimensional erfasst werden konnten. Vor der Berechnung der eingezeichneten Strecke musste eine Bezugsstrecke definiert werden. Hierzu diente die in den Aufnahmen sichtbare A. basilaris, deren Länge immer mit 30 mm angegeben wurde. Abschließend wurde durch das Programm die eingezeichnete Wegstrecke in metrische Maßeinheiten umgerechnet.

Weiterhin diente die Anzahl aller während eines Messdurchgangs vom Katheter gemachten Bewegungen (sog. „*Number of Movements*“; = „*nom*“;

oder: „*Movements*“) [62]. Hierzu zählten insbesondere Vor- und Rückwärtsbewegungen. Rotationsbewegungen wurden lediglich zweidimensional erfasst. Bewegungen, die bei einer Bildaufnahme­rate von 25 Bildern pro Sekunde zwischen zwei Bildern eine Strecke von mindestens 1 mm zurücklegten, wurden durch ein Programm detektiert und als Bewegung klassifiziert (siehe Abbildung 5, „*Viana.NET*“). Diese Werte wurden willkürlich durch die auswertende Person aber für alle Probanden gleich festgelegt.

**Abbildung 5: Karte der „Number of Movements“ im Computer-Programm**



**Quelle: Entnommen aus *Viana.NET*©**

Als letzter Primärparameter wurde die Anzahl der Versuche erhoben, die ein Proband mit dem Katheter benötigte, um Gefäßabzweigungen im Modell zu passieren (sog. „*Number of Tries*“; oder: „*Tries*“). Um eine Katheterbewegung als Versuch (Sg.: „*Try*“ / Pl.: „*Tries*“) zu werten, wurde die

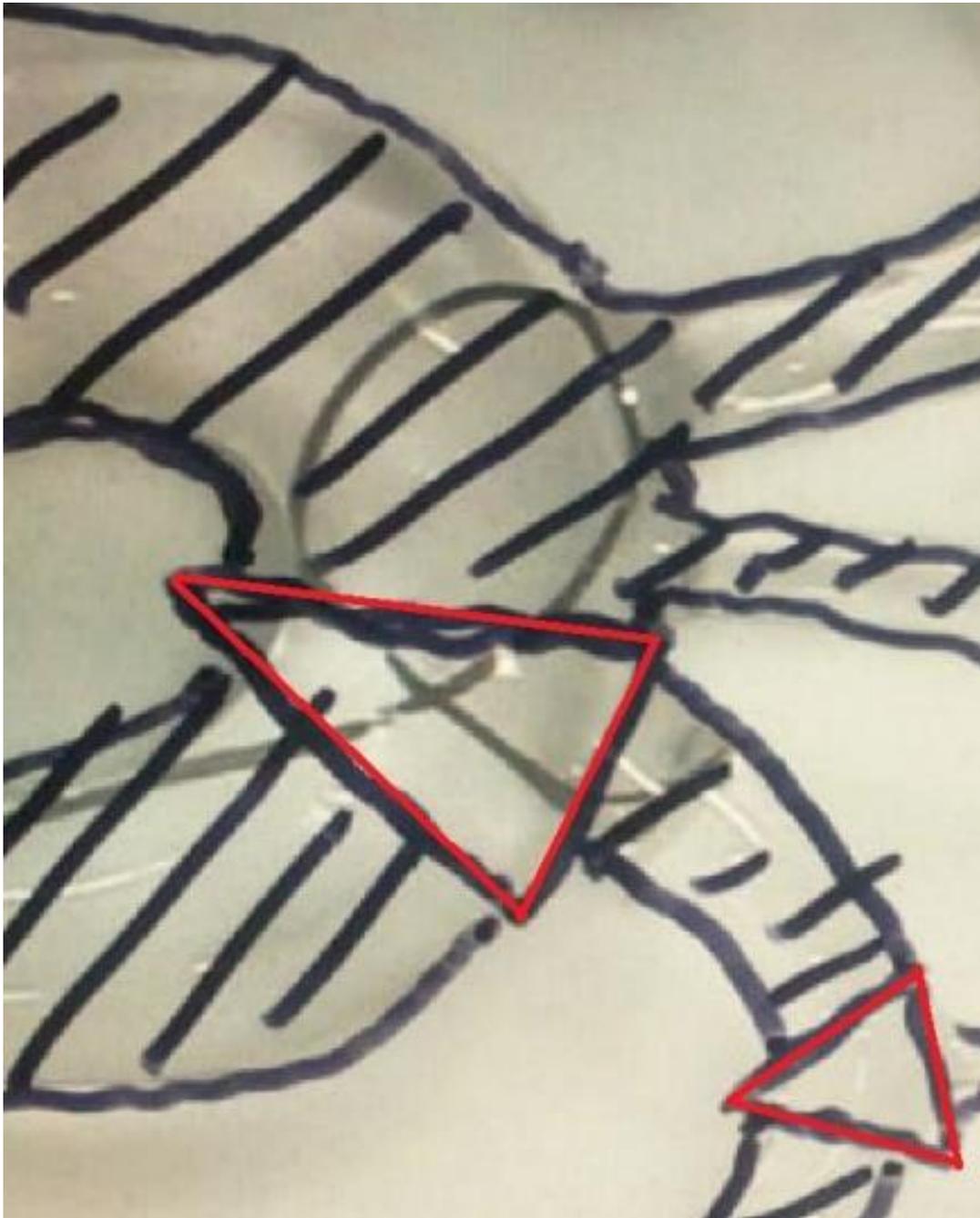
Erfüllung von mehreren, standardisierten Bedingungen einerseits für standardisierte „Zählbereiche“, in denen „Tries“ gewertet werden durften, und andererseits Bewegungsmuster, die zur Wertung als „Try“ führten, vorausgesetzt.

Die Definition eines Zählbereichs bzw. einer „*Area of Interest*“ (AOI) war Grundlage für die Erhebung dieses Parameters. Es war erforderlich einen Bereich festzulegen in dem Katheter-Bewegungen als *Tries* gewertet werden durften (siehe Abbildung 6). Diese konstruierten sich aus anatomischen Gegebenheiten des Gefäß-Modells: an Gefäßabzweigungen, die Katheter/Führungsdrähte passierten, wurden Senkrechten durch jedes angrenzende Gefäß gezogen. Der Bereich, der durch die daraus entstehende Form eingeschlossen wurde, wurde als AOI definiert (vgl. Abbildung 6).

Folgende, im Video nachvollziehbare Muster von Katheter- / Führungsdraht-Bewegungen führten zu einer Wertung als „*Try*“: wenn sich die führende Spitze des Kathetersystems (Draht oder Katheter selbst) in der AOI befindet und eine Vor- und Rückwärtsbewegung vollzieht, dem wiederum zur Bewältigung der gestellten Aufgabe zwangsläufig eine Vorwärtsbewegung folgen muss, gilt dies als „*Try*“.

**Abbildung 6: Konstruktion der „Areas of Interest“ für die Messung der „Tries“**

Für die Konstruktion der Wegpunkte ist es notwendig eine Senkrechte durch alle am Wegpunkt gelegenen Gefäßlumina zu ziehen. Hierdurch konstruiert sich die „Area of Interest“ (AOI), die drei- oder viereckig sein konnte.



Sekundärparameter umfassten zum einen den im Fragebogen enthaltenen NASA-Task-Load-Index [70-74, 76-79] und zum anderen Daten, die sich aus von Probanden angeforderten Hilfestellungen ableiteten.

Zur Messung der individuellen Belastung über die gesamte Versuchsteilnahme hinweg wurde der NASA-Task-Load-Index (NASA-TLX) [70-74, 76-79] in den Fragebogen mit einbezogen. Die in dieser Studie verwendete Variante des NASA-TLX entspricht der ursprünglichen Version aus dem Handbuch von 1986 [71, 72]. Es sollten Niveaus folgender Bereiche von 1 bis 20 angegeben werden, wobei als 1 „sehr niedrig“ und 20 als „sehr hoch“ galt: mentale Beanspruchung, physische Beanspruchung, Zeitempfinden, Leistungseinschätzung, Schwere der Aufgaben und Stress bzw. Frustration.

Hilfestellungen konnten im Testverlauf durch Probanden eingefordert werden. Die Probanden erhielten hierzu im Vorfeld den Hinweis, dass jede Hilfestellung in den Studiendaten aufgeschrieben bzw. vermerkt würde. Diese Tipps bestanden aus standardisierten Texten, die vom anwesenden Versuchsleiter wiedergegeben wurden. Hieraus wurde einerseits die Zeit abgeleitet, nach der Probanden erstmalig um Hilfestellungen baten und andererseits die Anzahl der benötigten Hilfestellungen bis zur Vollendung der Versuche. Diese Parameter wurden für die Vertebrealis-Katheter- (Versuche 1.1 und 1.2) bzw. Sidewinder-Katheter-Versuche (Versuche 2.1 und 2.2) gepoolt.

## **2.7. Statistik**

Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm IBM® SPSS® Statistics (Version 26, *International Business Machines Corporation (IBM Corp.), 1 North Castle Drive, Armonk, 10504 New York, United States*). Alle in Kapitel 3 „Ergebnisse“ dargestellten Abbildungen wurden Ausgabedateien dieses Programms entnommen. Tabellen (in Kapitel 3) wurden auf für diese Arbeit relevante Inhalte nach Vorlage von SPSS-Ausgabedateien angepasst.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Daten zweier Fragestellungen analysiert. Die Hauptfragestellung lautete „Spielen Sie Videospiele?“. Hierbei wurden Daten aller Probanden dichotom nach den Antwortmöglichkeiten „Ja“ und „Nein“ stratifiziert. Nebenfragestellung war die Frage nach dem am häufigsten gespielten Videospiele-Genre. Im Fragebogen wurden sechs

mögliche Genres abgefragt: Keins, Ego-Shooter/Fighting (bzw. „Kampf“), Strategie, Puzzle-/Memory, (MMO-) RPG/Action und Geschicklichkeit/Jump and Run. Analysiert wurden Unterschiede zwischen den Genres „Ego-Shooter/Fighting“ und Strategie.

Zur Übersicht der verwendeten Materialien in den einzelnen Versuchen wurde nachfolgend eine Tabelle erstellt (siehe Tabelle 2):

**Tabelle 2: Übersicht der Versuchsnummern zu verwendeten Kathetern**

Versuchsnummer	Katheter-Klassifikation	Katheter-Bezeichnung
1.1	Diagnostik-Katheter	Vertebralis-Katheter
1.2	Mikro-Katheter	
2.1	Diagnostik-Katheter	Sidewinder-Katheter
2.2	Mikro-Katheter	

### 2.7.1. Hauptfragestellung

Die mit dem Shapiro-Wilk-Test festgestellte, fehlende Normalverteilung der Parameter innerhalb beider Subgruppen (Gamer vs. Non-Gamer) machte die Verwendung nicht parameterischer Testverfahren notwendig [80]. Bei zwei zu untersuchenden, unabhängigen Subgruppen (Gamer vs. Non-Gamer) kam der Mann-Whitney-U-Test zur Anwendung (siehe Tabelle 3 Abbildung 7: Boxplot-Analyse zur Hauptfragestellung und Abbildung 7) [80]. Dieser erfolgte zur Prüfung auf signifikante Effekte, die die Eigenschaft Gamer bzw. Non-Gamer auf alle Parameter haben könnten. Die Tests wurden auf die Angabe exakter Ergebnisse programmiert (Zeitgrenze pro Test war fünf Minuten) [81]. Mögliche Mediator-Effekte anderer Eigenschaften (wie z.B. Geschlecht oder Alter) auf signifikante Zusammenhänge und Tendenzen wurden durch den Einsatz von Cramer-V- und Phi-Tests überprüft (siehe Tabelle 4 und bis ) [82-85].

Zur Darstellung der Ergebnisse der Hauptfragestellung wurden zur besseren Übersicht Boxplots erstellt (siehe Abbildung 7). Diese zeigen den Median, das erste und dritte Quartil (bzw. das 25. und 75. Perzentil) mit zugehörigen Minima und Maxima (sog. „Whisker“) [86]. Die sog. Interquartilspanne (IQR) ist der Wert, der aus Subtraktion des ersten und dritten Quartils entsteht; innerhalb dieser Spanne liegen 50% der Werte einer Messung [86]. Kreise symbolisieren Werte, die zwischen der 1,5- und 3-fachen Länge der IQR liegen; Asterisken/Extremfälle (\*) liegen über der 3-fachen Länge der IQR [86].

Weiterhin wurden Beziehungen zwischen den Sekundärparametern „selbst eingeschätzte Leistung“ (siehe Abbildung 9), „empfundene Schwierigkeit der Versuche“ (siehe Abbildung 10) und „empfundenes Stress- und Frustrationslevel“ (siehe Abbildung 11) und den Primärparametern in Abhängigkeit der jeweiligen Gruppenzugehörigkeit (Non-Gamer vs. Gamer) dargestellt. Die Einschätzung dieser Sekundärparameter basierte auf Eindrücken, die Probanden über die gesamte Versuchsteilnahme hinweg gesammelt hatten. Dementsprechend wurden die Primärparameter hierfür über alle Experimente hinweg miteinander addiert, z.B. wurden alle „Zeiten“ der Versuche 1.1 bis 2.2 summiert. Die Untersuchungen auf möglicherweise bestehende Beziehungen erfolgten durch die Berechnung der Pearson-Korrelation („gering“ bei  $r \leq 0,1$ ; „moderat“ bei  $r \geq 0,3$ ; „stark“ bei  $r \geq 0,5$ ) [85]. Es wurden signifikante ( $p < 0,05$ ) und tendenzielle ( $0,09 > p > 0,05$ ) Ergebnisse dargestellt.

#### **2.7.1.1. Mediationsanalyse zur Hauptfragestellung**

Gemäß des „ersten Schritts der Mediationsanalyse“ [84] nach Baron und Kenny (1986) wurden Effekte der ursprüngliche, unabhängige Variable (sog. „U-UV“; hier: Gamer vs. Non-Gamer) auf abhängige Variablen (oder „AV“) nachgewiesen. Der „zweite Schritt“ [84] erforderte die Untersuchung der Korrelationen zwischen der U-UV und möglicher Mediatoren [82-84]. Dieser

Schritt ist in Tabelle 4 dargestellt. Sie zeigt Ergebnisse von Korrelations-Analysen nach Cramer-V und Phi. Diese dienten dem Nachweis möglicher Mediatoreffekte von anderen, unabhängigen Variablen (oder „A-UV“; hier: Mediatoren, wie z.B. Beruf) auf die U-UV (hier: Gamer vs. Non-Gamer) durchgeführt wurde [82-84]. Dieses Testverfahren wurde ausgewählt, da nominalskalierte Variablen einerseits miteinander und andererseits mit ordinalskalierten, unabhängige Variablen in Bezug gesetzt werden sollten [85]. Wenn der daraus errechnete p-Wert  $>0,05$  war, so bestand zwischen der U-UV (Gruppe: Gamer vs. Non-Gamer) und potentiellen Mediatoren kein Zusammenhang. Gemäß des „dritten Schritts der Mediationsanalyse“ [84] nach Baron und Kenny (1986) wurden Effekte von Subgruppen, die als Mediatoren fungieren könnten, auf zuvor einbezogene Parameter untersucht (siehe Tabelle 5).

### **2.7.2. Nebenfragestellung**

Die in Shapiro-Wilk-Tests festgestellte, fehlende Normalverteilung der Parameter innerhalb der Subgruppen machte die Verwendung nicht parameterischer Testverfahren notwendig [80]. Bei mehr als zwei zu untersuchenden, unabhängigen Subgruppen kam der Kruskal-Wallis-Test (KW-Test) zur Anwendung [87]. Dieser erfolgte zur orientierenden Prüfung auf mögliche, signifikante Effekte, die unterschiedliche Genres auf alle Parameter haben könnten. Nach Auswertung der Ergebnisse der KW-Tests hoben sich die Unterschiede zwischen zwei Genres besonders hervor: Ego-Shooter/Fighting ( $n=12$ ) und Strategie ( $n=7$ ). Zur Untersuchung der beiden genannten Subgruppen folgten Mann-Whitney-U-Tests (siehe Tabelle 6 und Abbildung 12) [80]. Effekte anderer Genres wurden hier nicht analysiert. Diese Tests wurden auf die Angabe exakter Ergebnisse (Zeitgrenze pro Test gleich fünf Minuten) programmiert [81]. Mögliche Mediator-Effekte anderer Eigenschaften (wie z.B. Geschlecht oder Alter) auf signifikante

Zusammenhänge und Tendenzen wurden durch den Einsatz von Cramer-V- und Phi-Tests überprüft (siehe Tabelle 7) [82-85].

Weiterhin wurden Beziehungen zwischen den Sekundärparametern „selbst eingeschätzte Leistung“, „empfundene Schwierigkeit der Versuche“ und „empfundenes Stress- und Frustrationslevel“ mit den Primärparametern in Abhängigkeit der jeweiligen Genre-Zugehörigkeit dargestellt (siehe bis ). Die Einschätzung dieser Sekundärparameter basierte auf Eindrücken, die Probanden über die gesamte Versuchsteilnahme hinweg gesammelt hatten. Dementsprechend wurden die Primärparameter hierfür über alle Experimente hinweg miteinander addiert, z.B. wurden alle „Zeiten“ der Versuche 1.1 bis 2.2 summiert. Die Untersuchungen auf möglicherweise bestehende Beziehungen erfolgten durch die Berechnung der Pearson-Korrelation („gering“ bei  $r \leq 0,1$ ; „moderat“ bei  $r \geq 0,3$ ; „stark“ bei  $r \geq 0,5$ ) [85]. In bis wurden signifikante ( $p \leq 0,05$ ) und tendenzielle ( $p \leq 0,09$ ) Zusammenhänge darstellt.

#### **2.7.2.1. Mediationsanalyse zur Nebenfragestellung**

Gemäß des „ersten Schritts der Mediationsanalyse“ [84] nach Baron und Kenny (1986) wurden Effekte der ursprünglich unabhängigen Variablen (oder: „U-UV“) auf abhängige Variablen (oder „AV“) nachgewiesen. Der „zweite Schritt“ [84] erforderte die Untersuchung der Korrelationen zwischen der U-UV und möglicher Mediatoren [82-84]. Dieser Schritt ist in Tabelle 7 dargestellt. Sie zeigt eine Korrelations-Analyse nach Cramer-V und Phi, die im Rahmen des Ausschlusses möglicher Mediatoreffekte von anderen, unabhängigen Variablen (oder „A-UV“; hier: Mediatoren) auf die U-UV (hier: Ego-Shooter/Fighting vs. Strategie) durchgeführt wurde [82-84]. Dieses Testverfahren wurde ausgewählt, da nominalskalierte Variablen einerseits

miteinander und andererseits mit ordinalskalierten, unabhängige Variablen in Bezug gesetzt werden sollten [85].

Gemäß des „dritten Schritts der Mediationsanalyse“ [84] nach Baron und Kenny (1986) waren in anschließenden Analysen mögliche Effekte der unabhängiger Variablen auf primäre und sekundäre Parameter zu überprüfen gewesen. Die hierbei eingeschlossenen Parameter waren die, die zuvor einen Zusammenhang mit der Gruppenzugehörigkeit „Welches Genre wurde in Kindheit und Gegenwart zusammengekommen am häufigsten gespielt?“ (oder: „Genre“) aufgewiesen hatten. In nachfolgenden Kruskal-Wallis-Tests wurde ein signifikanter Effekt eines potentiellen Mediators auf den Parameter „Zeit“ im Versuch 1.2 festgestellt: dieser korrelierte signifikant mit dem schnelleren Abschluss der Aufgaben ( $p=0,009$ ; KI 95%). Abschließend wurde eine Mediationsanalyse mit dem „PROCESS-Makro Version 3.5 für SPSS“ [88] von Hayes (2018) durchgeführt.

### **3. Ergebnisse**

Es wurden insgesamt 67 Versuche durchgeführt. Wegen fehlerhafter Versuchsdurchführung mussten die Daten der drei ersten Versuchsteilnehmer ausgeschlossen werden. Somit wurden Daten von 64 Probanden in die Analysen der Versuche 1.1 und 1.2 eingeschlossen. Ein Proband brach im Versuch 2.1 die Studienteilnahme ab. Somit flossen von diesem Teilnehmer keine Daten für die Versuche 2.1 und 2.2 in die Analysen ein, wodurch für die genannten Versuche 63 Datensätze ausgewertet wurden. Der Fragebogen wurde von 64 Probanden beantwortet.

#### **3.1. Hauptfragestellung: „Spielen Sie Videospiele?“**

Beantwortet wurde diese Frage dichotom: „Ja“ oder „Nein“. Die Antwortmöglichkeit „Ja“ wurde hierbei gleichgesetzt mit dem Status „Gamer“. Die Antwortmöglichkeit „Nein“ wiederum wurde gleichgesetzt mit dem Status „Non-Gamer“.

##### **3.1.1. Population**

An den Versuchen 1.1 und 1.2 (Vertebral-Katheter-Versuche) nahmen 29 Non-Gamer und 35 Gamer teil (n=64). An den Versuchen 2.1 und 2.2 (Sidewinder-Katheter-Versuche) nahmen 28 Non-Gamer und 35 Gamer teil (n=63). Die Diskrepanz der Teilnehmerzahlen der Non-Gamer-Gruppe erklärt sich durch den o.g. Studienabbruch eines Probanden. Sekundärparameter, die sich dem NASA-TLX [71, 72] entnommen waren, wurden von allen 64 Probanden beantwortet und ausgewertet. Ein Non-Gamer brach den Versuch 2.1 aufgrund von Frustration ab.

##### **3.1.2. Ergebnisse**

Im Vergleich der primären und sekundären Parameter zwischen Gamern und Non-Gamer wurden signifikante Ergebnisse ( $p \leq 0,05$ ) und

Tendenzen ( $p < 0,09$ ) festgestellt. Nachfolgend im Text angegebene Werte beziehen sich immer auf den Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung, sofern nicht anders beschrieben. In wurden deskriptive Werte (z.B. Mittelwert, Standardabweichung, Median, Minima, Maxima) aller in diesem Kapitel thematisierten Parameter mit den jeweils zugehörigen p-Werten dargestellt.

Tabelle 3: Signifikante Ergebnisse und Tendenzen in der Hauptfragestellung

Parameter	Spielen Sie Videospiele?	N		Mittelwert	Std.-Abweichung	Median	Perzentile		Minimum	Maximum	p-Wert
		Gültig	Fehlend				25	75			
Summe der Zeiten [in s] (Versuch 1.1+2.1)	Nein	28	1	372,7179	215,17280	328,0000	223,0000	485,7500	123,00	1148,00	0,059
	Ja	35	0	308,3229	227,37534	233,0000	154,0000	338,0000	59,00	1148,00	
Versuch 2.1: Zeit [in s]	Nein	28	1	315,289	206,9043	261,000	168,500	419,750	82,0	1028,0	0,079
	Ja	35	0	255,837	222,1930	194,000	110,000	294,000	30,0	1093,0	
Summe aller "Tries" (Versuche 1.1+2.1)	Nein	28	1	41,0000	26,01709	40,5000	21,2500	50,7500	8,00	140,00	0,06
	Ja	35	0	29,7714	16,64524	26,0000	15,0000	40,0000	5,00	71,00	
Versuch 1.1: Number of Tries	Nein	29	0	6,55	3,641	5,00	3,50	9,00	3	18	0,035
	Ja	35	0	5,03	3,356	5,00	2,00	6,00	2	17	
Versuch 2.1: Number of Tries	Nein	28	1	34,43	23,926	37,00	16,75	40,50	5	122	0,081
	Ja	35	0	24,74	16,626	21,00	11,00	36,00	3	65	
Versuch 1.1: Wegstrecke [in cm]	Nein	29	0	30,824	15,5368	27,500	19,050	33,500	15,3	89,0	0,085
	Ja	35	0	25,100	10,6121	21,600	18,000	29,900	13,6	69,0	
Anzahl: Hilfestellungen in Vertebralis-Katheter-Versuchen	Nein	6	23	4,67	2,733	4,50	2,50	6,75	1	9	0,029
	Ja	7	28	1,71	0,756	2,00	1,00	2,00	1	3	
Wie stark war das Gefühl, dass die Zeit rasch verging?	Nein	29	0	12,241	3,7574	12,000	10,000	15,000	6,0	20,0	0,064
	Ja	35	0	13,486	4,3547	14,000	12,000	16,000	1,0	20,0	

Siehe Tabelle 2 zur Zuordnung der verwendeten Kathetersysteme zu entsprechenden Versuchsnummern. Nachfolgend wurden signifikante ( $p < 0,05$ ) und tendenzielle Unterschiede ( $0,09 > p > 0,05$ ) beschrieben, die bereits in Tabelle 3 visualisiert wurden.

Im Vergleich der Summen der Zeiten [in s] beider Diagnostik-Katheter-Versuche (1.1 und 2.1) benötigten Gamer zur Bewältigung der Aufgabenstellungen  $308,3 \pm 227,4$ s und die Non-Gamer  $372,7 \pm 215,2$ s ( $p = 0,059$ ; KI 95%), wie es zu entnehmen ist. Durch eine differenzierte Einzelbetrachtung zeigte sich, dass im Vergleich der Zeit [in s] bis zum Lösen des Versuchs 2.1 (Diagnostik-Katheter-Versuch mit dem Sidewinder-Katheter) die Gamer-Gruppe zum Lösen der Aufgabenstellungen  $255,8 \pm 222,2$  s und die Non-Gamer  $315,3 \pm 206,9$  s benötigten ( $p = 0,079$ ; KI 95%). Dies ist in Abbildung 7 veranschaulicht worden.

Im Vergleich der Summen der Number of Tries („Tries“) beider Diagnostik-Katheter-Versuche (1.1 und 2.1) benötigte die Gamer-Gruppe  $29,8 \pm 16,6$  „Tries“ und die der Non-Gamer  $41,0 \pm 26,0$  ( $p = 0,06$ ; KI 95%), wie es zu entnehmen ist. Durch eine differenzierte Einzelbetrachtung zeigte sich, dass im Vergleich der Number of Tries („Tries“) des Versuchs 1.1 die Gamer-Gruppe  $5,03 \pm 3,36$  und die Non-Gamer-Gruppe  $6,55 \pm 3,64$  „Tries“ benötigten ( $p = 0,035$ ; KI 95%). Weiterhin zeigte sich im Vergleich der Number of Tries des Versuchs 2.1, dass durch die Gamer-Gruppe  $24,7 \pm 16,63$  Tries und die Non-Gamer  $34,4 \pm 23,93$  benötigt wurden ( $p = 0,081$ ; KI 95%). Dies ist in Abbildung 7 veranschaulicht worden.

Im Vergleich der Wegstrecke des Versuchs 1.1 wurde durch die Gamer-Gruppe  $25,1 \pm 10,6$  cm und durch die der Non-Gamer  $30,8 \pm 15,5$  cm bis zum Lösen der Aufgabenstellungen zurückgelegt ( $p = 0,085$ ; KI 95%). Dies wurde in Abbildung 7 veranschaulicht. Ein Gruppen-Unterschied in der Summe der Wegstrecken beider Diagnostik-Katheter-Versuche war zuvor nicht zu beobachten gewesen.

Abbildung 7 zeigt den möglichen Einfluss einer Gruppenzugehörigkeit (Non-Gamer vs. Gamer) auf die Anzahl der Hilfestellungen, die durch Probanden während der Vertebrolyse-Katheter-Versuche (1.1. und 1.2) beim anwesenden Studienpersonal angefragt wurden. Hier wird deutlich, dass in der Gamer-Gruppe ( $1,71 \pm 0,76$ ) signifikant seltener Hilfestellungen angefordert wurden ( $p=0,029$ ; KI 95%) als in der Non-Gamer-Gruppe ( $4,67 \pm 2,73$ ). Insgesamt fragten weniger Non-Gamer nach Hilfe ( $n=6$ ) als Gamer ( $n=7$ ). 23 Non-Gamer und 28 Gamer nahmen keine Hilfestellungen in Anspruch (siehe „N=fehlend“ in Tabelle 3).

Abbildung 7 zeigt den Effekt der Gruppenzugehörigkeit auf den Sekundärparameter „Wie stark war das Gefühl, dass die Zeit schnell verging?“ [71, 72]. Dieser Parameter bezog sich auf den gesamten Versuchstag und konnte mit 0 (=Zeit verging sehr langsam) bis 20 (=Zeit verging sehr schnell) angegeben werden. Dieser Parameter wurde aus dem „NASA-Task-Load-Index (NASA-TLX)“ übernommen [70-76, 89, 90]. In der Abbildung wird deutlich, dass das Verstreichen der Zeit durch die Gamer-Gruppe mit dem Wert  $13,5 \pm 4,36$  und durch die der Non-Gamer mit  $12,24 \pm 3,76$  angegeben wurde ( $p=0,064$ ; KI 95%). Entsprechende Werte sind Tabelle 3 zu entnehmen.

Abbildung 7: Boxplot-Analyse zur Hauptfragestellung

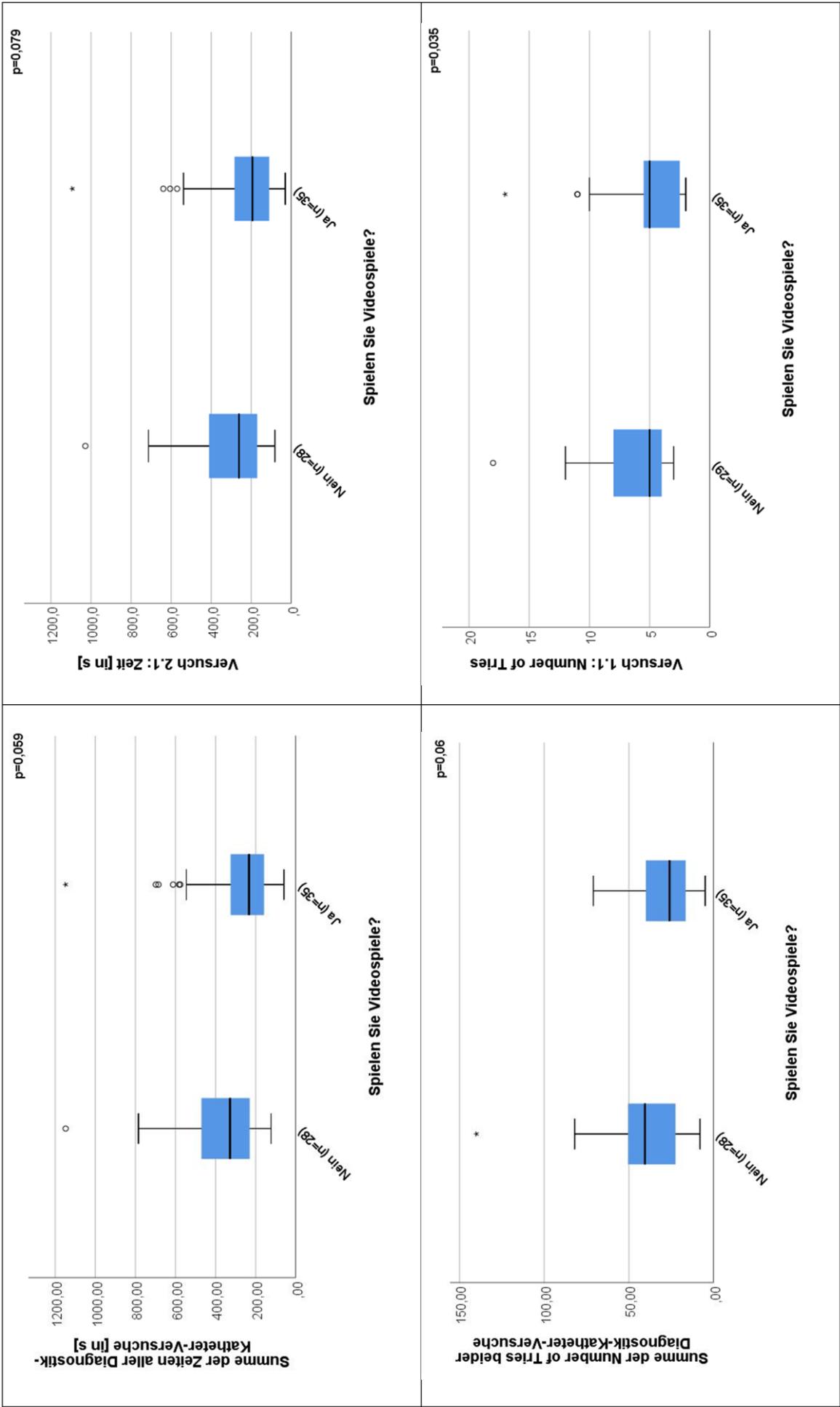
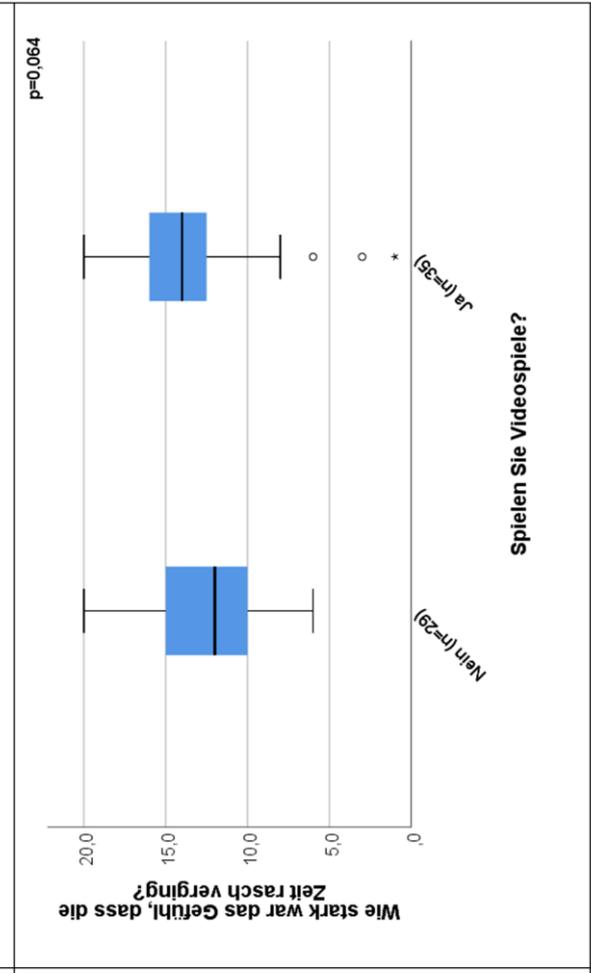
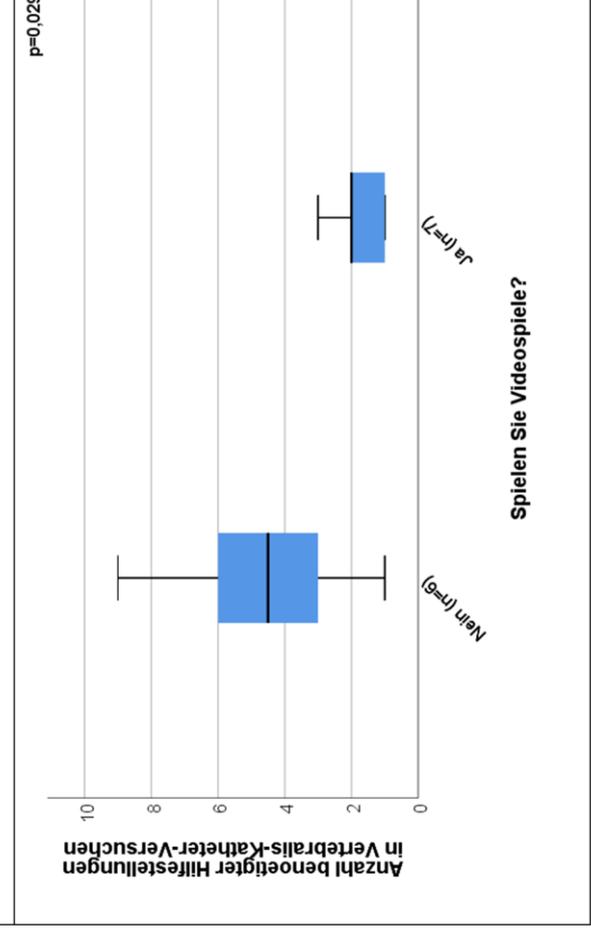
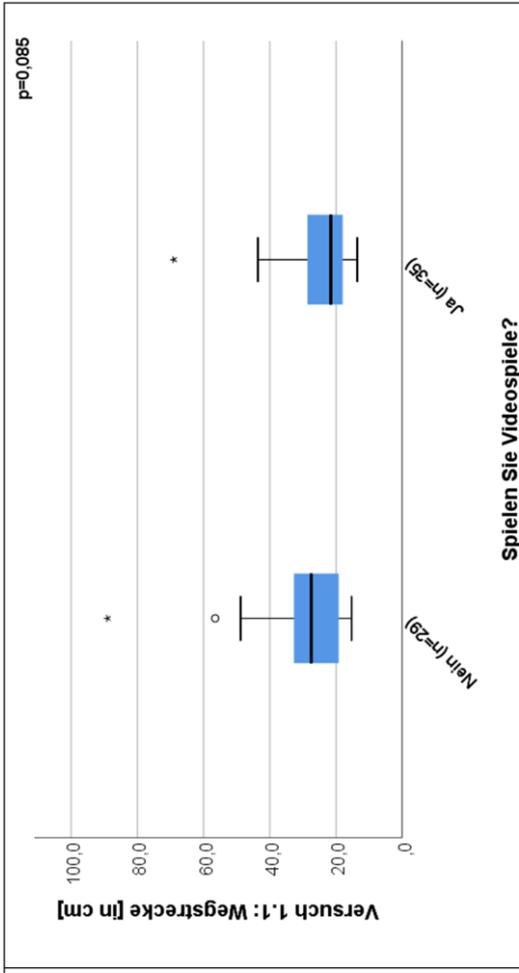
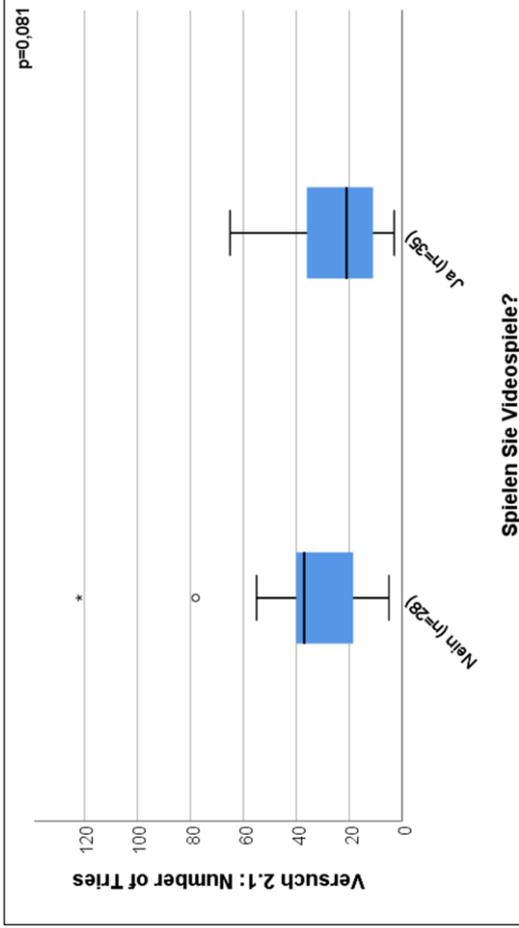


Abbildung 7 (Fortsetzung): Boxplot-Analyse zur Hauptfragestellung



Gemäß des „ersten Schritts der Mediationsanalyse“ [84] nach Baron und Kenny (1986) wurden Effekte der ursprüngliche, unabhängige Variable (sog. „U-UV“; hier: Gamer vs. Non-Gamer) auf abhängige Variablen (oder „AV“) nachgewiesen. Der „zweite Schritt“ [84] erforderte die Untersuchung der Korrelationen zwischen der U-UV und möglicher Mediatoren [82-84]. Dieser Schritt ist in Tabelle 4 dargestellt. Lediglich die Kategorie „Alter“ schien einen möglichen Mediatoreffekt auf zuvor untersuchte, signifikante Zusammenhänge haben zu können ( $p=0,01$ ; KI 95%). Das Alter wurde im Fragebogen in Kategorien angegeben: <20, 20-30, 31-40, 41-50, 51-60 und >60 Lebensjahre. In Abbildung 8 wurde dies in Abhängigkeit der AV „Spielen Sie Videospiele?“ visualisiert. Es zeigte sich ein klarer Trend zu jüngerem Alter, wenn Probanden angaben, zu irgendeinem Zeitpunkt in der Vergangenheit Videospiele gespielt zu haben.

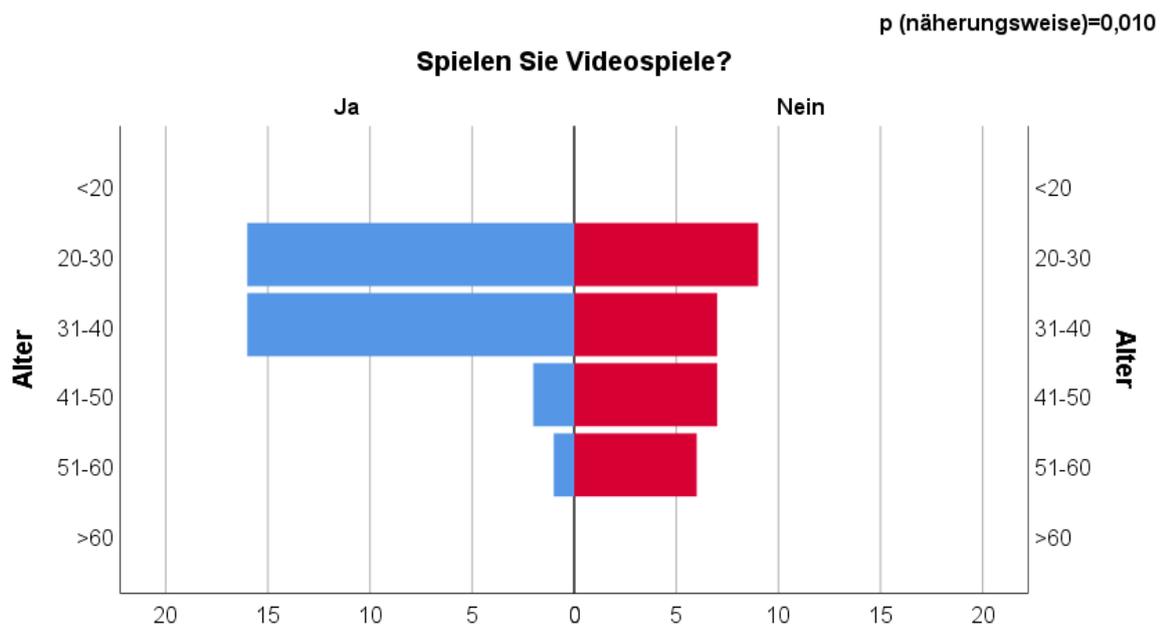
**Tabelle 4: Subgruppenanalyse der Hauptfragestellung**

Gruppen	Subgruppen	Spielen Sie Videospiele?		Gesamt	p-Wert
		Nein	Ja		
<b>Spielen Sie Videospiele?</b>	Gesamt	29	35	64	1,000
<b>Geschlecht</b>	männlich	14	24	38	0,100
	weiblich	15	11	26	
<b>Alter</b>	20-30	9	16	25	<b>0,010</b>
	31-40	7	16	23	
	41-50	7	2	9	
	51-60	6	1	7	
<b>Händigkeit</b>	rechts	29	33	62	0,425
	links	0	1	1	
	beidhändig	0	1	1	
<b>Beruf</b>	medizinisch	17	20	37	0,980
	Ingenieurswiss. / Handwerk	1	1	2	
	administrativ / IT	11	14	25	
<b>Erfahrung im Umgang mit Kathetern</b>	nein	28	34	62	0,892
	<3 Jahre	1	1	2	

Tabelle 4: Subgruppenanalyse der Hauptfragestellung

Gruppen	Subgruppen	Spielen Sie Videospiele?		Gesamt	p-Wert
		Nein	Ja		
Erfahrung im Analysieren von Angiographien	nein	15	23	38	0,198
	<3 Jahre	7	10	17	
	3-6 Jahre	1	0	1	
	>6 Jahre	6	2	8	
Wöchentliche Arbeitszeit	<10 Stunden	2	0	2	0,130
	10-20 Stunden	2	3	5	
	21-30 Stunden	3	2	5	
	31-40 Stunden	9	13	22	
	41-50 Stunden	1	8	9	
	>50 Stunden	12	9	21	
Erneuter Versuch?	nein	5	4	9	0,505
	ja	24	31	55	
Werden Instrumente gespielt	nein	17	14	31	0,138
	ja	12	21	33	
Wird Sport getrieben	nein	5	5	10	0,746
	ja	24	30	54	
Integration von Bewegung im Alltag	selten / fast nie	2	5	7	0,588
	weniger als die Hälfte aller Gelegenheiten	4	7	11	
	mehr als die Hälfte aller Gelegenheiten	8	6	14	
	sehr oft / ständig	14	17	31	

Abbildung 8: Analyse der Korrelation Non-Gamer vs. Gamer mit Alterskategorien



Gemäß des „dritten Schritts der Mediationsanalyse“ [84] nach Baron und Kenny (1986) konnten keine signifikanten Effekte von „Alter“ auf einbezogene Parameter festgestellt werden (siehe Tabelle 5). Somit konnte „Alter“ als vollständiger Mediator ausgeschlossen werden [82-84]. Eine partielle Mediation war jedoch zu vermuten.

Tabelle 5: Einflüsse des Alters auf Ergebnisse der Primärhypothese

Abhängige Variable	p-Wert
Versuch 1.1: Number of Tries	0,657
Versuch 1.1: Wegstrecke [in cm]	0,377
Anzahl benötigter Hilfestellungen in Vertebralis-Katheter-Versuchen	0,294
Versuch 2.1: Number of Tries	0,330
Versuch 2.1: Zeit [in s]	0,488
Wie stark war das Gefühl, dass die Zeit rasch verging?	0,054

Eine orientierende Untersuchung der Wirkung des Alters auf den Parameter „Wie stark war das Gefühl, dass die Zeit rasch verging?“ ( $p=0,054$ ; KI 95%) zeigte Hinweise einer negativen Korrelation. Jüngere Probanden schienen das Vergehen der Zeit als rascher wahrgenommen zu haben als ältere.

Im Folgenden wurden Beziehungen zwischen den Sekundärparametern „selbst eingeschätzte Leistung“ (siehe Abbildung 9), „empfundene Schwierigkeit der Versuche“ (siehe Abbildung 10) und „empfundenes Stress- und Frustrationslevel“ (siehe Abbildung 11) und den Primärparametern in Abhängigkeit der jeweiligen Gruppenzugehörigkeit (Non-Gamer vs. Gamer) dargestellt. Links wurden jeweils immer die Ergebnisse der Non-Gamer- und rechts die der Gamer-Gruppe abgebildet.

In Abbildung 9 wurden die Korrelationen zwischen der selbst eingeschätzten Leistung und den Primärparametern dargestellt. Für Non-Gamer existierten signifikante, stark-negative Korrelationen zwischen der Leistungseinschätzung und einerseits der „Zeit“ ( $p=0,001$ ;  $r=-0,578$ ) sowie andererseits den „Number of Tries“ ( $p=0,004$ ;  $r=-0,522$ ). Moderat-negative Korrelationen existierten zwischen der Leistungseinschätzung und einerseits den „Number of Movements“ ( $p=0,015$ ;  $r=-0,455$ ) sowie andererseits der „Wegstrecke“ ( $p=0,011$ ;  $r=-0,473$ ). Für Gamer wurden diesbezüglich keine signifikanten Zusammenhänge beobachtet (vgl. Abbildung 9, rechts). Non-Gamer schätzten, im Gegensatz zu Gamern, ihre erbrachte Leistung schlechter ein, je länger sie für die Versuche benötigten bzw. je mehr „Tries“, „Weg“ und „Movements“ sie benötigten.

In Abbildung 10 wurden die Korrelationen zwischen dem empfundenen Schwierigkeitsgrad der Versuchsaufgaben und den Primärparametern dargestellt. Der durch Gamer empfundene Schwierigkeitsgrad korrelierte signifikant, aber moderat mit der „Zeit“ ( $p=0,003$ ;  $r=0,483$ ), der „Wegstrecke“ ( $p=0,016$ ;  $r=0,404$ ), den „Number of Tries“ ( $p=0,044$ ;  $r=0,342$ ) und den „Number of Movements“ ( $p=0,036$ ;  $r=0,356$ ). Für Non-Gamer wurden diesbezüglich keine signifikanten

Zusammenhänge beobachtet (vgl. Abbildung 10, links). Gamer empfanden, im Gegensatz zu Non-Gamern, die Aufgabenstellungen als schwieriger, je länger sie für einen Versuch benötigten bzw. je mehr „Tries“, „Movements“ und „Weg“ benötigt wurde.

In Abbildung 11 wurden die Korrelationen zwischen dem empfundenen Stressniveau beim Lösen der Aufgaben und den Primärparametern dargestellt. Das durch Gamer empfundene Stress- bzw. Frustrationsniveau korrelierte signifikant und moderat mit der „Wegstrecke“ ( $p=0,01$ ;  $r=0,43$ ), den „Number of Tries“ ( $p=0,017$ ;  $r=0,402$ ) und den „Number of Movements“ ( $p=0,03$ ;  $r=0,367$ ). Eine Korrelation mit der „Zeit“ war hierbei nicht signifikant ( $p=0,057$ ). Für Non-Gamer wurden diesbezüglich keine signifikanten Zusammenhänge beobachtet (vgl. Abbildung 11, links). Gamer empfanden während der Versuchsdurchführung mehr Stress, je mehr „Weg“, „Tries“ und „Movements“ sie benötigten, anders als die Non-Gamer.

Abbildung 9: Korrelationen zwischen empfundener Leistung und Primärparametern im Rahmen der Hauptfragestellung

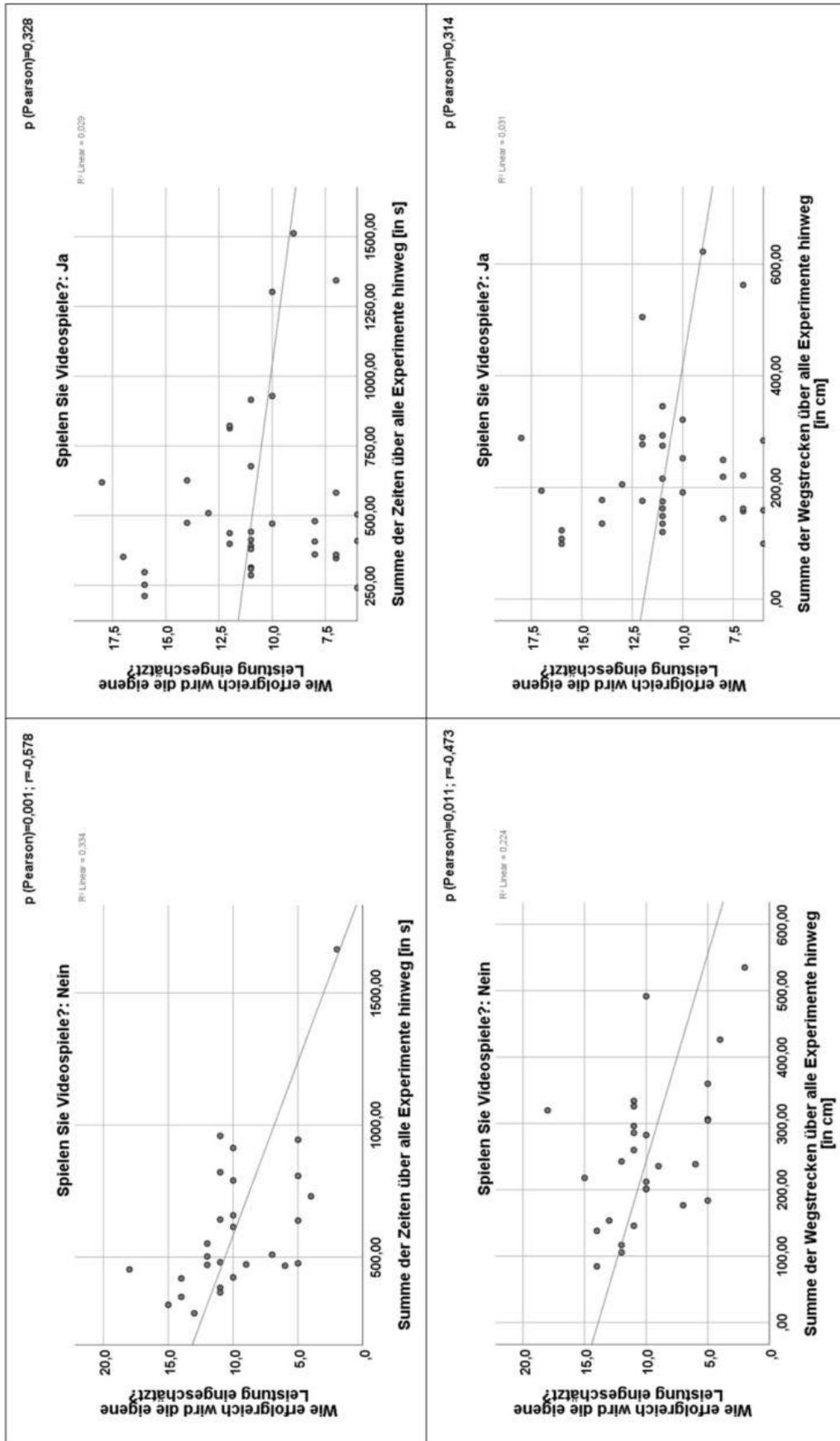


Abbildung 9 (Fortsetzung): Korrelationen zwischen empfunder Leistung und Primärparametern im Rahmen der Hauptfragestellung

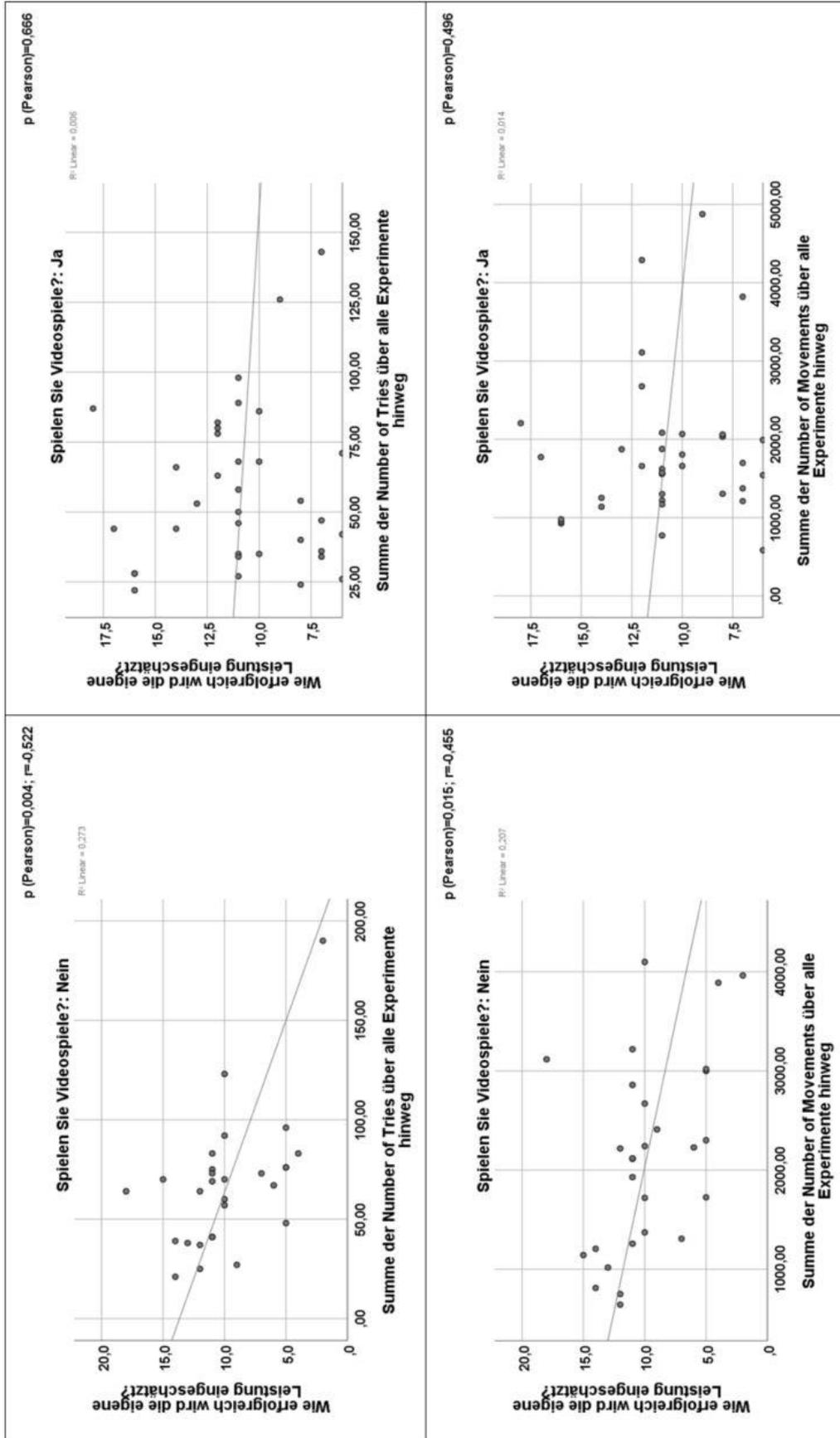


Abbildung 10: Korrelationen zwischen empfunder Schwierigkeit und Primärparametern im Rahmen der Hauptfragestellung

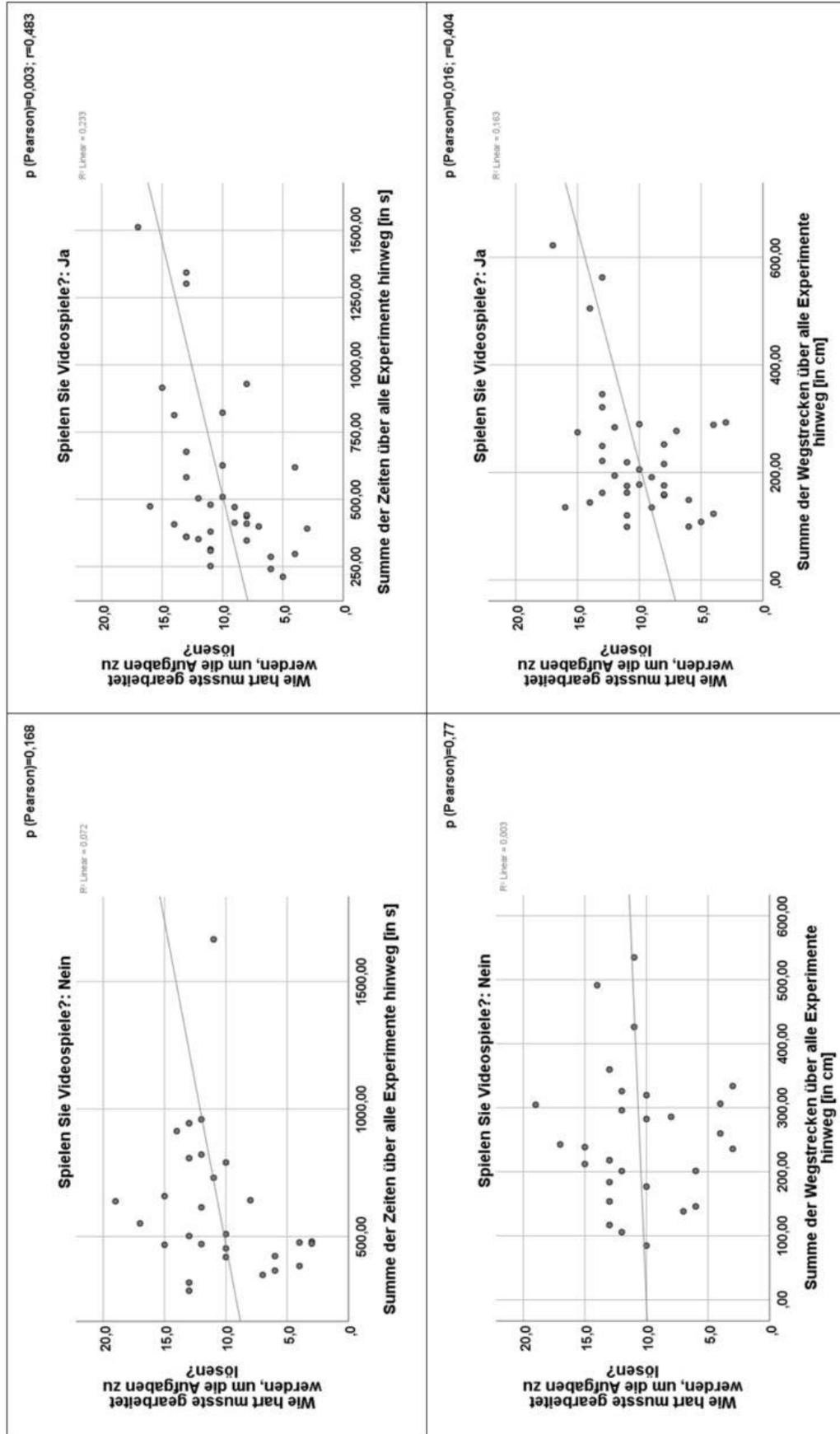


Abbildung 10 (Fortsetzung): Korrelationen zwischen empfunder Schwierigkeit und Primärparametern im Rahmen der Hauptfragestellung

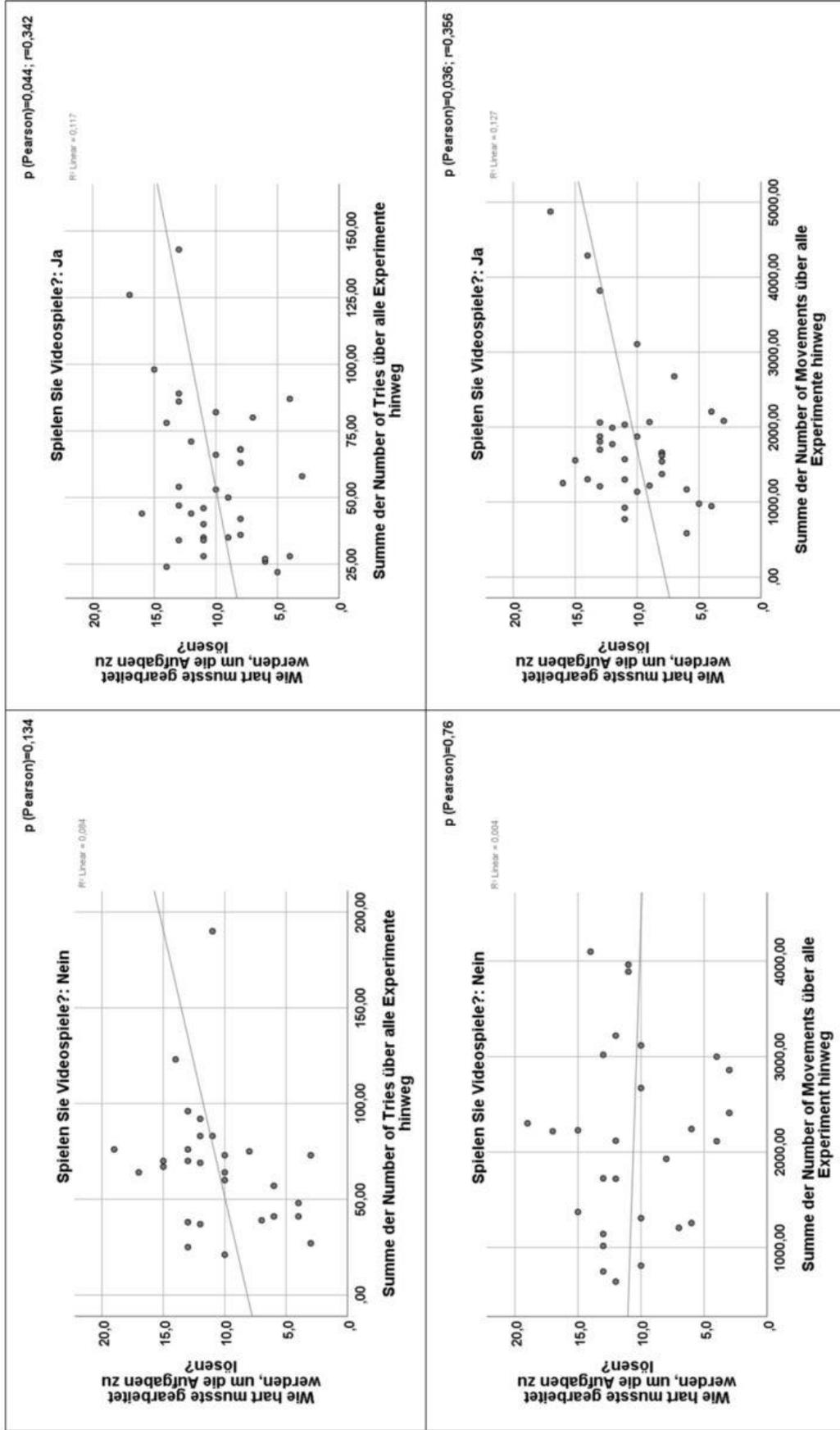


Abbildung 11: Korrelationen zwischen empfundenem Stresslevel und Primärparametern im Rahmen der Hauptfragestellung

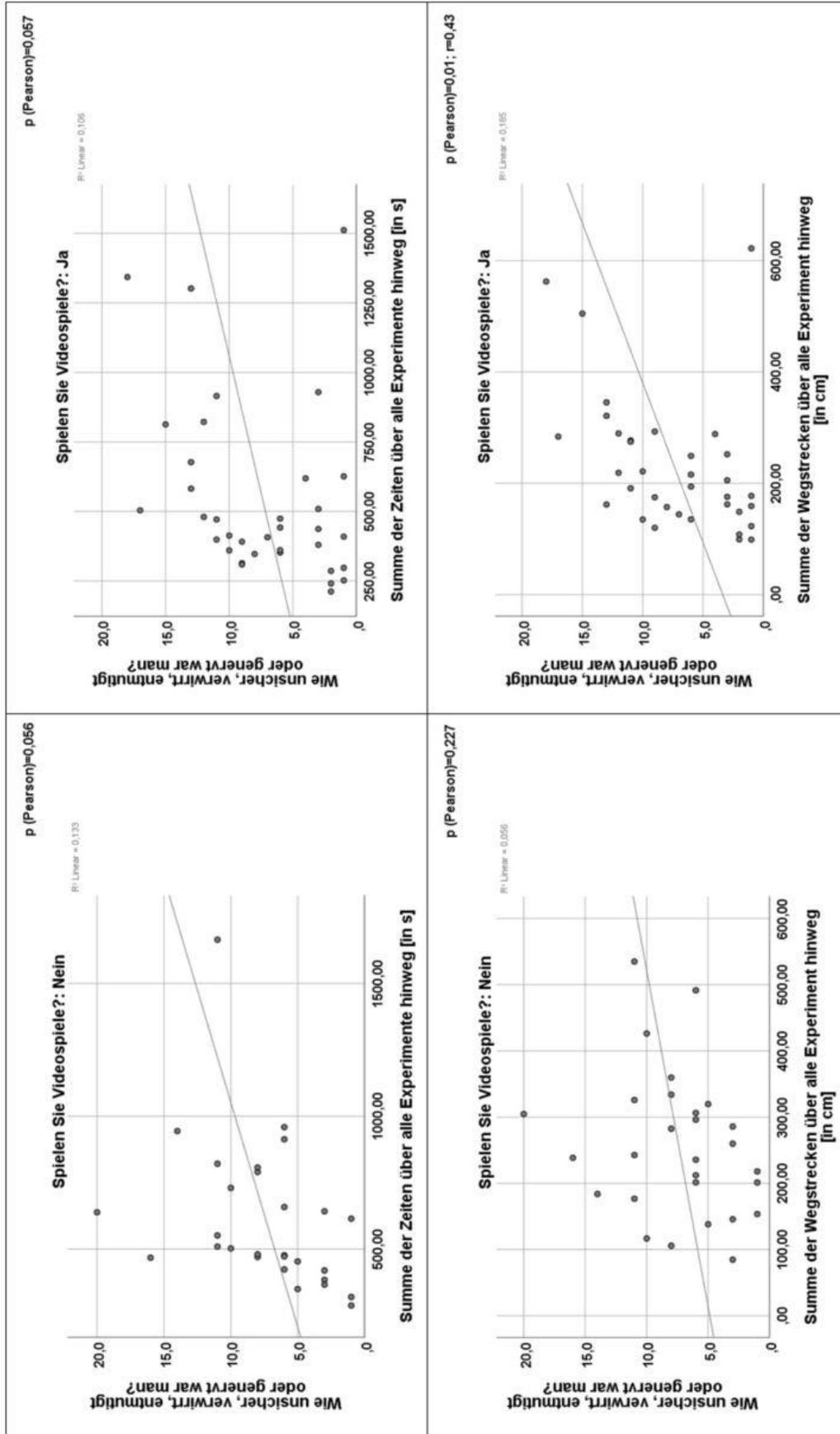
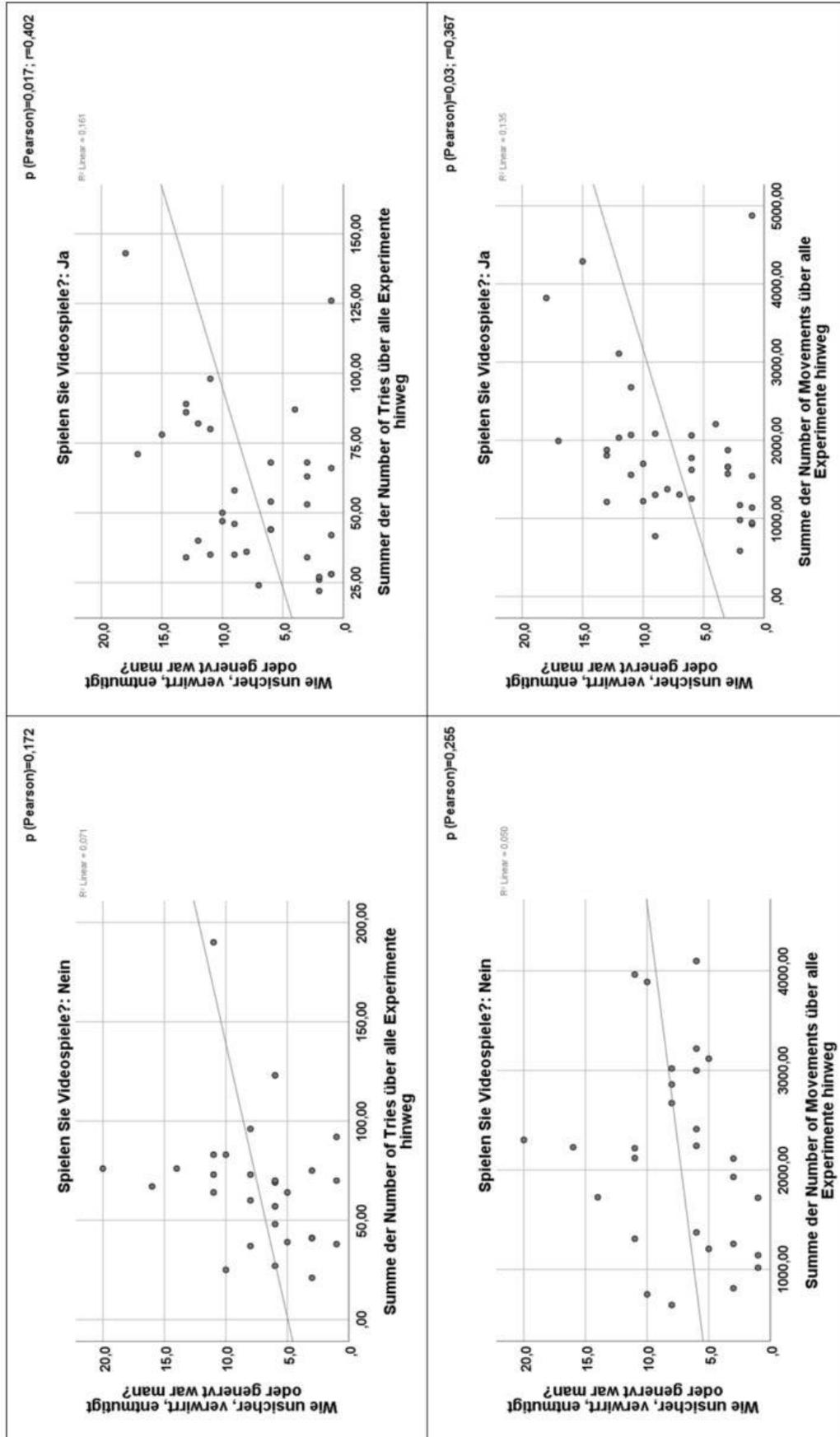


Abbildung 11 (Fortsetzung): Korrelationen zwischen empfundenem Stresslevel und Primärparametern im Rahmen der Hauptfragestellung



### **3.2. Nebenfragestellung: „Welches Genre wurde am häufigsten gespielt?“**

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wurden vier im Fragebogen gemachte Angaben miteinander nach dem Faktor „Genre“ verglichen:

- Angaben zu den vier am häufigsten gespielten Spieletiteln
- Angaben zu den in der Kindheit am häufigsten gespielten Genres
- Angaben zu den aktuell am häufigsten gespielten Genres
- Angaben dazu, ob wechselnde Genre-Interessen bestünden

Das Videospiel-Genre, das hierbei am meisten identifiziert wurde, floss danach in die Analysen ein. Mögliche Genre waren „Keins“, „Ego-Shooter/Fighting-Games“, „Strategie“, „Puzzle/Memory“, „(MMO-) RPG/Action“ und „Geschicklichkeit/Jump and Run“. Es wurden Unterschiede zwischen den Genres „Ego-Shooter/Fighting“ und „Strategie“ untersucht.

#### **3.2.1. Population**

An den Versuchen 1.1 und 1.2 (Vertebral-Katheter-Versuche) nahmen 29 Non-Gamer und 35 Gamer teil (n=64). An den Versuchen 2.1 und 2.2 (Sidewinder-Katheter-Versuche) nahmen 28 Non-Gamer und 35 Gamer teil (n=63). Sekundärparameter, die sich aus dem „NASA-TLX“ [71, 72] ableiteten, wurden von allen 64 Probanden beantwortet und ausgewertet. Aus der Gruppe der 35 Gamer wurden die für die Sekundärhypothese relevanten Daten der Spieler der Genres „Ego-Shooter/Fighting“ (n=12) und „Strategie“ (n=7) entnommen.

#### **3.2.2. Ergebnisse**

Im Vergleich der primären und sekundären Parameter zwischen den am häufigsten gespielten Genres Ego-Shootern/Fighting (nachfolgend als „E/F“) und Strategie wurden signifikante Ergebnisse ( $p \leq 0,05$ ) und Tendenzen ( $p < 0,09$ ) festgestellt. Diese Ergebnisse wurden als Boxplot und in Tabellen veranschaulicht. Nachfolgend im Text angegebene

Werte beziehen sich immer auf den Mittelwert mit zugehöriger Standardabweichung, sofern nicht anders beschrieben. In wurden deskriptive Werte (z.B. Mittelwert, Standardabweichung) aller in diesem Kapitel thematisierten Parameter mit den jeweils zugehörigen p-Werten dargestellt. Zur besseren Übersicht der beschriebenen Zusammenhänge wurden in Abbildung 12 Boxplots visualisiert.

Tabelle 6: Ergebnisse der statistischen Analyse der Nebenfragestellung

Parameter	Genre	N		Mittelwert	Std.- Abweichung	Median	Perzentile		Minimum	Maximum	p-Wert
		Gültig	Fehlend				25	75			
Versuch 1.1: Gesamtzeit [in s]	E/F	12	0	40,667	17,7883	35,500	30,000	51,500	18,0	80,0	0,02
	Strategie	7	0	81,429	40,6770	70,000	50,000	134,000	33,0	134,0	
Versuch 1.2: Gesamtzeit [in s]	E/F	12	0	102,167	37,3262	94,500	76,000	124,250	48,0	173,0	0,038
	Strategie	7	0	176,571	78,4386	150,000	113,000	234,000	77,0	308,0	
Versuch 2.1: Gesamtzeit [in s]	E/F	12	0	160,667	93,7175	160,000	76,000	219,000	30,0	372,0	0,022
	Strategie	7	0	305,886	143,1668	380,000	188,100	429,000	71,1	442,0	
Versuch 2.2: Gesamtzeit [in s]	E/F	12	0	79,000	49,8051	53,000	45,500	113,750	35,0	190,0	0,062
	Strategie	7	0	131,429	79,1220	98,000	76,000	151,000	63,0	294,0	
Versuch 2.1: Number of Tries	E/F	12	0	18,75	9,545	17,50	11,00	26,75	3	37	0,057
	Strategie	7	0	30,43	12,830	37,00	21,00	42,00	9	42	
Wie stark war das Gefühl, dass die Zeit rasch verging?	E/F	12	0	11,583	4,5619	13,000	9,250	14,750	1,0	18,0	0,056
	Strategie	7	0	15,429	2,6992	16,000	13,000	17,000	12,0	20,0	
Wie erfolgreich wird die eigene Leistung eingeschätzt?	E/F	12	0	12,167	2,9181	11,500	11,000	15,250	8,0	17,0	0,071
	Strategie	7	0	9,857	2,6726	10,000	7,000	11,000	6,0	14,0	

Siehe Tabelle 2 zur besseren Übersicht über die Zuordnung der verwendeten Materialien zu den einzelnen Versuchen. Nachfolgend sind signifikante ( $p < 0,05$ ) und tendenzielle Unterschiede ( $0,09 > p > 0,05$ ) beschrieben worden, die bereits in Tabelle 6 dargestellt wurden. Die Ergebnisse der Nebenfragestellung wurden als Boxplots in Abbildung 12 visualisiert.

Aufgabenstellungen des Versuchs 1.1 im Vergleich der Zeiten [in s] wurden durch die Ego-Shooter-Gruppe im Schnitt in  $40,67 \pm 17,79$  s und durch die Strategie-Gruppe in  $81,43 \pm 40,68$  s gelöst ( $p = 0,02$ ; KI 95%). Aufgabenstellungen des Versuchs 1.2 im Vergleich der Zeiten [in s] wurden durch die Ego-Shooter-Gruppe durchschnittlich in  $102,2 \pm 37,3$  s und durch die der Strategen in  $176,6 \pm 78,4$  s absolviert ( $p = 0,038$ ; KI 95%). Aufgabenstellungen des Versuchs 2.1 im Vergleich der Zeiten [in s] wurden durch die Ego-Shooter-Gruppe im Schnitt in  $160,7 \pm 93,7$  s und durch die Strategie-Gruppe in  $305,9 \pm 143,2$  s gelöst ( $p = 0,022$ ; KI 95%). Aufgabenstellung des Versuchs 2.2 wurden im Vergleich der Zeiten [in s] durch die Ego-Shooter-Gruppe in durchschnittlich  $79 \pm 49,8$  s und durch die der Strategen in  $63 \pm 79,1$  s gelöst ( $p = 0,057$ ; KI 95%). Probanden der E/F-Gruppe absolvierten die Versuche 1.1 bis 2.1 signifikant schneller als die Strategie-Gruppe.

Bis zur Bewältigung der Aufgabenstellung des Versuchs 2.1 benötigte die Ego-Shooter/Fighting-Gruppe  $18,8 \pm 9,6$  „Tries“, wohingegen die Strategen  $30,4 \pm 12,8$  „Tries“ benötigten ( $p = 0,062$ ; KI 95%).

Der Effekt der Gruppenzugehörigkeit auf den Sekundärparameter „Wie stark war das Gefühl, dass die Zeit schnell verging?“ [71, 72] bezog sich auf den gesamten Versuchstag und konnte mit 0 (=Zeit verging sehr langsam) bis 20 (=Zeit verging sehr schnell) angegeben werden. Dieser Parameter wurde aus dem „NASA-Task-Load-Index (NASA-TLX)“ entnommen [70-76, 89, 90]. Entsprechend wird deutlich, dass das Verstreichen der Zeit durch die Ego-Shooter/Fighting-Gruppe mitdurchschnittlich  $11,6 \pm 4,6$  und durch

die Strategie-Gruppe mit  $15,43 \pm 2,7$  angegeben wurde ( $p=0,056$ ; KI 95%).

Der Effekt der Gruppenzugehörigkeit auf den Sekundärparameter „Wie erfolgreich wird die eigene Leistung eingeschätzt?“ [71, 72] bezog sich auf den gesamten Versuchstag und konnte mit 0 (=kein Erfolg) bis 20 (=Perfekt) angegeben werden. Dieser Parameter wurde aus dem „NASA-Task-Load-Index (NASA-TLX)“ [71, 72] entnommen [70-76, 89, 90]. Entsprechend wird deutlich, dass die erbrachte Leistung durch die Ego-Shooter/Fighting-Gamer-Gruppe im Schnitt mit  $12,2 \pm 2,92$  und durch die der Strategen mit  $9,9 \pm 2,7$  angegeben wurde ( $p=0,071$ ; KI 95%).

Abbildung 12: Boxplots der Analyse der Nebenfragestellung

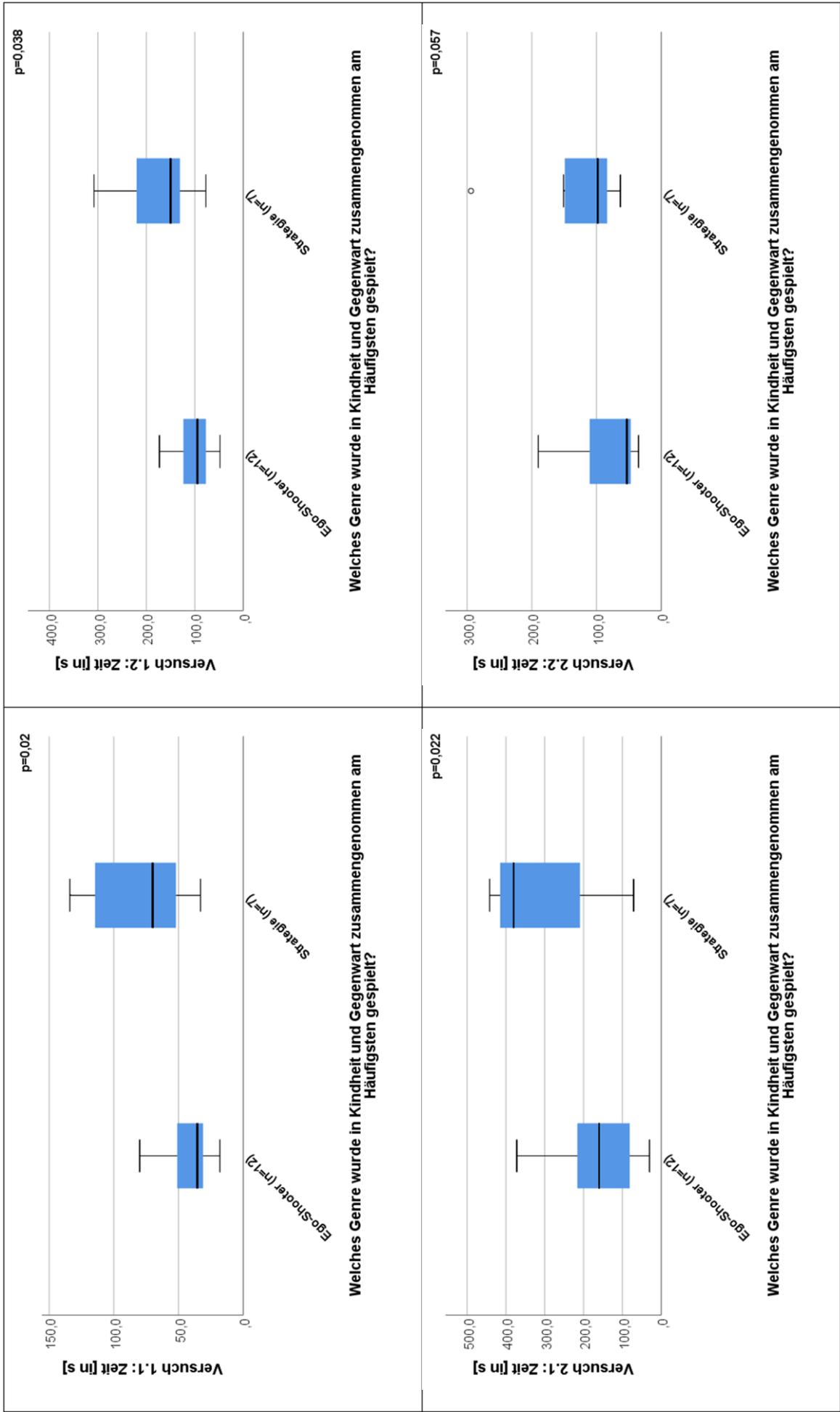
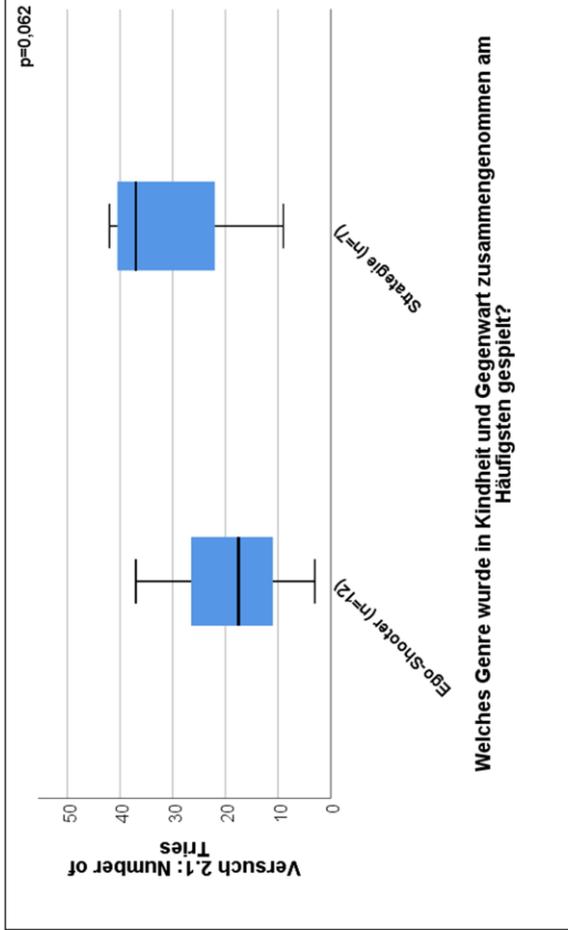
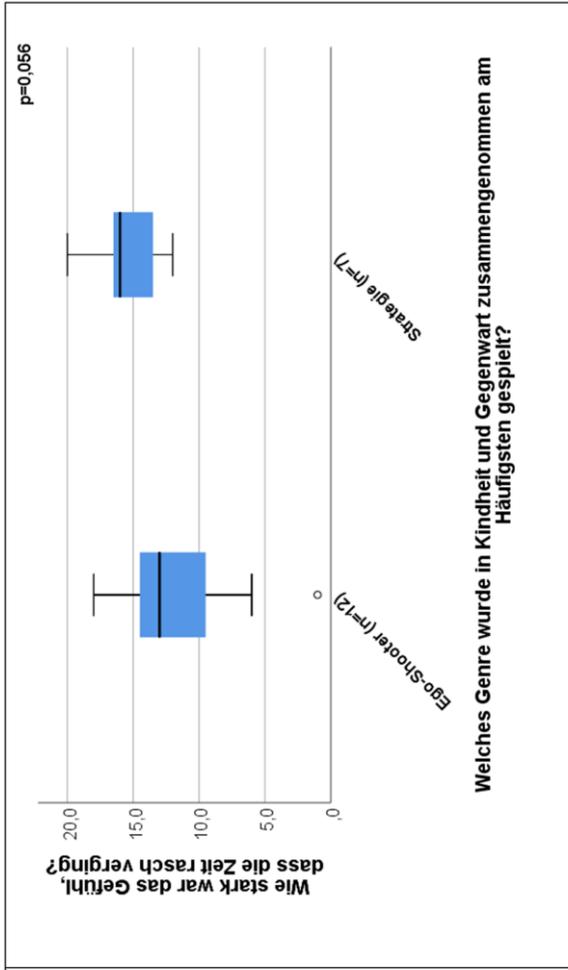


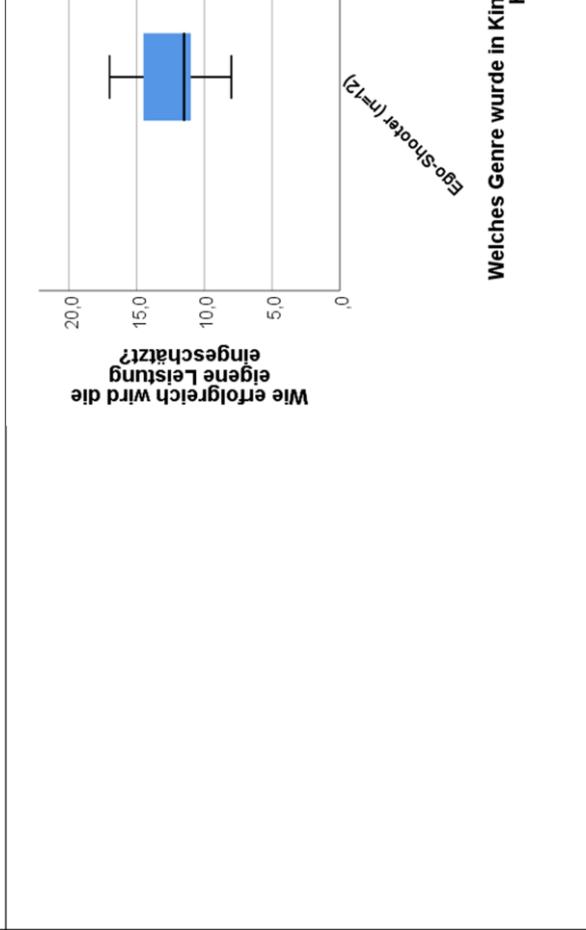
Abbildung 12 (Fortsetzung): Boxplots der Analyse der Nebenfragestellung



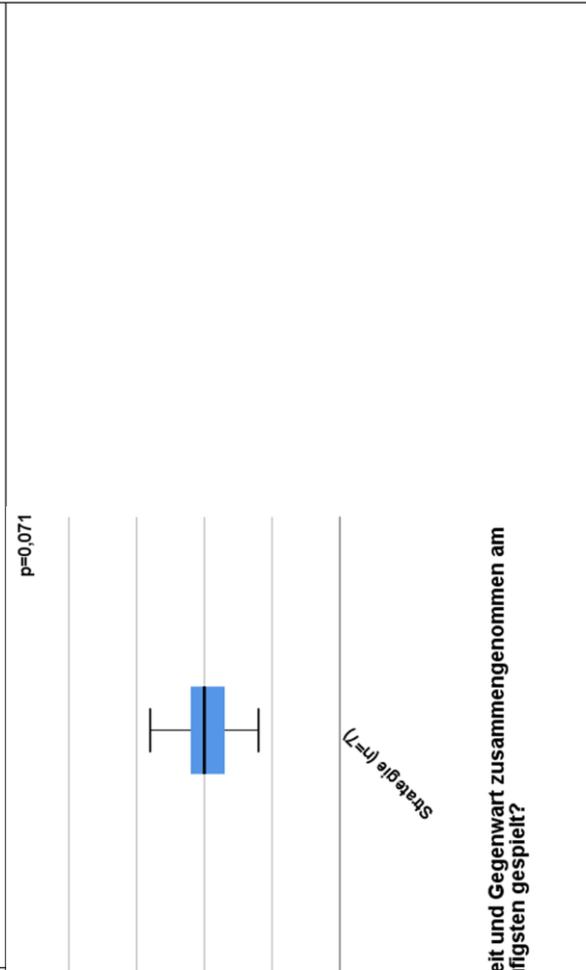
Welches Genre wurde in Kindheit und Gegenwart zusammengekommen am Häufigsten gespielt?



Welches Genre wurde in Kindheit und Gegenwart zusammengekommen am Häufigsten gespielt?



Welches Genre wurde in Kindheit und Gegenwart zusammengekommen am Häufigsten gespielt?



Gemäß des „ersten Schritts der Mediationsanalyse“ [84] nach Baron und Kenny (1986) wurden Effekte der ursprünglich unabhängigen Variablen (oder: „U-UV“) auf abhängige Variablen (oder „AV“) nachgewiesen. Der „zweite Schritt“ [84] erforderte die Untersuchung der Korrelationen zwischen der U-UV und möglicher Mediatoren [82-84]. Dieser Schritt ist in Tabelle 7 dargestellt. Lediglich die Kategorie „Beruf“ schien einen möglichen Mediatoreffekt auf zuvor untersuchte, signifikante Zusammenhänge haben zu können ( $p=0,004$ ; KI 95%). Der Beruf wurde in Kategorien zusammengefasst: medizinisch, ingenieurwissenschaftlich/Handwerk, administrativ/IT und anderes. In Abbildung 13 wurde dies in Abhängigkeit der Variable „Welches Genre wurde in Kindheit und Gegenwart zusammengenommen am häufigsten gespielt?“ visualisiert.

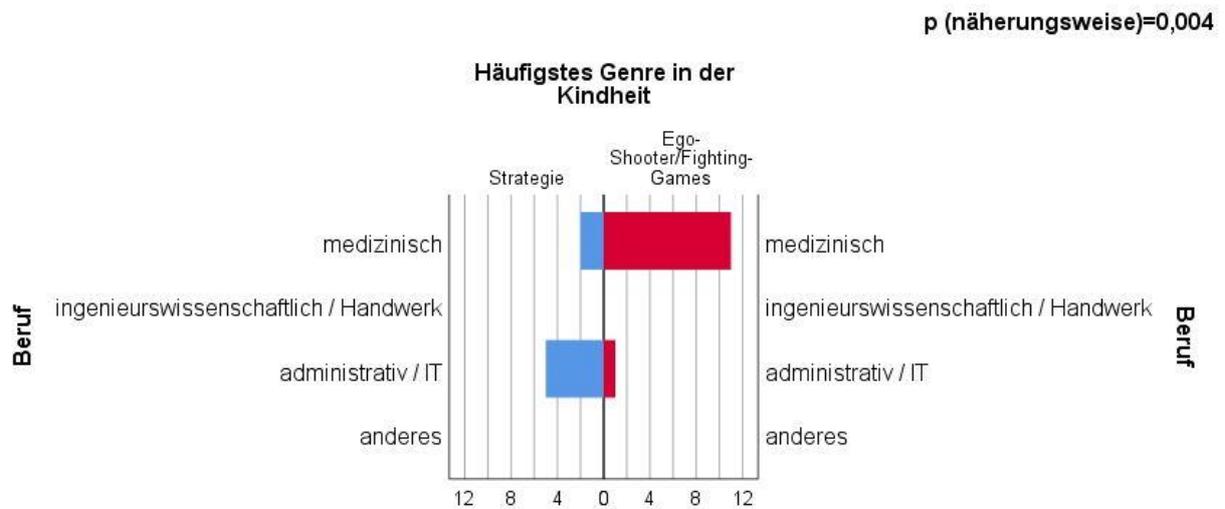
**Tabelle 7: Subgruppenanalyse der Nebenfragestellung**

Gruppen	Subgruppen	Häufigstes Genre		Gesamt	p-Wert
		E/F	Strategie		
Genre in Kindheit und Gegenwart	Gesamt	12	7	19	1,000
Geschlecht	männlich	11	5	16	0,268
	weiblich	1	2	3	
Alter	20-30	7	4	11	0,707
	31-40	4	3	7	
	41-50	1	0	1	
Händigkeit	rechts	12	7	19	k.A.
Beruf	medizinisch	11	2	13	<b>0,004</b>
	Admin. / IT	1	5	6	
Erfahrung im Umgang mit Kathetern	nein	12	7	19	k.A.
Erfahrung im Analysieren von	nein	7	5	12	0,692
	<3 Jahre	4	2	6	

Tabelle 7: Subgruppenanalyse der Nebenfragestellung

Gruppen	Subgruppen	Häufigstes Genre		Gesamt	p-Wert
		E/F	Strategie		
Angiographien	>6 Jahre	1	0	1	
Wöchentliche Arbeitszeit	<10 Stunden	0	1	1	0,290
	10-20 Stunden	2	0	2	
	31-40 Stunden	3	4	7	
	41-50 Stunden	3	1	4	
	>50 Stunden	4	1	5	
Erneuter Versuch erwünscht	nein	1	0	1	0,433
	ja	11	7	18	
Werden Instrumente gespielt	nein	5	3	8	0,960
	ja	7	4	11	
Wird Sport getrieben	ja	12	7	19	k.A.
Integration von Bewegung im Alltag	weniger als die Hälfte aller Gelegenheiten	2	1	3	0,449
	mehr als die Hälfte aller Gelegenheiten	2	3	5	
	sehr oft / ständig	8	3	11	

Abbildung 13: Analyse der Korrelation zwischen Genre und Beruf

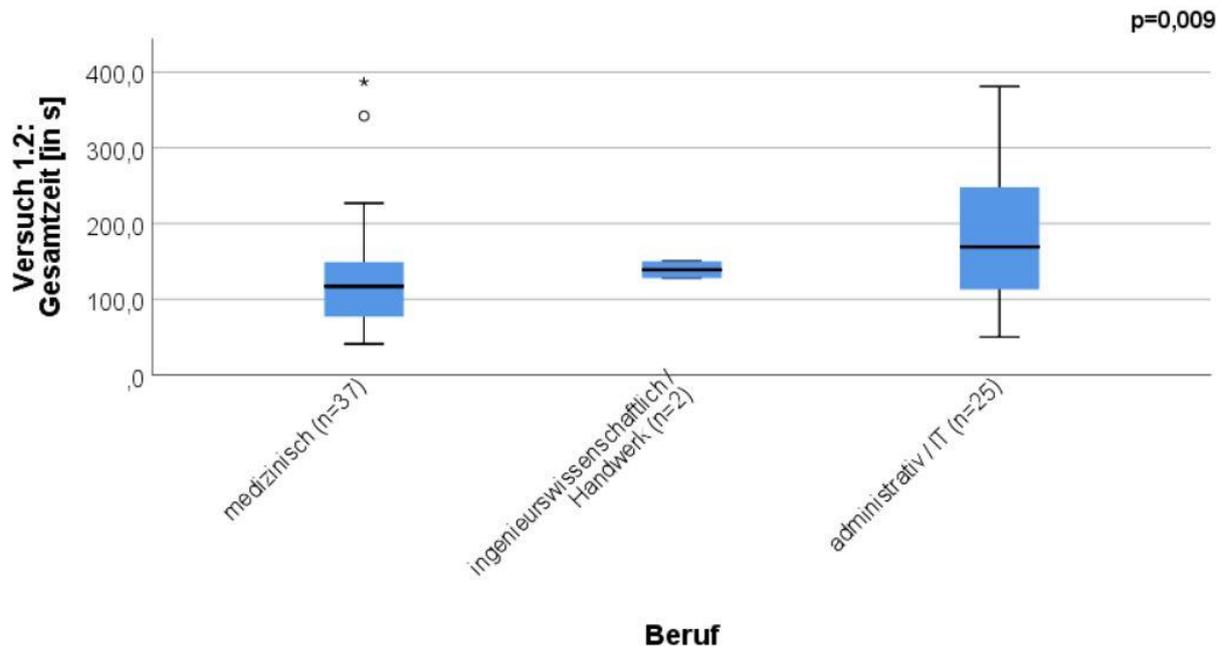


Gemäß des „dritten Schritts der Mediationsanalyse“ [84] nach Baron und Kenny (1986) waren in anschließenden Analysen mögliche Effekte der unabhängigen Variablen „Beruf“ auf primäre und sekundäre Parameter zu überprüfen. In nachfolgenden Kruskal-Wallis-Tests wurde ein signifikanter Effekt von „Beruf“ auf den Parameter „Zeit“ im Versuch 1.2 festgestellt: „Beruf“ korrelierte signifikant mit dem schnelleren Abschluss der Aufgaben ( $p=0,009$ ; KI 95%). Eine Mediationsanalyse mit dem „PROCESS-Makro Version 3.5 für SPSS“ [88] von Hayes (2018) zeigte, dass die unabhängige Variable „Genre“ die abhängige Variable „Beruf“ signifikant vorhersagen konnte ( $p=0,049$ ;  $B=0,102$ ) [82-84, 91]. Die Variable „Beruf“ konnte weiterhin die abhängige Variable „Zeit“ für den Versuch 1.2 signifikant vorhersagen ( $p=0,0059$ ;  $B=29,53$ ) [82-84, 91]. Nach Korrektur konnte „Genre“ die gemessene „Zeit“ im Versuch 1.2 nicht mehr signifikant vorhersagen ( $p=0,9348$ ;  $B=0,3503$ ) [82-84, 91]. Der Effekt wurde vollständig durch die Variable „Beruf“ mediiert [82-84, 88, 91].

Zur Subgruppenanalyse des Mediators „Beruf“ wurden Kruskal-Wallis-Tests durchgeführt (siehe Abbildung 14). Es wurden innerhalb der Gruppe signifikante Unterschiede gefunden ( $p=0,009$ ; KI 95%). In nachfolgenden, paarweisen Vergleichen korrelierte die Gruppe „medizinisch“ signifikant mit der Zeit, die für Versuch 1.2 benötigt

wurde. Im Durchschnitt betrug sie für die Gruppe „medizinisch“  $124,2 \pm 71,7$  s, „ingenieurwissenschaftlich/Handwerk“  $139 \pm 15,6$  s und „administrativ/IT“  $183,9 \pm 86,9$  s ( $p=0,007$ ; KI 95%).

Abbildung 14: Subgruppenanalyse des Mediators „Beruf“ der Nebenfragestellung



Die anderen, abhängigen Variablen korrelierten nicht mit der Variablen „Genre“, sodass diese als mögliche Mediatoren ausgeschlossen werden konnten (siehe Tabelle 7) [82-84].

Im Folgenden wurden Beziehungen zwischen den Sekundärparametern „selbst eingeschätzte Leistung“, „empfundene Schwierigkeit der Versuche“ und „empfundenes Stress- und Frustrationslevel“ mit den Primärparametern in Abhängigkeit der jeweiligen Genre-Zugehörigkeit dargestellt (siehe bis ). Links wurden jeweils immer die Ergebnisse des Genres „Ego-Shooter/Fighting“ (n=12) und rechts die der „Strategie“-Gruppe (n=7) abgebildet.

In Abbildung 15 wurden die Korrelationen zwischen dem im Modell durch den Katheter zurückgelegten Weg und den selbst eingeschätzten Sekundärparametern dargestellt. Bei Ego-

Shooter/Fighting-Games-Spielern korrelierte scheinbar die „Wegstrecke“ mit den jeweiligen Parametern „Schweregrad der Aufgaben“ ( $p=0,078$ ), „eingeschätzte Leistung“ ( $p=0,081$ ) und dem Stress- bzw. Frustrationslevel ( $p=0,076$ ). Für Strategie-Spieler wurden diesbezüglich keine signifikanten Zusammenhänge beobachtet.

In Abbildung 16 wurden die Korrelationen zwischen den bis zur Lösung der Aufgabenstellungen mit Kathetern benötigten Passageversuchen an Gefäß-Abzweigungen („Number of Tries“ oder „Tries“) und den Primärparametern dargestellt. Für Strategie-Spieler existierten scheinbar signifikante und stark positive Korrelationen zwischen den „Tries“ und dem empfundenen Stress- bzw. Frustrationslevel ( $p=0,034$ ;  $r=0,793$ ). Weiterhin war eine Korrelation zwischen den „Tries“ und dem empfundenen Schweregrad der Aufgaben zu vermuten ( $p=0,077$ ). Für Ego-Shooter/Fighting-Games-Spieler wurden diesbezüglich keine signifikanten Zusammenhänge beobachtet. Je mehr „Tries“ die Strategie-Gruppe in den Versuchen hatte, umso höher war das Stressniveau.

In Abbildung 17 wurden die Korrelationen zwischen den bis zur Lösung der Aufgabenstellungen mit Kathetern insgesamt im Modell gemachten Bewegungen („Number of Movements“ oder „Movements“) und den Primärparametern dargestellt. Für Ego-Shooter/Fighting-Games-Spieler war eine Korrelation zwischen den „Movements“ und dem empfundenen Schweregrad der Aufgaben zu vermuten ( $p=0,057$ ). Für Strategie-Spieler wurden diesbezüglich keine signifikanten Zusammenhänge beobachtet.

Abbildung 15: Korrelationen zwischen Wegstrecke und Sekundärparametern im Genre-Vergleich

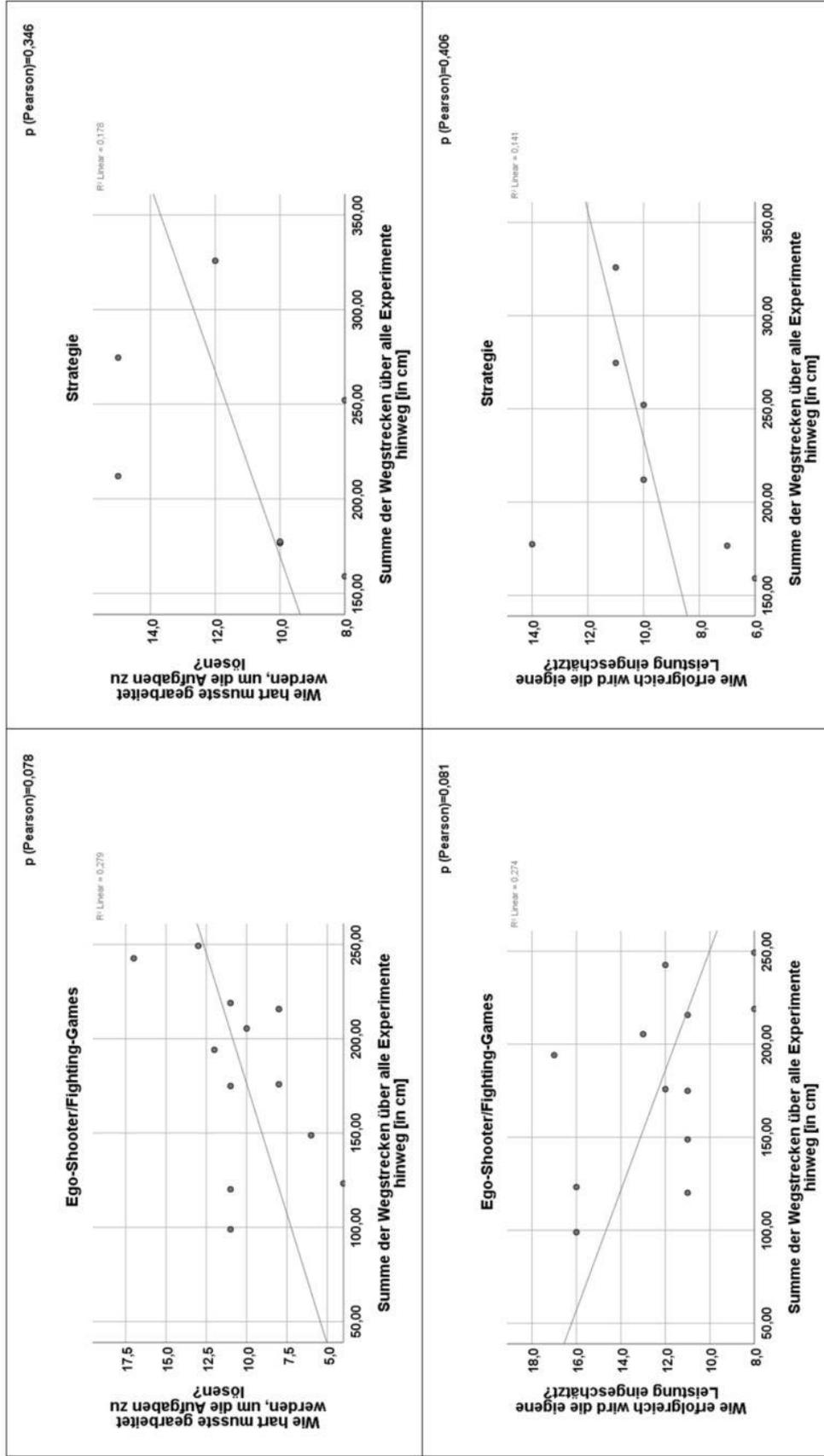


Abbildung 15 (Fortsetzung): Korrelationen zwischen Wegstrecke und Sekundärparametern im Genre-Vergleich

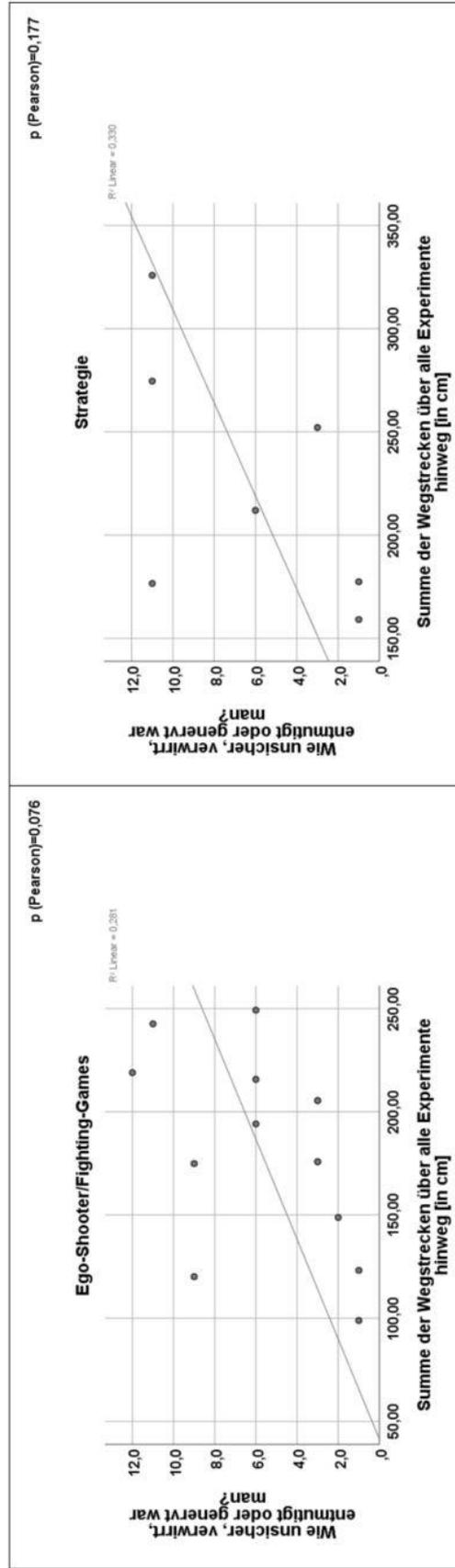


Abbildung 16: Korrelationen zwischen der Anzahl der „Tries“ und Sekundärparametern im Genre-Vergleich

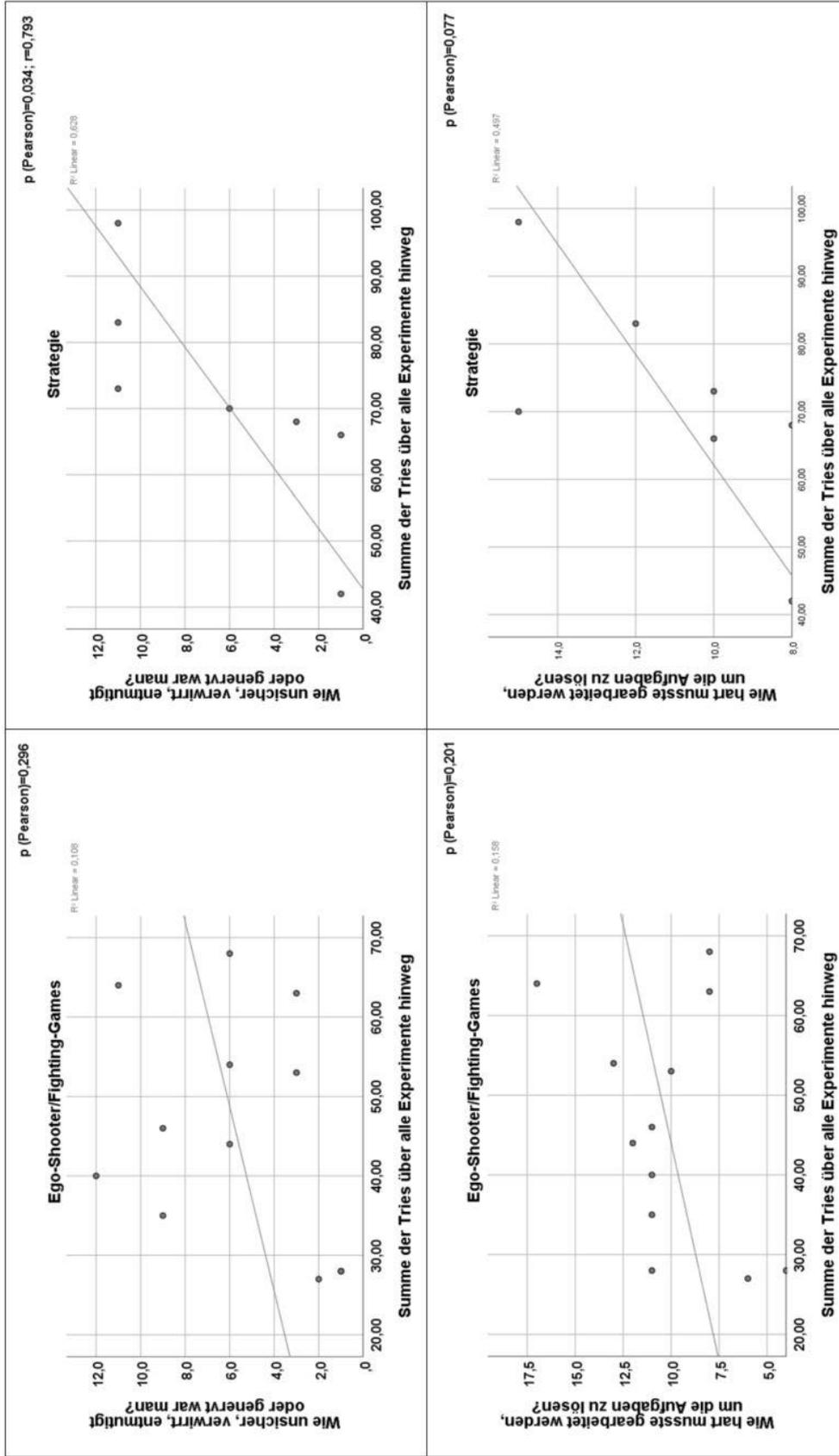
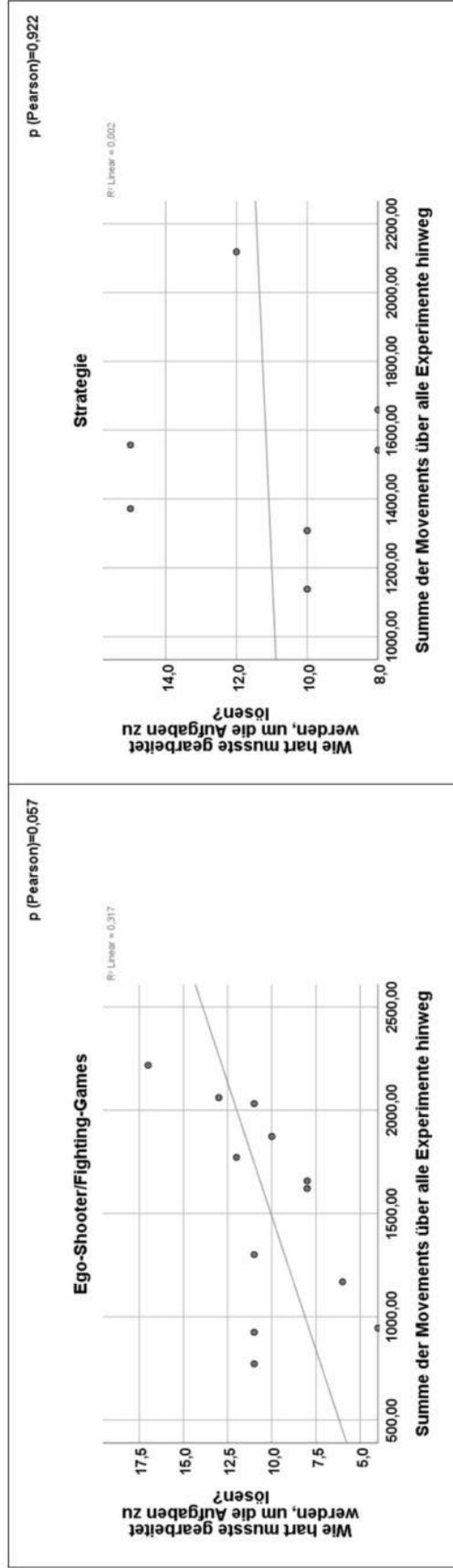


Abbildung 17: Korrelationen zwischen der Anzahl der „Movements“ und Sekundärparametern im Genre-Vergleich



## 4. Diskussion

Videospielen hat laut vorangegangener Untersuchungen scheinbar Effekte auf Kognition, Motorik und Psyche des Menschen. In der Vergangenheit wurden Effekte beobachtet, die man zur Verbesserung der Ausbildungsqualität medizinischen Personals nutzen könnte. Ziel dieser Arbeit war es, mögliche Effekte von Videospiegelverhalten auf die Geschicklichkeit beim Erlernen neuroradiologischer Interventionen aufzudecken. Hierzu wurden in der Hauptfragestellung Studienteilnehmer lediglich darin unterschieden, ob sie jemals in irgendeiner Form Videogames gespielt haben (siehe Kapitel 3.1). Die Nebenfragestellung befasste sich mit Unterschieden in den Genres: Ego-Shooter/Fighting und Strategie (siehe Kapitel 3.2).

Ausgangspunkt für die Datenerhebung war, dass nach einer standardisierten Vorbereitungsphase neurointerventionell unerfahrene Probanden in einem Gefäß-Modell unter Nutzung neurointerventioneller Kathetersysteme vier Aufgaben lösen sollten. Zwei Aufgaben unter Verwendung von Diagnostikkathetern und zwei mit Mikrokathetern (siehe Abbildung 3).

Für die Analysen wurden die Probanden danach aufgeteilt, ob diese in der Vergangenheit in irgendeiner Art und Weise bereits Videospiele gespielt hatten oder nicht. Die Aufteilung erfolgte lediglich dichotom über die im Fragebogen beantwortete Frage „Spielen Sie Videospiele?“, zunächst ohne weitere Spezifikation der individuellen Erfahrungen. Die Analysen wurden einerseits in sog. „Summenanalyse“ und andererseits in „Einzelanalysen“ unterteilt. Für „Summenanalysen“ wurden Parameter der beiden Diagnostik- oder Mikrokatheter-Versuche zusammengefasst. „Einzelanalysen“ untersuchten jede der vier gestellten Aufgaben für sich.

In den Summenanalysen der Diagnostikkatheter-Versuche (Versuche 1.1 und 2.1) war zu beobachten, dass Gamer die gestellten Aufgaben scheinbar schneller lösten und weniger Versuche (= „Tries“) für deren Bewältigung benötigten als Non-Gamer. Einzelanalysen sollten die Faktoren aufdecken, die maßgeblich an den beobachteten Unterschieden beteiligt gewesen sein könnten. Weiterhin waren Gamer im Versuch mit dem etwas komplizierter zu benutzenden Sidewinder-Katheter schneller und hatten im Vertebralis-Katheter-Versuch weniger Wegstrecke zum Erreichen des Ziels benötigt als die Non-Gamer. Darüber hinaus forderten Gamer

signifikant seltener Hilfestellungen in den ersten beiden Versuchen (1.1 und 1.2) ein als andere Teilnehmer. Gamer empfanden das Verstreichen der Zeit als schneller als solche Probanden, die noch nie Videospiele gespielt hatten.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Gamer-Gruppe durch eine einmalige, standardisierte Vorbereitung bereits besser dazu in der Lage war, gelernte Informationen umzusetzen als die Non-Gamer-Gruppe. Es würde weiterhin darauf hinweisen, dass Videogaming im Allgemeinen, unabhängig von der in der Vergangenheit ausgeübten Intensität oder Genrezugehörigkeit der Spiele, bereits einen positiven Einfluss auf das Erlernen neurointerventioneller Techniken haben könnte. Zu diesem Schluss kam bereits die Katheter-Studie von Alsafi et. al (2017), in der Menschen, die angaben, über zehn Stunden pro Woche Videospiele zu spielen signifikant weniger Zeit zum Erreichen der Nierenarterie benötigten als solche, die gar nicht spielten (9,1s vs. 10,2s;  $p=0,023$ ) [63]. Zudem kamen Studien zu dem Ergebnis, dass das gespielte Genre, z.B. Action-Videogames (AVG), und die Intensität des Spielens einen Einfluss auf die individuelle, kognitiv-motorische Entwicklung haben könnte [29-34]. In der Studie „*The neurophysiological profile of professional action video game players*“ von Benoit et al. aus dem Jahre 2020 wurden professionelle Action-Videogames-Spieler mit nicht-professionellen AVG-Spielern hinsichtlich kognitiv-motorischer Unterschiede miteinander verglichen [33]. Es konnten beispielsweise positive Einflüsse auf die räumliche und Bewegungswahrnehmung der Profi-Spieler festgestellt werden, die vor Durchführung jener Studie bereits von anderen Autoren beschrieben wurden [29-33]. Diese Ergebnisse wurden durch Benoit et al. (2020) als Hinweis gedeutet, dass durch (Action-) Videogaming der sog. „dorsale Pfad“, der in die räumliche und Bewegungswahrnehmung involviert ist und vom Striatum aus über den okzipitoparietalen Kortex in den Parietallappen projiziert, vermehrt genutzt würde [33, 92-94]. Hinweise auf das Vorhandensein einer derartigen, multisynaptischen Verbindung wurden bereits durch fMRT-Studien gefunden, wie z.B. durch Koshino et al. (2005) [95]. In Bezug auf die Planung von Versuchsdurchführungen konnten in der Studie von Benoit et al. (2020) scheinbar keine Unterschiede zwischen Profi- und Alltags-Spielern festgestellt werden, was ebenso in anderen Studien beobachtet wurde [32]. Dies würde sich mit den vorliegenden Ergebnissen decken. Videogaming, gleich welcher Intensität oder Genrezugehörigkeit, könnte demnach einen positiven Einfluss auf die Adaptionfähigkeit von im Video gelernten

Bewegungsmustern und Manövern auf Menschen ausüben. In den Summenanalysen der Primärparameter unterschieden sich die benötigte Zeit ( $p=0,059$ ) und die Anzahl der Versuche bis zur Passage von Gefäßabzweigungen (= „Number of Tries“) zwischen den Gruppen in den Diagnostik-Katheter-Versuchen nicht signifikant, jedoch deutlich ( $p=0,06$ ). Die Anzahl der von Gamern benötigten Versuche wurde Gefäßabzweigungen im Modell zu passieren (= „Number of Tries“ oder „Tries“) unterschied sich in beiden Diagnostik-Katheter-Versuchen jeweils tendenziell bis signifikant von denen der Non-Gamer. Gamer benötigten in Versuch 1.1 etwa 23% ( $p=0,035$ ) bzw. in Versuch 2.1 27,5% ( $p=0,081$ ) weniger „Tries“, um Gefäß-Abzweigungen zu passieren als Non-Gamer (siehe c-e). Tendenzuell bessere Werte hatten die Gamer im Vergleich ebenso für die zurückgelegte Wegstrecke (Versuch 1.1), die Gesamtzeit über beide Diagnostik-Katheter-Versuche und die Zeit in Versuch 2.1, was aus a, b und f hervorgeht. Sie benötigten im Schnitt 18,5% ( $p=0,085$ ) weniger Weg, um 17,2% ( $p=0,059$ ) weniger Zeit in beiden Diagnostik-Katheter-Versuchen zusammengenommen und 18,9% ( $p=0,079$ ) weniger Zeit allein für Versuch 2.1.

Weiterhin war auffällig, dass Gamer signifikant weniger Hilfestellungen im Vertebralis-Katheter-Versuch (1.1 und 1.2) benötigt hatten als Non-Gamer, was auf eine raschere Adaption von Bewegungsmustern schließen lassen könnte. (siehe g) Gamer benötigten durchschnittlich 63,6% ( $p=0,029$ ) weniger Hilfen durch anwesendes Studienpersonal als Non-Gamer.

Mediationsanalysen sollten dazu dienen Effekte aufzudecken, die möglicherweise andere Eigenschaften (z.B. Beruf) auf die von uns beobachteten Ergebnisse der Primärhypothese gehabt haben könnten. Mediatoreffekte konnten jedoch bzgl. der Primärparameter ausgeschlossen werden (vgl. Kapitel 3.1).

Weiterhin wurde im Rahmen der Analyse der Hauptfragestellung die real erbrachte Leistung (z.B. die „Zeit“ oder „Number of Tries“) mit der Selbsteinschätzung der Probanden verglichen. In diese Untersuchungen wurden die Parameter „eingeschätzte Leistung“, „Stressniveau“ und „empfundene Schwierigkeit der Aufgaben“ eingeschlossen, die dem „NASA-Task-Load-Index (NASA-TLX)“ [71, 72] von 1986 entnommen worden waren. Dieser wurde von der NASA entwickelt, um subjektives Erleben in bestimmten Situationen nachvollziehen zu können [71, 72]. 1986 wurde von ihr ein entsprechendes Handbuch veröffentlicht [71, 72]. Seitdem

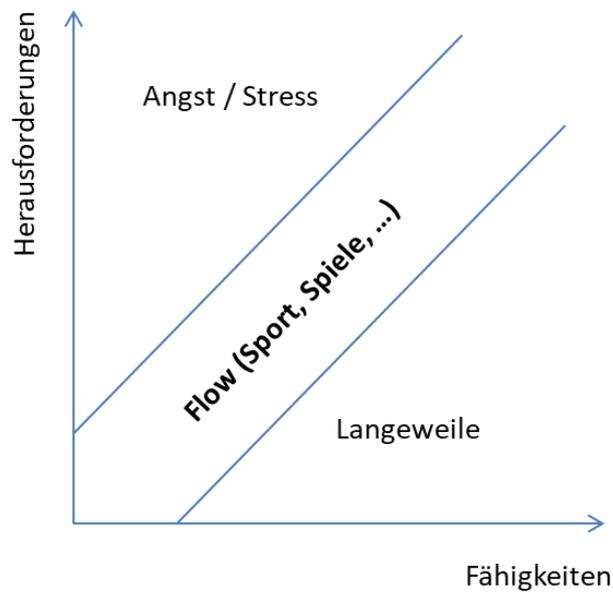
wurde dieser Index jedoch auch in anderen Studien genutzt [70, 73-79, 89]. Darunter Studien bzgl. der Erfassung von Ausbildungsfortschritten in der Anästhesie und Intensivmedizin [75, 89], Chirurgie [73, 74, 78, 79] und Neurochirurgie [96]. Es fanden sich signifikante Korrelationen zwischen der Leistungseinschätzung und der real erbrachten Leistung (z.B. Zeit) für die Non-Gamer-Gruppe. Diese konnten ihre real erbrachte Leistung, anders als die Gamer, signifikant besser einschätzen (siehe Abbildung 9 bis Abbildung 11): schnellere Versuchsdurchführung mit weniger benötigten „Tries“ korrelierte hierbei mit einer besseren Selbsteinschätzung. In den folgenden Untersuchungen bzgl. der psychischen Selbstreflexion wurden die Parameter „Stressniveau“ und „empfundene Schwierigkeit der Aufgaben“ auf Zusammenhänge mit der tatsächlichen Leistung geprüft. Es konnten keine signifikanten Korrelationen mit den real erbrachten Leistungen für die Non-Gamer-Gruppe gefunden werden. Gamer zeigten hierbei wiederum signifikante Zusammenhänge zwischen psychischer Selbstreflexion und real erbrachten Leistungen (siehe Abbildung 9 bis Abbildung 11). Die angegebenen Stress- oder Belastungsniveaus korrelierten moderat bis stark positiv mit den Primärparametern. Mittelwerte vergleichende Tests zwischen den Gruppen waren für diese Sekundärparameter jedoch nicht signifikant. Somit hatten sich weder Gamer noch Non-Gamer generell gestresster, leistungsfähiger oder durch die Versuche belasteter gefühlt als die jeweils andere Gruppe. Es ist zu vermuten, dass die Gamer ihre erbrachte Leistung im Sinne eines emotionalen Biofeedbacks eingeschätzt hatten: schlechtere, reale Leistungen wurden mit einer größeren Arbeitsbelastung und einem höheren Stress- und Frustrationsniveau durch die Gamer im Fragebogen angegeben.

Diese Ergebnisse zeigen einerseits, dass es keine Unterschiede in Mittelwertvergleichen der reinen Leistungseinschätzung oder den Parametern der psychischen Selbstreflexion zwischen beiden Gruppen geben könnte: Gamer schätzten im Schnitt beispielsweise ihr Leistungs- und Stressniveau nicht anders ein als Non-Gamer. Andererseits könnten die Korrelationen zwischen psychischer Selbstreflexion und den Primärparametern darauf hinweisen, dass die Gamer-Gruppe besser in der Lage war die eigene, psychisch-emotionale Situation einschätzen zu können als Non-Gamer. Diese Überlegung könnte hinweisend dafür sein, dass Resilienz gegen psychische Erkrankungen durch Videospiele positiv beeinflusst werden könnte [97-99]. Die Arbeit „*Stress exposure training*“ von Driskell

et al. (1998) beschrieb bereits positive Zusammenhänge zwischen Resilienzentwicklung bei steigenden Anforderungen in computerbasierten Trainingseinheiten [100]. Dieses Konzept sei laut Tichon et al. (2017) durchaus auch auf Auswirkungen von Videospiele auf Spieler übertragbar [98, 101]. Seit Jahren schon würden Computersimulationen zur Vorbereitung z.B. militärischen, aber auch luftfahrenden Personals auf Situationen hohen Stresslevels eingesetzt [101, 102]. Analysen der Auswirkungen dieses Trainings legten nahe, dass emotional hoch beanspruchende Simulationen mit besseren Lernergebnissen zusammenhängen [101, 103]. Laut Tichon et al. (2017) könnte dies darauf hinweisen, dass Emotionen ein Mechanismus sein könnten, wie computerbasierte Trainings auf Resilienzentwicklung einwirken würden [98]. Ergänzend dazu sei zu erwähnen, dass in anderen Studien bereits Einflüsse von Videospiele auf die Entwicklung psychischer Gesundheit und Emotionsregulation beschrieben wurden [99, 104, 105]. Im Rahmen des Reviews *„Role of video games in improving health-related outcomes: a systematic review“* von Primack et al. aus dem Jahre 2012 wurden 38 Studien miteinander hinsichtlich des Einflusses von Videogaming auf psychotherapeutischen Therapieerfolg verglichen [36]. Hierbei konnte eine positive Korrelation zwischen Videogaming und klinischem Outcome identifiziert werden [36]. Die Studie *„Video games for well-being: A systematic review on the application of computer games for cognitive and emotional training in the adult population“* von Pallavicini et al. (2018) legte die Überlegung nahe, dass regelmäßiges Videospiele einen positiven Effekt auf emotionale und kognitive Fähigkeiten der Spieler haben könnte [35]. Die Studie *„Video games as a complementary therapy tool in mental disorders: PlayMancer, a European multicentre study“* von Fernández-Aranda et al. (2012) gab Grund zur Annahme, dass Videospiele positive Einflüsse auf die Selbstkontrolle, wie z.B. „Problem-Lösungsstrategien“ [106], oder auch auf „emotionales Erleben“ [107] von Menschen haben könnten [108]. Beispielsweise wurde beobachtet, dass Puzzle-Videospiele scheinbar einen positiven Einfluss auf Angsterleben und Stimmung von Menschen hatte [109, 110]. Dies wurde bereits in anderen Studien für z.B. Schizophrenie [111], Essstörungen [112, 113], ADHS [114, 115] und Angststörungen [116] weitergehend untersucht und in Pilot-Studien vorläufig belegt. Im Buch *„Serious Games für die Gesundheit“* gibt der Autor einen Überblick über für den Gesundheitssektor relevante, präventive und rehabilitative Möglichkeiten und Gefahren des Videospieles [117]. Ein anderer Erklärungsansatz der beobachteten

Ergebnisse bzgl. Selbstreflexion wäre, dass Gamer möglicherweise schneller in eine Art „emotio-kognitiven“ Gleichgewichtszustand eintreten könnten als Non-Gamer. Die „Flow Theorie“ [118] nach Csikszentmihalyi von 1975 beschrieb einen Zustand höchster Konzentration in dem man keine körperlichen Erschöpfungserscheinungen verspüre [118]. Dies beschrieben sie, nachdem sie einen Künstler, ganz in seiner Arbeit vertieft und scheinbar alles um sich herum vergessend, beobachtet hatten [118]. Der „Flow“ sei „ein Zustand größter Leistungsfähigkeit“ [118-123]. Im „Flow“ selbst sei der Mensch sehr fokussiert und arbeite hoch konzentriert an der vor ihm liegenden Aufgabe, ohne dass in- oder extrinsische, potentielle Störfaktoren durch diesen bemerkt würden (z.B. „Verlust des Zeitgefühls, fehlende Erschöpfung“ [123] lt. der Seiten 195ff, des Buchs „*Flow theory and research*“). Seitdem wurde diese Theorie in Studien geprüft und erweitert [118-122]. Beispielsweise wurden sportliche Events oder Spiele als sog. „Flow-Events“ beschrieben [118, 121]. Hierbei stellten rückmeldende Elemente (z.B. Punktestand) einen wichtigen Faktor dar, um ein „Flow Event“ wahrscheinlicher werden zu lassen [118, 119, 121]. Jedoch wurde weiterhin beschrieben, dass der „Eintritt in den Flow“ subjektiven Voraussetzungen unterworfen sei, z.B. ob man die gegebene Aufgabe als Herausforderung annehmen wollen würde oder nicht [118, 119, 121, 122]. Abbildung 18 zeigt das ursprüngliche Theorie-Konzept. Der Grad bzw. die Schwierigkeit der Herausforderungen und Fähigkeiten bestimmen die Breite des „Flows“. Übertritt man dessen Grenzen, erfährt das Individuum „Angst / Stress oder Langeweile“ [123]. „Für den Eintritt in den Flow“ [123] gelten laut Csikszentmihalyi folgende Kriterien, die den Seiten 195ff aus dem Buch „*Flow theory and research*“ [118, 123] entnommen wurden: „Möglichkeiten zum Agieren und schaffbare Aufgabenstellungen, die jedoch die eigenen Fertigkeiten dehnen, aber nicht übermäßig beanspruchen würden“ [123] und „klare, erreichbare Ziele“ [123] sowie ein „umgehendes Feedback über das, was man gerade tut“ [123]. Zusammenfassend wurde der Flow selbst als Zustand höchster kognitiver Leistungsfähigkeit beschrieben, in dem nur der Fokus eines Menschen nur auf die vor diesem liegende Aufgabe gesetzt sei [118, 119, 121, 122]. Unterstützend dazu sei zu erwähnen, dass das sog. „Game Flow“ – Phänomen durch Sweetser et al. (2005) in der Publikation „*GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games*“ bereits beschrieben wurde [124]. Hierin wurden die Thematik modelliert und Charakteristika dem Videospiel-assoziierten „Flow“ – Erlebnis zugewiesen [124].

**Abbildung 18: Flow-Theorie nach Csikszentmihalyi (1975/2000)**



**Quelle: Entnommen aus [123], Abbildung 18.1**

In der aktuellen Studie zeigten Gamer signifikante Zusammenhänge zwischen psychischer Selbstreflexion (Stresslevel und empfundene Schwere der Aufgaben) und real erbrachten Leistungen. Die angegebenen Stress- oder Belastungsniveaus korrelierten signifikant und moderat bis stark positiv mit den Primärparametern. Schindegger (2005) beschrieb beispielsweise, dass Videospiele scheinbar eine hohe Motivation besäßen, im Spiel vor ihnen liegende Aufgaben lösen zu wollen, selbst wenn diese schwerer als die vorherige sei [125]. Es wäre anzunehmen, dass die Gamer die Studienteilnahme als Herausforderung „angenommen hatten“ und in den „Flow“ eingetreten waren. Der Teil des Fragebogens in dem nach der Selbsteinschätzung gefragt wurde (NASA-TLX [71]), wurde immer umgehend nach der Versuchsdurchführung ausgefüllt. Dass es während des Videospieles zu einem Übergang in den „Flow-Zustand“ kommt, ist bereits durch andere Autoren beschrieben worden [124, 126, 127]. Möglicherweise waren die Zusammenhänge in der psychischen Selbsteinschätzung und den real gemessenen Parametern dieser Arbeit eine Art „Nachklingen“ eines stattgefundenen Eintritts in den „Flow“. Gamer wiesen jedoch aber keine signifikante Korrelation zwischen der eingeschätzten Leistung und der tatsächlich erbrachten Leistung auf. Nach der „Flow-Theorie“ von Csikszentmihalyi ist für einen vollkommenen Eintritt in den „Flow“ ein „umgehendes

Feedback über das, was man tut“ [123] notwendig. Es wäre denkbar, dass die Gamer keinen kompletten Eintritt vollzogen hatten, da die Komponente einer kontinuierlichen Informationsübermittlung über den Erfolg oder Misserfolg des aktuellen Tuns nicht stattfand (z.B. Punktestand, Lob). Aufgrund der Natur von Videospiele, die alle Kriterien des Eintritts in den „Flow“ begünstigen, sind es Gamer möglicherweise gewohnt, schneller in diesen Zustand einzutreten [118, 120]. Die fehlende Fähigkeit zur Selbsteinschätzung der erbrachten Leistung seitens der Gamer könnte damit zusammenhängen, dass, je näher ein Individuum dem Eintritt in den „Flow“ nahekommmt, dieses eine größer werdende Abhängigkeit von allen Voraussetzungen (z.B. Feedback) entwickeln könnte. In diesem Kontext wäre weiter zu überlegen, ob sich die Gamer in einem Zustand befunden hatten, in dem sie bereits (teilweise) in den „Flow“ eingetreten waren und dadurch ihre eigene Leistung nicht mehr einzuschätzen vermochten. In unseren Ergebnissen war in Abbildung 9 zu vermuten, dass sich dies in einer „Tendenz zur Mitte“ äußerte: Gamer gaben aufgrund fehlenden Feedbacks tendenziell mittige Werte an, da ihnen „Informationen zur Bewertung von Vollständigkeit und Relevanz ihrer Leistung“ [128] fehlten. Ergänzend dazu zeigte die Studie *„A gaming approach to learning medical microbiology: students’ experiences of flow“* von Beylefeld et al. (2007), dass die Integration von Lerninhalten in ein Videospiele dazu führte, dass zum einen Studierende vermehrt in einen Zustand erhöhter Konzentration eintraten („Flow“) und dadurch zum anderen in der Lage waren, schneller Informationen aufzunehmen [129]. Es wäre denkbar, dass Videospiele höhere, intrinsische Motivation und Bereitschaft fördern könnte, Aufgaben anzunehmen, obwohl diese die eigenen Fertigkeiten möglicherweise zunächst übersteigen könnten [119, 122]. Abschließend wäre die Studie *„Are gamers better laparoscopic surgeons? Impact of gaming skills on laparoscopic performance in "Generation Y" students“* von Datta et al. (2020) anzuführen: hierin wurde der Effekt von Videospiele auf das Erlernen laparoskopischer Techniken untersucht. Der NASA-TLX zeigte jedoch nur positive Korrelationen zwischen erbrachter Leistung und persönlicher Einschätzung über alle Studienteilnehmer hinweg [130]. Ein Unterschied zwischen den Gruppen (Gamer vs. Non-Gamer) wurde nicht durchgeführt [130].

Andererseits ist eine mögliche Resilienzentwicklung nicht der einzige Effekt, der durch Videospiele hervorgerufen werden könnte. Die Beobachtung der „Suchtentwicklung“ bei Videospielelern ist hierbei nicht von der Hand zu weisen. Wie

bereits erwähnt, erfährt ein Mensch im „Flow“ keine Beeinflussung durch Faktoren, die nicht unmittelbar mit dem Spielerlebnis zusammenhängen [131]. Bereits Fritz (1995) beschrieb in dem Buch *„Warum Computerspiele faszinieren – Empirische Annäherung an Nutzung und Wirkung von Computerspielen“*, dass Videospiele zur (temporären) Löschung negativer Emotionen beitragen könnten [127]. Die *„American Psychiatric Association“* nahm in der Vergangenheit die Computerspielsucht in ihren Diagnosekatalog auf [132]. Hierin wurde als eines (von neun) möglichen Diagnosekriterien die Zielsetzung der Reduktion negativer Emotionen durch pathologisches Spielverhalten genannt [132]. Jedoch ist nach neuere Erkenntnissen anzunehmen, dass nicht jeder Mensch, der viel Zeit mit Videospiele verbringe, gleichzeitig abhängig von diesen sein könnte [133]. Zielführender schien zu sein, Videospiele-Verhalten auf mögliche Assoziationen mit anderweitigen Problemen hin zu untersuchen [133-135]. Die Analyse (pathologisches) Spielverhaltens konnte in Studien bereits mit Erfolg andere psychische Erkrankungen vorhersagen, wie z.B. Depression oder Angsterkrankungen [131, 136-139]. Videospiele könnte im Kontext von Resilienzentwicklung und Detektion psychiatrischer Störungen in Zukunft an Bedeutung gewinnen [99, 104, 105, 133-135].

Da andere Studien Unterschiede in Abhängigkeit vom Genre des Computerspiels fanden, erfolgte auch in unserer Studie eine Subgruppenanalyse (Ego-Shooter/Fighting vs. Strategie) [35, 140-142]. Andererseits konnte die Katheter-Studie *„Assessing the effects of manual dexterity and playing computer games on catheter-wire manipulation for inexperienced operators“* von Alsafi et al. (2017) in ihren Untersuchungen zwischen Ego-Shootern und Sport-Spielen zwar Unterschiede in den benötigten Zeiten bis zum Erreichen einer Nierenarterie in einem Modell feststellen, diese waren jedoch nicht signifikant [63]. Zum besseren Verständnis der in unserer Arbeit analysierten Genres werden Anforderungen für erfolgreiches Spielen nachfolgend kurz erklärt. Erfolgreiches Spielen von Ego-Shootern und Fighting-Spielen erfordert beispielsweise taktisches Verständnis (Verhalten in Kampfsituationen selbst), strategisches Denken (kurz- bis mittelfristige Fähigkeit zur Planung von z.B. Stellungswechseln) und feinmotorische Fertigkeiten (z.B. für einen effizienten Zielvorgang). Strategiespiele hingegen erfordern methodische Kenntnisse über Weiterentwicklungsmöglichkeiten der eigenen und gegnerischen Partei und ausgeprägte Fähigkeiten zu strategischem (mittel- bis langfristigem) Denken (in den

Bereichen Wirtschaftsentwicklung, Informationsgewinnung, Ressourcennutzung, Verteidigung und Angriff). Die Planung ist hierbei zentrales Element.

Einzelanalysen der Nebenfragestellung zeigten, dass Ego-Shooter/Fighting-Games-Spieler (EFS) in allen Versuchen signifikant weniger Zeit als Strategie-Spieler benötigten. Im Schnitt benötigten EFS im Gegensatz zu Strategie-Spielern 50% ( $p=0,02$ ) weniger Zeit für Versuch 1.1, 42% ( $p=0,038$ ) weniger für Versuch 1.2, 47,5% ( $p=0,022$ ) weniger für Versuch 2.1 und 39,9% ( $p=0,062$ ) weniger Zeit für Versuch 2.2. An dieser Stelle ist jedoch anzumerken, dass die Ergebnisse des Versuchs 1.2 scheinbar komplett durch die Variable „Beruf“ mediiert zu sein schien (siehe Kapitel 3.2). EFS schienen zudem um 38,2% weniger „Tries“ im Versuch 2.1 als Strategie-Spieler benötigt zu haben ( $p=0,057$ ). Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass EFS signifikant schneller dazu in der Lage waren die Versuche erfolgreich abzuschließen als Strategie-Spieler. Signifikante Unterschiede bei anderen Primärparametern waren in den Analysen zwischen den Gruppen nicht zu sehen („Wegstrecke“, „Number of Tries“, „Number of Movements“).

Bereits Boot et al. (2008) stellten fest, dass Spieler von Ego-Shootern besser und schneller darin waren, Bewegungen verfolgen, einen Wechsel zwischen verschiedenen Aufgaben vollziehen und sich räumliche Gegebenheiten vorstellen zu können als Non-Gamer [32, 109, 143]. Dagegen zeigten Genres wie Puzzle oder Rollenspiele scheinbar weniger Hinweise auf eine Triggerung der Kognition [143]. Nach der Studie von Dye und Bavalier (2010) zu urteilen, zeigte das Spielen von Ego-Shooter-Spielen Kindern und jungen Erwachsenen (7 bis 22 Jahre) scheinbar einen positiven Effekt auf die individuelle Aufmerksamkeit [144] gegenüber anderen Kindern/Erwachsenen des gleichen oder sogar höheren Alters [109, 144]. Dies würde sich mit unseren Ergebnissen dahingehend decken, dass EFS wahrscheinlich schneller die Inhalte des Lehrvideos visuomotorisch adaptieren konnten als Strategie-Spieler und dadurch die signifikanten Unterschiede zu den Strategie-Spielern in der „Zeit“ entstanden. Möglicherweise waren EFS zudem in der Lage, bereits durch das Spielen erlernte, manuelle Bewegungsmuster neu anzupassen, wodurch die tendenziellen Unterschiede in den „Tries“ erklärt werden könnten: durch regelmäßiges Spielen von Ego-Shootern/Fighting-Games könnte die Feinmotorik bzw. Auge-Hand-Koordination besser geschult werden. Spieler von Strategie-Spielen schienen laut Studien, wie in der Arbeit *„More Than Just Fun and Games: The*

*Longitudinal Relationships Between Strategic Video Games, Self-Reported Problem Solving Skills, and Academic Grades*“ von Adachi et al. (2013) berichtet wurde, besser Möglichkeiten zur Lösung von Problemstellungen finden zu können [145]. Dies wurde dadurch erklärt, dass es in diesem Genre üblich ist, dass vor dem Ausführen einer Handlung zunächst Informationen und Vorbereitungen getroffen werden müssen [145]. Weiterhin schien es lt. Adachi et al. (2013) eine Verbindung zwischen dem Spielen von Strategie-Spielen und dem persönlichen, akademischen Abschluss zu geben [145]. Sie beschrieben in ihrer longitudinalen Interventionsstudie den Effekt, dass Schüler durch das Spielen von Strategie-Spielen verbesserte Fertigkeiten zur Problemlösung entwickelten, was gleichzeitig mit besseren Benotungen in der Schule einherging [145]. Eine Korrelation schien durch sie ebenso in umgekehrter Richtung beobachtet worden zu sein [145]. Einen ähnlichen Zusammenhang konnten wir in unserer Arbeit lediglich für einen von vier Versuchen feststellen, in dem die „Zeit“ vollständig durch einen medizinischen Beruf mediiert zu sein schien. Darüber hinaus waren in der Studie von Adachi et al. (2013) keine Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Teilnehmern zu beobachten gewesen [145]. Diese Beobachtung deckte sich mit den von uns gemachten. Basak et al. (2008) stellten in ihrer Studie fest, dass wenn Probanden im Vorfeld der Versuchsdurchführung für ca. 24 Stunden ein Strategie-Spiel spielten (Interventionsgruppe), sich diese Probanden in den anschließenden Experimenten in folgenden Leistungsparametern verbessert gegenüber der Kontrollgruppe (kein Videospiele) zeigten: „Wechsel zwischen Aufgaben, Arbeitsgedächtnis, visuelles Kurzzeitgedächtnis und räumliche Vorstellungskraft“ [146] (lt. Seite 765 des Buchs *„Can training in an real time strategy game attenuate cognitive decline in older adults?“* von Basak et al. (2008) [146]). Die Tatsache, dass Strategie-Spieler regelmäßig schlechter in der „Zeit“ abgeschnitten hatten, könnte dadurch erklärt werden, dass Strategie-Spiele scheinbar andere Bereiche der Kognition und Motorik trainieren als Ego-Shooter/Fighting-Spiele es tun. Die Eigenschaften, die nachweislich in anderen Studien durch Spielen von Strategie-Spiele verbessert wurden, sind auf langfristige Aktionszeiträume ausgelegt als es für Ego-Shooter/Fighting-Spiele zutreffen könnte. Dies bedeutet, dass in Ego-Shooter/Fighting-Spiele vermutlich rascher Entscheidungen getroffen und umgesetzt werden müssen als in Strategie-Spielen, von denen auch das eigene, virtuelle Überleben unmittelbar abhängen könnte. Dies wäre durch unsere Beobachtung

erklärbar, dass EFS in den Versuchsdurchführungen regelmäßig schneller waren als Strategie-Spieler, aber das bei gleichzeitig gleicher oder sogar niedrigerer „Fehlerrate“ (hier: „Tries“).

Dass EFS ihre während der Versuche erbrachte Leistung scheinbar besser einschätzten als Strategie-Spieler, mag daran gelegen haben, dass die EFS in allen Versuchen regelmäßig schneller als Strategie-Spieler waren. Eventuell ist dieser Unterschied aber nur dadurch zustande gekommen, dass EFS mehr Freude an den Versuchen hatten als Strategie-Spieler, da er dem Spielen ihres Genres ähnelte. Ein Parameter, der die Freude am Intervenieren erfasste, wurde in unserem Fragebogen jedoch nicht aufgeführt. Interessanterweise nahmen aber nur Strategie-Spieler das Vergehen der Zeit scheinbar als schneller wahr als die EFS. Möglicherweise ist dies ein Hinweis auf einen Gruppenunterschied bzgl. des Eintritts in den oben beschriebenen „Flow“. Strategen könnten sich eher dazu geneigt fühlen „in den Flow einzutauchen“ als EFS, da sie eventuell eine gelassenerere Grundeinstellung haben könnten. Dass EFS dazu neigten zwischen den „Movements“ und dem empfundenen Schweregrad der Aufgaben positive Korrelationen aufzuweisen, könnte diese Überlegung untermauern. Als Movements wurden Bewegungen des Katheters im Modell gewertet, die schneller als 1mm/s waren. Um „ihre Zeit einzuhalten“ haben EFS möglicherweise als Resultat schnellere Katheterbewegungen durchgeführt.

Strategie-Spieler wiesen im Gegensatz zu EFS signifikante und stark-positive Korrelationen zwischen den „Tries“ und dem empfundenen Stress- bzw. Frustrationslevel sowie positive Korrelationen zwischen den „Tries“ und dem empfundenen Schweregrad der Aufgaben auf. EFS benötigten stattdessen eher weniger „Tries“ (in Versuch 2.1) als die Strategen. Dies könnte erneut über die oben angeführten Thesen und Studien erklärt werden, dass EFS mutmaßlich bessere Fertigkeiten in visuomotorischer Adaption und Aufmerksamkeit besitzen als andere Probanden [32, 109, 143, 144].

Für EFS existierten scheinbar positive Korrelationen zwischen der „Wegstrecke“ mit den jeweiligen Parametern „Schweregrad der Aufgaben“, „eingeschätzte Leistung“ und „Stress- bzw. Frustrationslevel“. Bei Strategie-Spielern war dies nicht der Fall. In den Mittelwert-Vergleichen ergaben sich zwischen beiden Gruppen keine Unterschiede. Dies könnte ursächlich daran liegen, dass es für erfolgreiches Ego-Shooter/Fighting-Games-Spielen von tragender Bedeutung sein könnte, möglichst

wenig Wegstrecke im Spiel selbst zurückzulegen. Häufige Stellungswechsel auf der Karte im Spiel selbst könnten einen taktischen Vorteil bringen. Jedoch ist es zu vermuten, dass dies nicht für die Effizienz von (feinmotorischen) Zielbewegungen gilt. Hierbei ist es denkbar, dass kleine und gut abgestimmte Bewegungen eher zum Ziel führen könnten als große Bewegungen. Für Strategie-Spieler könnten Wegstrecken keinen so relevanten Faktor bedeuten: in diesem Genre ist es oft üblich, dass Spieler sich großzügig über die Karte bewegen, um langfristig Ziele zu planen.

#### **4.1. Kritische Betrachtung der Studie**

Kritisch betrachtet werden sollte zunächst die vergleichsweise kleine Teilnehmerzahl von 67, wobei hiervon die drei ersten Teilnehmerdaten nachträglich aufgrund fehlerhafter Versuchsdurchführung ausgeschlossen werden mussten. Am Fragebogen selbst wurde im Laufe der Studie beanstandet, dass es für die Parameter der Selbsteinschätzung keine Unterscheidung für die einzelnen Versuchsteile gab und diese lediglich global über den gesamten Versuchszeitraum erfasst wurden. Zur Auswertung der Wegstrecke standen lediglich zweidimensionale Bilder zur Verfügung, wodurch Wegstrecke in der dritten Ebene (besonders hinsichtlich erfolgter Katheter-Drehungen) nicht erfasst werden konnten. Dieser Fehler war aber systematisch. Es wurde darüber hinaus kein Parameter erfasst, der die Perforation der simulierten Aneurysmata darstellen konnte.

Der Effekt, weswegen sich in dieser Studie gegen die Untersuchung der Zusammenhänge mit den Fragen „Wie lange spielen Sie bereits Videogames [in Jahren]?“ und „Wie lange spielen Sie pro Woche Videogames [in Stunden]?“ entschieden wurde, ist bereits aus der Studie „Are gamers better laparoscopic surgeons? Impact of gaming skills on laparoscopic performance in "Generation Y" students“ von Datta et al. (2020) bekannt: sie entdeckten, dass die Werte, die durch Fragebögen bzgl. Videospieleerfahrungen ermittelt wurden, meist nicht mit den real erbrachten Leistungen korrelierten [130]. Als Resultat hieraus wurde durch Datta et al. empfohlen, zur Messung der Videospiel-Fertigkeiten direkt Videogames zu verwenden und die hierin erbrachten Leistungen mit Studienleistungen unmittelbar zu vergleichen. In

den statistischen Vor-Analysen konnte diese Beobachtung bestätigt werden. Dies könnte sich auch auf Beobachtungen ausgewirkt haben, die durch Mediationsanalysen der Ergebnisse der Hauptfragestellung festgestellt wurden. Diese ließen vermuten, dass das stärkere Gefühl des Vergehens der Zeit bei Gamern durch die Variable „Alter“ zumindest teilweise mediiert wurde: es bestand eine tendenzielle Assoziation der demographischen Struktur der Studienpopulation und der Zugehörigkeit zur Gaming-Gruppe. Hiernach wäre zu vermuten gewesen, dass jüngere Menschen das Vergehen der Zeit als rascher empfunden hätten, als ältere.

Eine Mediationsanalyse der Ergebnisse der Nebenfragestellung offenbarte, dass der Bezug zwischen der „Zeit“ im Versuch 1.2 und der Variable „Genre“ durch die Variable „Beruf“ scheinbar vollständig mediiert wurde. Hierbei korrelierte die Subgruppe „medizinisch“ signifikant mit der „Zeit“ aus Versuch 1.2. Hiernach wäre zu vermuten gewesen, dass die Unterschiede in Versuch 1.2 auf den Hintergrund einer medizinischen Ausbildung zurückzuführen gewesen wären.

## 5. Zusammenfassung

**Hintergrund & Ziele:** Der Einfluss regelmäßigen Videospiegels auf das Erlernen von medizinischen Tätigkeiten wurde bereits in verschiedenen Studien untersucht. Es wurden Korrelationen zwischen dem Grad an Videospiegel-Erfahrung und den Fortschritten beim Erlernen laparoskopischer Manöver, dem Anlegen von Thoraxdrainagen und fiberoptischer Intubation beschrieben. Weiterhin korrelierten bessere Fertigkeiten in den Videospiegeln mit den Erfolgen beim roboterassistierten Operieren. Aktuell wurde jedoch noch nicht untersucht, ob ähnliche Effekte auf das Erlernen neurointerventioneller Techniken bestehen könnten. Diesbezüglich mögliche Korrelationen zu eruieren, war das Ziel dieser Arbeit.

**Methoden:** Es wurden die Leistungen von 64 neurointerventionell unerfahrenen Menschen beim Intervenieren an einem Gefäß-Modell analysiert. Nach einer standardisierten Einarbeitung wurden die benötigte Zeit, der mit dem Katheter bzw. Führungsdraht im Modell zurückgelegte Weg, die Anzahl der Versuche mit dem Katheter bzw. Führungsdraht Gefäßabzweigungen zu passieren und die gesamte Anzahl aller im Modell mit dem Katheter gemachten Bewegungen erfasst. Nach den Versuchen wurden die Versuchsteilnehmer gebeten einen Fragebogen auszufüllen, der Eigenschaften abfragte, die die persönliche Geschicklichkeit beeinflussen könnten. Dieser enthielt zudem Fragen, die dem NASA Task Load Index entnommen waren und das persönliche Erleben in der Testsituation eruieren sollte.

**Ergebnisse:** Die Ergebnisse der Primärhypothese zeigten, dass Videospieger ( $1.7 \pm 0.76$ ) weniger häufig um Hilfe fragten als Nicht-Spieler ( $4.7 \pm 2.7$ ;  $p=0.029$ ). Weiterhin benötigten Gamer weniger Versuche Gefäßabzweigungen mit dem Katheter zu passieren ( $5.03 \pm 3.4$  vs.  $6.6 \pm 3.6$ ;  $p=0.035$  bzw.  $24.7 \pm 16.6$  vs.  $34.4 \pm 23.9$ ;  $p=0.08$ ), weniger Wegstrecke im Modell ( $25.1 \pm 10.6$  vs.  $30.8 \pm 15.5$ ;  $p=0.085$ ) und weniger Zeit ( $308.3 \pm 227.4$  vs.  $372.7 \pm 215.2$ ;  $p=0.059$  bzw.  $255.8 \pm 222.2$  vs.  $315.3 \pm 206.9$ ;  $p=0.079$ ) als es für Non-Gamer der Fall war. Teilnehmer, die zu irgendeinem Zeitpunkt in ihrer Vergangenheit Videospiele gespielt hatten gaben an, das Vergehen der Zeit als schneller zu empfinden, als andere ( $13.5 \pm 4.3$  vs.  $12.2 \pm 3.8$ ;  $p=0.064$ ). Die weiterführenden Analysen zeigten, dass die Parameter der eingeschätzten Leistung mit den tatsächlichen Leistungen lediglich für Non-Gamer korrelierten ( $p=0.001$  bis  $0.015$ ;  $r= -0.578$  bis  $-0.473$ ), nicht so für die Gamer. Bei den

Videospielern korrelierten einerseits die tatsächlichen Leistungen mit dem empfundenen Stresslevel ( $p=0.01$  bis  $0.057$ ;  $r=0.4$  bis  $0.36$ ) und andererseits aber auch mit dem Grad der empfundenen Schwierigkeit der Aufgaben ( $p=0.003$  bis  $0.044$ ;  $r= -0.483$  bis  $-0.356$ ). Die Analyse der Sekundärfragestellung zeigte, Spieler mit dem bevorzugten Genre "Ego-Shooter/Fighting" (E/F) benötigten weniger Zeit für alle vier Versuche (im Schnitt  $45\%$ ;  $p=0.02$  bis  $0.06$ ) und weniger Versuche, Gefäßabzweigungen mit dem Kathetersystem zu passieren ( $p=0.057$ ) als Strategie-Spieler. E/F-Spieler schätzten ihre erbrachte Leistung im Schnitt höher ( $12.2\pm 2.9$  vs.  $9.9\pm 2.7$ ;  $p=0.071$ ) und das Vergehen der Zeit als langsamer ein als die Vergleichsgruppe ( $11.6\pm 4.6$  vs.  $15.4\pm 2.7$ ;  $p=0.056$ ). Bei den E/F-Spielern korrelierte die zurückgelegte Wegstrecke des Katheters im Modell mit der eingeschätzten Leistung negativ ( $p=0.08$ ), mit dem empfundenen Stresslevel ( $p=0.076$ ) und der empfundenen Schwierigkeit der Aufgaben ( $p=0.078$ ) jedoch positiv. Weiterhin wurde eine positive Korrelation für die Anzahl aller im Modell gemachten Bewegungen und der empfundenen Schwierigkeit für die E/F-Gruppe festgestellt ( $p=0.057$ ). Bei den Strategie-Spielern korrelierte die Anzahl der Versuche zum Passieren der Gefäß-Abzweigungen positiv mit dem empfundenen Stresslevel ( $p=0.034$ ;  $r= 0.793$ ) bzw. der empfundenen Schwierigkeit der Aufgaben ( $p=0.057$ ).

**Fazit:** Es wurden (prä-) signifikante Unterschiede zwischen solchen Menschen beobachtet, die zu irgendeinem Zeitpunkt in ihrer Vergangenheit bereits Videospiele gespielt und solchen, die noch nie gespielt hatten. Darüber hinaus wurden Unterschiede zwischen Videospielern beobachtet, die eher das Genre Ego-Shooter/Fighting oder andererseits Strategie in ihrer Vergangenheit gespielt hatten.

## 6. Abstract

**Background & Purpose:** The influence of regular videogaming on learning and skills in medical activities has been examined in several studies. Correlations between the level of video game experience and performance in laparoscopic interventions, chest drainage insertion and fiber-optic intubation have been described. Furthermore, success in robot-assisted interventions correlated with a higher level of skill in playing video games. As there is no data available of the effects of frequent video playing on the performance while learning neurointerventional techniques, we aimed at analyzing a possible relationship.

**Methods:** The performance of 64 subjects naïve to neurointerventional techniques while practicing predefined neurointerventional tasks using a simulator were analyzed. After a standardized short training sequence the time required, distance covered by the catheter, number of catheter movements required to navigate a catheter to a predefined target and number of every catheter movement inside the model were recorded. Afterwards, the subjects had to answer a questionnaire regarding other skills possibly influencing this experiment and NASA Task Load to rate the workload perceived by each individual.

**Results:** Results of the primary hypothesis show, that gamers ( $1.7 \pm 0.76$ ) asked less common for help than non-gamers ( $4.7 \pm 2.7$ ;  $p=0.029$ ). Furthermore, gamers needed fewer tries to pass vascular branches ( $5.03 \pm 3.4$  vs.  $6.6 \pm 3.6$ ;  $p=0.035$  respectively  $24.7 \pm 16.6$  vs.  $34.4 \pm 23.9$ ;  $p=0.08$ ), fewer pathway ( $25.1 \pm 10.6$  vs.  $30.8 \pm 15.5$ ;  $p=0.085$ ) and less time at all ( $308.3 \pm 227.4$  vs.  $372.7 \pm 215.2$ ;  $p=0.059$  respectively  $255.8 \pm 222.2$  vs.  $315.3 \pm 206.9$ ;  $p=0.079$ ) than non-gamers did. Participants who played videogames at some point in their past expressed a higher level in perceiving time than others ( $13.5 \pm 4.3$  vs.  $12.2 \pm 3.8$ ;  $p=0.064$ ). Analyzing relationships between results and self-assessment had shown that self-assessed performance and results correlate for non-gamers' group ( $p=0.001$  to  $0.015$ ;  $r= -0.578$  to  $-0.473$ ) but otherwise not for gamers. For gamers there were positive correlations between results and self-assessed stress level ( $p=0.01$  to  $0.057$ ;  $r=0.4$  to  $0.36$ ) or level of perceived difficulty ( $p=0.003$  to  $0.044$ ;  $r= -0.483$  to  $-0.356$ ). Regarding to the secondary hypothesis we found that Ego-shooter/fighting-gamers (ef-gamers) needed less time in four experiments (in average 45%;  $p=0.02$  to  $0.06$ ) and less tries

to pass vascular branches in one experiment ( $p=0.057$ ) than others. They expressed their self-assessed performance level higher ( $12.2\pm 2.9$  vs.  $9.9\pm 2.7$ ;  $p=0.071$ ) and level of perceiving time lower than strategic-gamers ( $11.6\pm 4.6$  vs.  $15.4\pm 2.7$ ;  $p=0.056$ ). Analyzing relationships between pathway and self-assessment had shown that ef-gamers' self-assessed performance ( $p=0.08$ ) correlated negatively, stress level ( $p=0.076$ ) and perceived difficulty ( $p=0.078$ ) correlated positively to measured pathways they needed to solve every task. For strategic-gamers there were positive correlations between the number of tries they needed to pass vascular branches and self-assessed stress level ( $p=0.034$ ;  $r= 0.793$ ) respectively perceived difficulty ( $p=0.077$ ). A positive correlation between Movements at all and perceived difficulty could be seen for ef-gamers ( $p=0.057$ ).

**Conclusion:** There were (pre-) significantly differences between those people, who played videogames at some point in their past to those who did not. Furthermore, there are differences between gamers, who mostly played Ego-shooter/fighting- or strategic-games in their past.

## 7. Datenmanagement und Datenschutz

Auf die Art der Erfassung der Parameter wurde bereits umfassend eingegangen. Es ist zu ergänzen, dass die Daten von Beginn an anonymisiert gehandhabt wurden. Dies wurde durch die Zuteilung einer persönlichen Zahl gewährleistet, die einem Video und einem Fragebogen zuordenbar war, aber ohne dass diese Rückschluss auf Namen oder vergleichbare persönliche Daten (z.B. Geburtsdatum) geben würde. Es wurden im Fragebogen und in den Studiendaten keine Namen oder Daten erfasst, die zu einer eindeutigen Identifizierung des jeweiligen Probanden führen könnten. Probanden besaßen bzw. besitzen jederzeit das Recht einen Widerruf der Einwilligung der Verwendung seiner jeweiligen, anonymisierten Studiendaten geltend zu machen, sofern eine Identifizierung der zugehörigen Studiendaten noch möglich sein sollte (z.B. wenn sich Teilnehmer an ihre jeweilige Studien-ID erinnern können).



## 8. Literaturverzeichnis

1. Gong, D., et al., *A Reduction in Video Gaming Time Produced a Decrease in Brain Activity*. Front Hum Neurosci, 2019. **13**: p. 134.
2. Zou, Q.H., et al., *An improved approach to detection of amplitude of low-frequency fluctuation (ALFF) for resting-state fMRI: fractional ALFF*. J Neurosci Methods, 2008. **172**(1): p. 137-41.
3. Groos, K., E.L. Baldwin, and J.M. Baldwin, *The play of animals*. 1898, New York,: D. Appleton and Company. xxvi, 341 p.
4. Groos, K., *The play of animals*. Studies in play and games. 1976, New York: Arno Press. xxvi, 341 p.
5. Groos, K., *Die spiele der menschen*. 1899, Jena,: G. Fischer. vi, 538 p., 1 l.
6. Huizinga, J., *Homo ludens : proeve ener bepaling van het spelelement der cultuur*. 1974, Groningen: H. D. Tjeenk Willink. xii, 209 p.
7. Huizinga, J., *Homo ludens; versuch einer bestimmung des spelelementes der kultur*. 1939, Amsterdam-Leipzig: Pantheon akademische verlagsanstalt. xvii, 345, 1 p.
8. Huizinga, J., *Homo ludens; a study of the play-element in culture*. Humanitas, Beacon reprints in humanities. 1955, Boston,: Beacon Press. p. 1.
9. Huizinga, J., *Homo ludens; a study of the play-element in culture*. International library of sociology and social reconstruction London. 1949, London,: Routledge & K. Paul. 220 p.
10. Bekoff, M. and J.A. Byers, *Animal play: Evolutionary, comparative and ecological perspectives*. 1998: Cambridge University Press.
11. Ficken, M.S.J.T.A., *Avian play*. 1977. **94**(3): p. 573-582.
12. Smith, P.K., *Play in animals and humans*. 1984, Oxford: Blackwell. xi,334p.
13. Singer, D.G., R.M. Golinkoff, and K. Hirsh-Pasek. *Play=learning : how play motivates and enhances children's cognitive and social-emotional growth*. 2006; 1 online resource (xvi, 272 pages) illustrations]. Available from: <http://purl.oclc.org/DLF/benchrepro0212>  
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/kcl/detail.action?docID=272482>.
14. Sanz, C.M. and D.B.J.J.o.H.E. Morgan, *Chimpanzee tool technology in the Goulougo Triangle, Republic of Congo*. 2007. **52**(4): p. 420-433.
15. Auersperg, A.M., et al., *Spontaneous innovation in tool manufacture and use in a Goffin's cockatoo*. 2012. **22**(21): p. R903-R904.
16. Weir, A.A., J. Chappell, and A.J.S. Kacelnik, *Shaping of hooks in New Caledonian crows*. 2002. **297**(5583): p. 981-981.
17. Bentley-Condit, V.J.B., *Animal tool use: current definitions and an updated comprehensive catalog*. 2010. **147**(2): p. 185-32A.
18. MacDonald, K.J.H.N., *Cross-cultural comparison of learning in human hunting*. 2007. **18**(4): p. 386-402.

19. Lee, R.B., *Men, women, and work*. 1979, Cambridge University Press.
20. Riede, F., et al., *The role of play objects and object play in human cognitive evolution and innovation*. 2018. **27**(1): p. 46-59.
21. Hopper, L.M., et al., *Observational learning of tool use in children: Investigating cultural spread through diffusion chains and learning mechanisms through ghost displays*. 2010. **106**(1): p. 82-97.
22. Buttelmann, D., et al., *Rational tool use and tool choice in human infants and great apes*. 2008. **79**(3): p. 609-626.
23. Brown, A.L.J.C.s., *Domain-specific principles affect learning and transfer in children*. 1990. **14**(1): p. 107-133.
24. Connolly, K. and M.J.D.P. Dalgleish, *The emergence of a tool-using skill in infancy*. 1989. **25**(6): p. 894.
25. Lombard, M., *Hunting and hunting technologies as proxy for teaching and learning during the stone age of Southern Africa*. 2015.
26. Crist, W.J.J.o.A.A., *Playing against complexity: Board games as social strategy in Bronze Age Cyprus*. 2019. **55**: p. 101078.
27. *Jahresreport der deutschen Games-Branche 2020*. [cited 2021 Jan. 17.]; p. 10]. Available from: <https://www.game.de/wp-content/uploads/2020/08/game-Jahresreport-2020.pdf>.
28. Falk, F. and M. Puppe, *eSports in Deutschland: Eine Betrachtung aus Perspektive des game-Verband der deutschen Games-Branche eV*, in *eSport*. 2020, Springer. p. 33-48.
29. Hutchinson, C.V. and R.J.P. Stocks, *Selectively enhanced motion perception in core video gamers*. 2013. **42**(6): p. 675-677.
30. Green, C.S. and D.J.C. Bavelier, *Enumeration versus multiple object tracking: The case of action video game players*. 2006. **101**(1): p. 217-245.
31. Green, C.S., D.J.J.o.e.p.H.p. Bavelier, and performance, *Effect of action video games on the spatial distribution of visuospatial attention*. 2006. **32**(6): p. 1465.
32. Boot, W.R., et al., *The effects of video game playing on attention, memory, and executive control*. 2008. **129**(3): p. 387-398.
33. Benoit, J.J., et al., *The neuropsychological profile of professional action video game players*. PeerJ, 2020. **8**: p. e10211.
34. Li, L., R. Chen, and J.J.P.s. Chen, *Playing action video games improves visuomotor control*. 2016. **27**(8): p. 1092-1108.
35. Pallavicini, F., A. Ferrari, and F. Mantovani, *Video Games for Well-Being: A Systematic Review on the Application of Computer Games for Cognitive and Emotional Training in the Adult Population*. Front Psychol, 2018. **9**: p. 2127.
36. Primack, B.A., et al., *Role of video games in improving health-related outcomes: a systematic review*. Am J Prev Med, 2012. **42**(6): p. 630-8.

37. Linn, J., Wiesmann, M., Brückmann, H. (2011); *Atlas Klinische Neuroradiologie des Gehirns*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. p. 193-309.
38. Allen, R.W., et al., *Low-cost high-resolution fast spin-echo MR of acoustic schwannoma: an alternative to enhanced conventional spin-echo MR?* AJNR Am J Neuroradiol, 1996. **17**(7): p. 1205-10.
39. Krombach, G.A., et al., *[Magnetic resonance tomography imaging of the inner ear of patients with sensorineural hearing loss or vertigo]*. Laryngorhinootologie, 2001. **80**(4): p. 177-81.
40. Logothetis, N.K., et al., *Neurophysiological investigation of the basis of the fMRI signal*. Nature, 2001. **412**(6843): p. 150-7.
41. Heeger, D.J. and D. Ress, *What does fMRI tell us about neuronal activity?* Nat Rev Neurosci, 2002. **3**(2): p. 142-51.
42. Nakashima, K., et al., *Three-dimensional fast recovery fast spin-echo imaging of the inner ear and the vestibulocochlear nerve*. Eur Radiol, 2002. **12**(11): p. 2776-80.
43. Mukamel, R., et al., *Coupling Between Neuronal Firing, Field Potentials, and fMRI in Human Auditory Cortex*. Science, 2005. **309**(5736): p. 951-954.
44. Law, M., *State of the art brain tumor diagnostics, imaging and therapeutics*. 2010, Philadelphia, Pa.: Saunders.
45. McCullough, B.J. and J.W. Henson, *Neuroimaging Issues in Assessing Response to Brain Tumor Therapy*, in *Handbook of Neuro-Oncology Neuroimaging*. 2016, Elsevier. p. 667-680.
46. Lieberman, F., *Glioblastoma update: molecular biology, diagnosis, treatment, response assessment, and translational clinical trials*. F1000Res, 2017. **6**: p. 1892.
47. Reichert, R., et al., *Neuroimaging-Befunde bei Mukopolysaccharidose: Was Sie wirklich wissen müssen*. Neuroradiologie Scan, 2017. **7**(04): p. 297-316.
48. Williamson, C., L. Morgan, and J.P. Klein, *Imaging in Neurocritical Care Practice*. Semin Respir Crit Care Med, 2017. **38**(6): p. 840-852.
49. Kenmuir, C.L. and A.P. Jadhav, *Neuroimaging and Neurointerventional Procedures*. Neurocritical Care, 2018: p. 173f.
50. Lee, J.Y., et al., *Signal alteration in the optic nerve head on 3D T2-weighted MRI: a potential neuroimaging sign of glaucomatous optic neuropathy*. Current eye research, 2018. **43**(3): p. 397-405.
51. Schiff, D. and M. Van den Bent, *Brain metastases: neuroimaging*. Metastatic Disease of the Nervous System, 2018: p. 89.
52. *Handbook of Cerebrovascular Disease and Neurointerventional Technique*. American Journal of Neuroradiology, 2009. **30**(9): p. E135-E135.
53. Spindler, J., *Fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik: Diagnosen und Prozeduren der Krankenhauspatienten auf Basis der Daten nach § 21 Krankenhausentgeltgesetz*, in *Krankenhaus-Report 2019*. 2019, Klauber/Geraedts/Friedrich/Wasem: Stuttgart p. 297-324.

54. Graafland, M., W.A. Bemelman, and M.P. Schijven, *Game-based training improves the surgeon's situational awareness in the operation room: a randomized controlled trial*. *Surg Endosc*, 2017. **31**(10): p. 4093-4101.
55. Harrington, C.M., et al., *The correlation between fundamental characteristics and first-time performance in laparoscopic tasks*. *Am J Surg*, 2018. **215**(4): p. 618-624.
56. Kulkarni, S., et al., *Evaluation of the Console in Acquiring Laparoscopic Skills through Video Gaming*. *J Minim Invasive Gynecol*, 2019.
57. Sammut, M., M. Sammut, and P. Andrejevic, *The benefits of being a video gamer in laparoscopic surgery*. *Int J Surg*, 2017. **45**: p. 42-46.
58. Shane, M.D., et al., *Should surgical novices trade their retractors for joysticks? Videogame experience decreases the time needed to acquire surgical skills*. *Surg Endosc*, 2008. **22**(5): p. 1294-7.
59. Haubruck, P., et al., *Evaluation of App-Based Serious Gaming as a Training Method in Teaching Chest Tube Insertion to Medical Students: Randomized Controlled Trial*. *J Med Internet Res*, 2018. **20**(5): p. e195.
60. Ankey Yilbas, A., et al., *The effect of playing video games on fiberoptic intubation skills*. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 2019. **38**(4): p. 341-345.
61. Hvolbek, A.P., et al., *A prospective study of the effect of video games on robotic surgery skills using the high-fidelity virtual reality RobotiX simulator*. *Adv Med Educ Pract*, 2019. **10**: p. 627-634.
62. Harrington, C.M., et al., *Playing to your skills: a randomised controlled trial evaluating a dedicated video game for minimally invasive surgery*. *Surg Endosc*, 2018. **32**(9): p. 3813-3821.
63. Alsafi, Z., et al., *Assessing the effects of manual dexterity and playing computer games on catheter-wire manipulation for inexperienced operators*. *Clinical Radiology*, 2017. **72**(9): p. 795.e1-795.e5.
64. Harrington, C.M., et al., *Visuospatial abilities and fine motor experiences influence acquisition and maintenance of fundamentals of laparoscopic surgery (FLS) task performance*. *Surg Endosc*, 2018. **32**(11): p. 4639-4648.
65. Khatri, C., et al., *Does video gaming affect orthopaedic skills acquisition? A prospective cohort-study*. *PLoS One*, 2014. **9**(10): p. e110212.
66. Datta, R., et al., *Are gamers better laparoscopic surgeons? Impact of gaming skills on laparoscopic performance in "Generation Y" students*. *PloS one*, 2020. **15**(8): p. e0232341-e0232341.
67. Datta, R., et al., *Are gamers better laparoscopic surgeons? Impact of gaming skills on laparoscopic performance in "Generation Y" students*. *PLoS One*, 2020. **15**(8): p. e0232341.
68. Griffith, J.L., et al., *Differences in eye-hand motor coordination of video-game users and non-users*. 1983. **57**(1): p. 155-158.
69. Chalhoub, M., et al., *The role of smartphone game applications in improving laparoscopic skills*. *Adv Med Educ Pract*, 2018. **9**: p. 541-547.

70. Hart, S.G. *NASA-task load index (NASA-TLX); 20 years later*. in *Proceedings of the human factors and ergonomics society annual meeting*. 2006. Sage publications Sage CA: Los Angeles, CA.
71. Hart, S.G., *NASA Task load Index (TLX). Volume 1.0; Paper and pencil package*. 1986.
72. Hart, S.G., *NASA Task Load Index (TLX). Volume 1.0; Computerized Version*. 1986.
73. Law, K.E., et al., *NASA-task load index differentiates surgical approach: opportunities for improvement in colon and rectal surgery*. 2020. **271**(5): p. 906-912.
74. Lowndes, B.R., et al., *NASA-TLX Assessment of Surgeon Workload Variation Across Specialties*. 2020. **271**(4): p. 686-692.
75. Said, S., et al., *Validation of the Raw NASA Task Load Index Questionnaire to Assess Perceived Workload in Patient Monitoring Tasks: Pooled Analysis Using Mixed Models*. 2020.
76. Grier, R.A. *How high is high? A meta-analysis of NASA-TLX global workload scores*. in *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 2015. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA.
77. Fournier, L.R., G.F. Wilson, and C.R.J.I.J.o.P. Swain, *Electrophysiological, behavioral, and subjective indexes of workload when performing multiple tasks: manipulations of task difficulty and training*. 1999. **31**(2): p. 129-145.
78. Kennedy-Metz, L.R., et al., *Surgery Task Load Index in Cardiac Surgery: Measuring Cognitive Load Among Teams*. 2020: p. 1553350620934931.
79. Wilson, M.R., et al., *Development and validation of a surgical workload measure: the surgery task load index (SURG-TLX)*. 2011. **35**(9): p. 1961.
80. Eid, M., M. Gollwitzer, and M. Schmitt, *Statistik und forschungsmethoden*. 2017.
81. Dinneen, L.C. and B.C. Blakesley, *Algorithm AS 62: A Generator for the Sampling Distribution of the Mann-Whitney U Statistic*. Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics), 1973. **22**(2): p. 269-273.
82. Rucker, D.D., et al., *Mediation analysis in social psychology: Current practices and new recommendations*. 2011. **5**(6): p. 359-371.
83. Zhao, X., J.G. Lynch, Jr., and Q. Chen, *Reconsidering Baron and Kenny: Myths and Truths about Mediation Analysis*. Journal of Consumer Research, 2010. **37**(2): p. 197-206.
84. Baron, R.M. and D.A. Kenny, *The moderator-mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations*. J Pers Soc Psychol, 1986. **51**(6): p. 1173-82.
85. Cohen, J., *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2013: Academic press.
86. Bühl, A.J.H.P., *SPSS: Einführung in die moderne Datenanalyse ab SPSS 25 (16., aktualisierte Auflage)*. 2019.
87. Nahm, F.S., *Nonparametric statistical tests for the continuous data: the basic concept and the practical use*. Korean J Anesthesiol, 2016. **69**(1): p. 8-14.

88. Hayes, A.F., *Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: A regression-based approach*. 2017: Guilford publications.
89. Hoonakker, P., et al., *Measuring workload of ICU nurses with a questionnaire survey: the NASA Task Load Index (TLX)*. 2011. **1**(2): p. 131-143.
90. Lowndes, B.R., et al., *NASA-TLX assessment of surgeon workload variation across specialties*. 2020. **271**(4): p. 686-692.
91. Gelfand, L.A., J.L. Mensinger, and T. Tenhave, *Mediation Analysis: A Retrospective Snapshot of Practice and More Recent Directions*. *The Journal of General Psychology*, 2009. **136**(2): p. 153-178.
92. Chopin, A., B. Bediou, and D.J.C.O.i.P. Bavelier, *Altering perception: the case of action video gaming*. 2019. **29**: p. 168-173.
93. Kravitz, D.J., et al., *The ventral visual pathway: an expanded neural framework for the processing of object quality*. 2013. **17**(1): p. 26-49.
94. Blumberg, E.J., M.S. Peterson, and R.J.F.i.s.n. Parasuraman, *Enhancing multiple object tracking performance with noninvasive brain stimulation: a causal role for the anterior intraparietal sulcus*. 2015. **9**: p. 3.
95. Koshino, H., et al., *Interactions between the dorsal and the ventral pathways in mental rotation: an fMRI study*. *Cogn Affect Behav Neurosci*, 2005. **5**(1): p. 54-66.
96. Zappa, F., et al., *Hybrid Robotics for Endoscopic Skull Base Surgery: Preclinical Evaluation and Surgeon First Impression*. 2020. **134**: p. e572-e580.
97. Burton, N.W., K.I. Pakenham, and W.J. Brown, *Evaluating the effectiveness of psychosocial resilience training for heart health, and the added value of promoting physical activity: a cluster randomized trial of the READY program*. *BMC Public Health*, 2009. **9**: p. 427.
98. Tichon, J.G. and T.J.S.S.C.R. Mavin, *Experiencing resilience via video games: A content analysis of the playstation blog*. 2017. **35**(5): p. 666-675.
99. Menendez-Ferreira, R., et al., *Improving Youngsters' Resilience Through Video Game-Based Interventions*. 2020: p. 1-17.
100. Driskell, J.E. and J.H. Johnston, *Stress exposure training*. 1998.
101. Tichon, J., et al. *Education and training in virtual environments for disaster management*. in *EdMedia+ Innovate Learning*. 2003. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
102. Tichon, J.G., G.M.J.B. Wallis, and I. Technology, *Stress training and simulator complexity: why sometimes more is less*. 2010. **29**(5): p. 459-466.
103. Hall, R.H., et al., *Virtual terrorist attack on the computer science building: Design and evaluation of a research methodology*. 2004.
104. Przybylski, A.K., C.S. Rigby, and R.M.J.R.o.g.p. Ryan, *A motivational model of video game engagement*. 2010. **14**(2): p. 154-166.
105. Torregrosa, J., et al. *Inducción de emociones a través del diseño de videojuegos*. in *XVIII Conferencia de la Asociación Española para la Inteligencia Artificial*. 2018.

106. Coyle, M.K., J.R. Duffy, and E.M.J.N.e.p. Martin, *Teaching/learning health promoting behaviors through telehealth*. 2007. **28**(1): p. 18-23.
107. Walshe, D.G., et al., *Exploring the use of computer games and virtual reality in exposure therapy for fear of driving following a motor vehicle accident*. 2003. **6**(3): p. 329-334.
108. Fernandez-Aranda, F., et al., *Video games as a complementary therapy tool in mental disorders: PlayMancer, a European multicentre study*. J Ment Health, 2012. **21**(4): p. 364-74.
109. Kolibius, L.D., *Das Potential von Computerspielen nutzen*, in *Computerspiele: Grundlagen, Psychologie und Anwendungen*. 2019, Springer. p. 151-185.
110. Russoniello, C.V., K. O'Brien, and J.M. Parks, *EEG, HRV and Psychological Correlates while Playing Bejeweled II: A Randomized Controlled Study*. Stud Health Technol Inform, 2009. **144**: p. 189-92.
111. Bellack, A.S., et al., *The development of a computer-assisted cognitive remediation program for patients with schizophrenia*. 2005. **42**(1): p. 5.
112. Carrard, I., et al., *Evaluation of a guided internet self-treatment programme for bulimia nervosa in several European countries*. 2011. **19**(2): p. 138-149.
113. Sánchez-Ortiz, V.C., et al., *The role of email guidance in Internet-based cognitive-behavioural self-care treatment for bulimia nervosa*. 2011. **19**(4): p. 342-348.
114. Arns, M., et al., *Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD: the effects on inattention, impulsivity and hyperactivity: a meta-analysis*. Clin EEG Neurosci, 2009. **40**(3): p. 180-9.
115. Fernández-Aranda, F., et al., *Video games as a complementary therapy tool in mental disorders: PlayMancer, a European multicentre study*. Journal of Mental Health, 2012. **21**(4): p. 364-374.
116. Difede, J., et al., *Virtual reality exposure therapy for the treatment of posttraumatic stress disorder following September 11, 2001*. 2007. **68**(11): p. 1639.
117. Wiemeyer, J., *Serious Games für die Gesundheit*. 2016: Springer.
118. Nakamura, J. and M.J.H.o.p.p. Csikszentmihalyi, *Flow theory and research*. 2009: p. 195-206.
119. Csikszentmihalyi, M., *Das flow-Erlebnis: jenseits von Angst und Langeweile: im Tun aufgehen*. 1987: Klett-Cotta.
120. Webster, J., L.K. Trevino, and L.J.C.i.h.b. Ryan, *The dimensionality and correlates of flow in human-computer interactions*. 1993. **9**(4): p. 411-426.
121. Nakamura, J. and M. Csikszentmihalyi, *The concept of flow*, in *Flow and the foundations of positive psychology*. 2014, Springer. p. 239-263.
122. Rheinberg, F., *Intrinsische Motivation und Flow-Erleben*, in *Motivation und Handeln*. 2006, Springer. p. 331-354.
123. Nakamura, J. and M.J.H.o.p.p. Csikszentmihalyi, *Flow theory and research*. 2009: p. 195ff.
124. Sweetser, P. and P. Wyeth, *GameFlow: a model for evaluating player enjoyment in games*. 2005. **3**(3 %J Comput. Entertain.): p. 3.

125. Schindegger, T., *Computerspiele: ein Ratgeber für Eltern, PädagogInnen und Medieninteressierte*. 2005: Bertuch.
126. Bühl, A., *Cyberkids: empirische Untersuchungen zur Wirkung von Bildschirmspielen*. Vol. 1. 2000: LIT Verlag Münster.
127. Fritz, J., *Warum Computerspiele faszinieren. Empirische Annäherungen an Nutzen und Wirkung von Bildschirmspielen*. 1995: Juventa.
128. Bogner, K. and U.J.M. Landrock, *GESIS–Leibniz Institut für Sozialwissenschaften, Antworttendenzen in standardisierten Umfragen*. 2015: p. 1f.
129. Beylefeld, A.A. and M.C. Struwig, *A gaming approach to learning medical microbiology: students' experiences of flow*. *Medical Teacher*, 2007. **29**(9-10): p. 933-940.
130. Datta, R., et al., *Are gamers better laparoscopic surgeons? Impact of gaming skills on laparoscopic performance in "Generation Y" students*. *PLoS One*, 2020. **15**(8): p. e0232341.
131. Breiner, T.C. and L.D. Kolibius, *Computerspielsucht–eine Einführung*, in *Computerspiele im Diskurs: Aggression, Amokläufe und Sucht*. 2019, Springer. p. 107-128.
132. Association, A.P., *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. 2013: American Psychiatric Pub.
133. Charlton, J.P. and I.D.J.C.i.h.b. Danforth, *Distinguishing addiction and high engagement in the context of online game playing*. 2007. **23**(3): p. 1531-1548.
134. Brunborg, G.S., et al., *Gaming addiction, gaming engagement, and psychological health complaints among Norwegian adolescents*. 2013. **16**(1): p. 115-128.
135. Ferguson, C.J., M. Coulson, and J.J.J.o.p.r. Barnett, *A meta-analysis of pathological gaming prevalence and comorbidity with mental health, academic and social problems*. 2011. **45**(12): p. 1573-1578.
136. Gentile, D.A., et al., *Pathological video game use among youths: a two-year longitudinal study*. 2011. **127**(2): p. e319-e329.
137. Morrison, C.M. and H.J.P. Gore, *The relationship between excessive Internet use and depression: a questionnaire-based study of 1,319 young people and adults*. 2010. **43**(2): p. 121-126.
138. Mentzoni, R.A., et al., *Problematic video game use: estimated prevalence and associations with mental and physical health*. 2011. **14**(10): p. 591-596.
139. Carli, V., et al., *The association between pathological internet use and comorbid psychopathology: a systematic review*. 2013. **46**(1): p. 1-13.
140. Baniqued, P.L., et al., *Selling points: What cognitive abilities are tapped by casual video games?* 2013. **142**(1): p. 74-86.
141. Oei, A.C. and M.D.J.F.i.p. Patterson, *Enhancing perceptual and attentional skills requires common demands between the action video games and transfer tasks*. 2015. **6**: p. 113.
142. Chandra, S., et al., *Playing action video games a key to cognitive enhancement*. 2016. **84**: p. 115-122.

143. Green, C.S. and D.J.C.b. Bavelier, *Learning, attentional control, and action video games*. 2012. **22**(6): p. R197-R206.
144. Dye, M.W. and D. Bavelier, *Differential development of visual attention skills in school-age children*. *Vision Res*, 2010. **50**(4): p. 452-9.
145. Adachi, P.J., T.J.J.o.y. Willoughby, and adolescence, *More than just fun and games: the longitudinal relationships between strategic video games, self-reported problem solving skills, and academic grades*. 2013. **42**(7): p. 1041-1052.
146. Basak, C., et al., *Can training in a real-time strategy video game attenuate cognitive decline in older adults?* 2008. **23**(4): p. 765.



# Anhang

## Anhang 1: Fragebogen

### Fragebogen

Zu „Einfluss von Videospiele-Erfahrung auf die Geschicklichkeit beim Erlernen neurointerventioneller Techniken“

Studien-Identifikationsnummer:

Datum:

EIGENSCHAFTEN	Bitte Zutreffendes ankreuzen					
<b>Geschlecht</b>	Männlich		Weiblich		Divers	
<b>Alter</b>	< 20	20-30	31-40	41-50	51-60	> 60
<b>Händigkeit im Erwachsenenalter [aktuell]</b>	Rechtshändig		Linkshändig		Beidhändig	
Wurde die <b>Händigkeit umgelernt?</b>	Nein	Unsicher	<i>Falls ja, wie war sie ursprünglich?</i> O Rechts O Links O Beidhändig O k.A.			
Vergangene oder aktuelle <b>Verletzungen, welche die manuelle Geschicklichkeit relevant einschränken</b> (Nerven, Knochen, Muskeln)?	Rechts		Links		keine	

HOBBIES: Videospiele	Bitte Zutreffendes ankreuzen					
Spielen Sie <b>Videospiele</b> ?	Nein	<i>Falls ja, bitte die vier am häufigsten gespielten Titel notieren</i>				
<b>Seit wie vielen Jahren</b> spielen Sie schon Videospiele? <i>[bei mehreren Spielen bitte zeitlich zuordnen]</i>	< 1	1-2	2-4	5-7	8-10	> 10
<b>Wie lange</b> spielen Sie <b>Videospiele pro Woche?</b> [in Stunden]	Nie	< 1	1-5	6-10	11-15	> 15
Spielen Sie eher <b>unregelmäßig</b> Computerspiel, z.B. mehrere Wochen nicht oder selten und dann wieder häufiger?	Ja			Nein		
Welche <b>Plattform</b> nutzen Sie <b>aktuell am meisten?</b> <i>[Bei ähnlich starker Nutzung Mehrfachantwort möglich]</i>	Keine	PC mit Maus und Tastatur		Handy	Konsole (PSP, PS, Xbox, PC mit Controller, etc.)	

Bitte tragen Sie die <b>Häufigkeitsverteilung</b> Ihres Nutzungsverhaltens <b>seit Beginn Ihrer Videospieletätigkeit</b> für die unterschiedlichen <b>Plattformen</b> ein. [in Prozent]	%		%		%		%		%		
	PC (fast nur Maus)		PC (fast nur Tastatur)		PC (Maus und Tastatur etwa gleich)		Handy		Game-Controller (Konsole / PC)		
Spiele welchen <b>Genres</b> spielen Sie aktuell <b>am liebsten</b> ? [Mehrfachantwort möglich]	Keins		Ego-Shooter, Fighting		Strategie		Puzzle, Memory		(MMO-) RPG, Action		Geschicklichkeit, Jump n' Run
Welches Genre wurde am liebsten <b>in der Kindheit</b> gespielt? [Mehrfachantwort möglich]	Keins		Ego-Shooter, Fighting		Strategie		Puzzle, Memory		(MMO-) RPG, Action		Geschicklichkeit, Jump n' Run
Bestehen <b>wechselnde Genre-Interessen</b> ?	<i>Wenn ja, bitte notieren, zwischen welchen</i>										
Würden Sie sich als <b>Gamer</b> bezeichnen?	Nein					Ja					
<b>HOBBIES: Musik</b>	<b>Bitte Zutreffendes ankreuzen</b>										
Spielen Sie ein <b>Instrument</b> ?	Nein		<i>Falls ja, bitte notieren, ggf. auch mehrere Instrumente</i>								
<b>Seit wie vielen Jahren</b> musizieren Sie schon? [bei mehreren Instrumenten bitte zeitlich zuordnen]	< 1		1-2		2-4		5-7		8-10		> 10
<b>Wie lange</b> musizieren Sie <b>pro Woche</b> ? [in Stunden]	< 1		1-5		6-10			11-15		> 15	
Wie schätzen Sie die <b>körperliche Betonung</b> Ihrer musikalischen Aktivität ein?	Nur FF					GK					Nur HF
	FF = fuß-/beinfokussiert; GK = Ganzkörper; HF = handfokussiert										
<b>HOBBIES: Sport</b>	<b>Bitte Zutreffendes ankreuzen</b>										
Treiben Sie <b>Sport</b> in Ihrer Freizeit?	Nein		<i>Falls ja, bitte notieren, ggf. mehrere Sportarten</i>								
Integrieren Sie <b>sportliche Aktivitäten</b> , wie z.B. Treppen statt Aufzug oder mit dem Rad zur Arbeit fahren, in den <b>Alltag</b> ?	Selten / fast nie		Weniger als die Hälfte aller Gelegenheiten			Mehr als die Hälfte aller Gelegenheiten			Sehr oft / ständig		
<b>Seit wie vielen Jahren</b> treiben Sie schon Sport? [bei mehreren Arten bitte zeitlich zuordnen]	< 1		1-2		2-4		5-7		8-10		> 10

Wie oft treiben Sie <b>Sport pro Woche?</b> [in <u>Stunden</u> ]	< 1	1-5	6-10	11-15	> 15				
Wie schätzen Sie die <b>körperliche Betonung</b> Ihrer sportlichen Aktivität ein?	Nur FF			GK					Nur HF
FF = fuß-/beinfokussiert; GK = Ganzkörper; HF = handfokussiert									
<b>HOBBIES: andere Arten</b>	<b>Bitte Zutreffendes ankreuzen</b>								
Betreiben Sie regelmäßig weitere <b>Hobbies (unabhängig von den bereits oben genannten)?</b>	Nein		<i>Falls ja, bitte notieren</i>						
<b>Seit wie vielen Jahren</b> betreiben Sie diese schon? <i>[bei mehreren Arten bitte zeitlich zuordnen]</i>	< 1	1-2	2-4	5-7	8-10	> 10			
<b>Wie oft</b> betreiben Sie diese <b>pro Woche?</b> [in <u>Stunden</u> ]	< 1	1-5	6-10	11-15	> 15				
Wie schätzen Sie die <b>körperliche Betonung</b> Ihrer sonstigen Hobbies ein?	Nur FF			50/50					Nur HF
FF = fuß-/beinfokussiert; 50/50 = beides gleich; HF = handfokussiert									

<b>BERUF</b>	<b>Bitte Zutreffendes ankreuzen</b>										
Welche <b>berufliche Tätigkeit</b> üben Sie aus?	<i>Bitte notieren</i>										
Haben Sie <b>Erfahrungen im Umgang mit Kathetersystemen?</b> <i>[Falls ja, bitte Fachgebiet und Zeitraum ankreuzen]</i>	Nein		Radiologisch	Kardiologisch	Andere						
			< 3 Jahre	3 – 6 Jahre	> 6 Jahre						
Haben Sie Erfahrung beim <b>Analysieren von Angiographien?</b> <i>[Falls ja, bitte Fachgebiet und Zeitraum ankreuzen]</i>	Nein		Radiologisch	Kardiologisch	Andere						
			< 3 Jahre	3 – 6 Jahre	> 6 Jahre						
Wie hoch ist Ihre <b>Wochenarbeitszeit?</b> [in <u>Stunden</u> ]	< 10	10-20	21-30	31-40	41-50	> 50					
Wie hoch ist der <b>handwerkliche Teil?</b> [in <u>Stunden pro Tag</u> ]	_____ h/ Tag										
<i>Für die Bewältigung Ihrer handwerklichen Tätigkeiten:</i> <b>Wie hoch</b> ist das durchschnittlich hierfür <b>benötigte Geschicklichkeitslevel?</b>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 = nur grobmotorisch; 10 = nur feinmotorisch											

PERSÖNLICHKEIT	Bitte Zutreffendes ankreuzen.	
Würden Sie gerne zeitnah einen <b>erneuten Versuch unternehmen</b> , um Ihre Leistung weiter zu verbessern?	Nein	Ja
Wie stark war Ihre <b>mentale Beanspruchung</b> ?		
	Niedrig	Niedriger
	Höher	Hoch
Wie stark war Ihre <b>physische Beanspruchung</b> ?		
	Niedrig	Niedriger
	Höher	Hoch
Wie stark war Ihr Gefühl, dass die <b>Zeit während der Versuche schnell verging</b> ?		
	Niedrig	Niedriger
	Höher	Hoch
Wie <b>erfolgreich</b> schätzen Sie Ihre <b>erbrachte Leistung</b> ein?		
	Totalschaden	Fehlerhaft
	Perfekt	
Wie <b>hart</b> mussten Sie <b>arbeiten</b> , um die Aufgaben zu lösen?		
	Niedrig	Niedriger
	Höher	Hoch
Wie <b>unsicher, entmutigt, irritiert, gestresst und / oder genervt</b> waren Sie?		
	Niedrig	Niedriger
	Höher	Hoch

## **Anhang 2: Einwilligung- und Datenschutzerklärung**

*Version 2, vom 07.08.2020*

Klinik und Poliklinik für Neuroradiologie

der Universitätsmedizin Mainz

Langenbeckstr. 1

55131 Mainz

### **Einfluss von Videospiele-Erfahrung auf das Erlernen neurointerventioneller Techniken (GGS)**

#### **Patienteninformation zum Datenschutz und Einwilligungserklärung**

Sehr geehrte\*r Proband\*in,

wir möchten Sie fragen, ob Sie an einer wissenschaftlichen Studie teilnehmen möchten. Ziel der Studie ist es herauszufinden, ob insbesondere Videospiele-Erfahrung einen Einfluss auf das Erlernen und Ausführen neurointerventioneller Manöver hat. Räumliches Vorstellungsvermögen ist ein relevanter Faktor für Interventionalisten, wie Studien bereits belegten. Es ist anzunehmen, dass feinmotorische Auge-Hand-Koordination und Geschick im Umgang mit Werkzeugen diesbezüglich eine ähnliche Relevanz haben. Videospiele weisen eine Schnittmenge mit allen genannten Eigenschaften auf und bietet sich demnach als Forschungsgegenstand an. Um weitere Zusammenhänge zu finden sollen die Probanden nach Merkmalen stratifiziert werden, die ebenso Einfluss auf interventionelle Fähigkeiten haben könnten. Stratifiziert wird u.a. nach Alter, Geschlecht, Beruf und Berufserfahrungen, persönlichen Einstellungen bei

Herausforderungen, Freizeitbeschäftigungen (z.B. Videospieleerfahrung) und Händigkeit (Rechts- / Linkshänder).

Die Studie wird an der Klinik und Poliklinik für Neuroradiologie der Universitätsmedizin Mainz auf Veranlassung von Herrn Professor Dr. med. (...) durchgeführt und von Sebastian Reder und (...) geleitet. Es werden insgesamt 30-50 Probanden an der Studie teilnehmen.

Im Rahmen der Studie sollen ausschließlich der Prozess des Erlernens neurointerventionellen Katheterisierens und persönliche Eigenschaften erfasst und auf mögliche Zusammenhänge analysiert werden. Dabei handelt es sich um folgende Daten: wir möchten bei Ihrer Durchführung von zwei simulierten Neurointerventionen Videoaufnahmen des Katheters im Modell machen. Hieraus ermitteln wir Parameter, um Ihre persönliche Leistung mit denen anderer Probanden vergleichen zu können.

Sie werden gebeten, zusätzlich zum üblichen Vorgehen einen Fragebogen auszufüllen. Dieser ist mit einer Nummer zu versehen, die Sie von uns erhalten und die der Zuordenbarkeit des Fragebogens zu den Aufnahmen Ihrer beiden Interventionen dienen soll.

Die Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig. Sie werden nur dann einbezogen, wenn Sie dazu schriftlich Ihre Einwilligung erklären. Sofern Sie nicht an der Studie teilnehmen oder später aus ihr ausscheiden möchten, entstehen Ihnen dadurch keine Nachteile. Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, Ihre Einwilligung mündlich oder schriftlich widerrufen.

Die Studie wurde der zuständigen Ethikkommission vorgelegt. Sie hat keine Einwände erhoben.

### **Mögliche Risiken, Beschwerden und Begleiterscheinungen**

Da im Rahmen unserer Studie nur Daten erhoben werden, sind mit der Teilnahme keine medizinischen Risiken verbunden.

### **Möglicher Nutzen aus Ihrer Teilnahme an der Studie**

Sie werden durch Ihre Teilnahme an dieser Studie keinen Nutzen für Ihre Gesundheit haben. Die Ergebnisse dieser Studie können dazu beitragen mögliche Unterschiede

in persönlichen Eigenschaften zu finden, die die Fähigkeiten des motorischen Lernens beeinflussen könnten.

## **Datenschutz**

Rechtsgrundlage für die Datenverarbeitung ist Ihre freiwillige Einwilligung (Art. 6 Abs. 1 Buchst. c) DSGVO).

Der Verantwortliche für die Datenverarbeitung ist:<sup>1</sup> *Sebastian Reder und (...), Institut für Neuroradiologie, Universitätsmedizin Mainz*

Die Daten werden zu jeder Zeit vertraulich behandelt. Die Daten werden in anonymisierter Form an *den Initiator der Studie Herrn Professor Dr. med. (...)* bzw. von ihm beauftragte Stellen zum Zweck der wissenschaftlichen Auswertung weitergeleitet. Zugriff auf die personenbezogenen Daten haben nur die zuständigen Personen im jeweiligen Studienzentrum.

Anonymisieren bedeutet, dass die personenbezogenen Daten wie der Name und das Geburtsdatum nicht mehr einer konkreten Person zugeordnet werden können. Die Angabe des Geburtsdatums wird auf das Geburtsjahr beschränkt. **Im Studienzentrum ist keine Liste hinterlegt, auf der die Namen den Nummern- und/oder Buchstabencodes zugeordnet sind. Es wird dementsprechend lediglich eine Zuordnung der Videodaten mit denen des Fragebogens über eine Studien-ID erfolgen. Auf dem Fragebogen werden keine persönlichen Daten im Sinne von Klarnamen, Geburtsdatum, Wohnort oder Erkrankungen abgefragt. Die Videodaten werden ohne Tonspur verarbeitet.**

Die Daten werden bis Abschluss der Studie aufbewahrt. Sie sind gegen unbefugten Zugriff gesichert. Sie werden gelöscht, wenn sie nicht mehr benötigt werden.

Zuständige und zur Verschwiegenheit verpflichtete Mitarbeiter des Initiators der Studie oder von ihm zum Zweck der wissenschaftlichen Auswertung beauftragter Unternehmen (Näheres dazu in der datenschutzrechtlichen Einwilligungserklärung) können, auch nachdem alle relevanten Daten bereits übermittelt wurden, Einsicht in die beim Studienzentrum vorhandenen Unterlagen nehmen.

---

<sup>1</sup> Verantwortlicher für die Datenverarbeitung ist derjenige, der über Zwecke und Mittel der Datenverarbeitung entscheidet (Art. 4 Nr. 7 DSGVO).

### **Sind mit der Datenverarbeitung Risiken verbunden?**

Bei jeder Erhebung, Speicherung, Nutzung und Übermittlung von Daten bestehen Vertraulichkeitsrisiken (z.B. die Möglichkeit, die betreffende Person zu identifizieren). Diese Risiken lassen sich nicht völlig ausschließen und steigen, je mehr Daten miteinander verknüpft werden können. Der Initiator der Studie versichert Ihnen, alles nach dem Stand der Technik Mögliche zum Schutz Ihrer Privatsphäre zu tun und Daten nur an Stellen weiterzugeben, die ein geeignetes Datenschutzkonzept vorweisen können. Medizinische Risiken sind mit der Datenverarbeitung nicht verbunden.

Die persönlichen Daten werden nicht in Länder außerhalb des EU-Binnenraumes weitergegeben.

### **Kann ich meine Einwilligung widerrufen?**

Sie können Ihre jeweilige Einwilligung jederzeit ohne Angabe von Gründen schriftlich oder mündlich widerrufen, ohne dass Ihnen daraus ein Nachteil entsteht, sofern die Anonymisierung dies noch nicht verhindert. Wenn Sie Ihre Einwilligung widerrufen, werden keine weiteren Daten mehr erhoben. Die bis zum Widerruf erfolgte Datenverarbeitung bleibt jedoch rechtmäßig.

Sie können im Fall des Widerrufs auch die Löschung Ihrer Daten verlangen.

### **Welche weiteren Rechte habe ich bezogen auf den Datenschutz?**

Grundsätzlich haben Sie das Recht, vom Verantwortlichen Auskunft über die von Ihnen gespeicherten Daten (einschließlich der kostenlosen Überlassung einer Kopie der Daten) zu verlangen, sofern die Anonymisierung dies noch nicht verhindert. Ebenfalls können Sie die Berichtigung unzutreffender Daten sowie gegebenenfalls eine Übertragung der von Ihnen zur Verfügung gestellten Daten und die Einschränkung ihrer Verarbeitung verlangen, sofern die Anonymisierung dies noch nicht verhindert.

Bitte wenden Sie sich im Regelfall an die Verantwortlichen.

Bei Anliegen zur Datenverarbeitung und zur Einhaltung der datenschutzrechtlichen Anforderungen können Sie sich auch an folgende Datenschutzbeauftragte wenden:

a. Herr Sebastian Reder, [sebastian.reder@unimedizin-mainz.de](mailto:sebastian.reder@unimedizin-mainz.de)

b. Frau (...), (...)@unimedizin-mainz.de

Sie haben ein Beschwerderecht bei jeder Aufsichtsbehörde für den Datenschutz. Eine Liste der Aufsichtsbehörden in Deutschland finden Sie unter

[https://www.bfdi.bund.de/DE/Infothek/Anschriften\\_Links/anschriften\\_links-node.html](https://www.bfdi.bund.de/DE/Infothek/Anschriften_Links/anschriften_links-node.html)

### **Ansprechpartner für Fragen zur Studie**

Wenn Sie Fragen zu dieser Studie haben, wenden Sie sich bitte an:

Sebastian Reder *ODER* (...)

Institut für Neuroradiologie der Universitätsmedizin Mainz

Telefon: 06131 – 17 7139

E-Mail: (...)@unimedizin-mainz.de *ODER* [sebastian.reder@unimedizin-mainz.de](mailto:sebastian.reder@unimedizin-mainz.de)

## Einwilligungserklärung

### Einfluss von Videospiele-Erfahrung auf das Erlernen neurointerventioneller Techniken

Name des Probanden in Druckbuchstaben:.....

1. Ich willige ein, dass anonymisierte Daten, wie in der Informationsschrift beschrieben, erhoben und in Papierform sowie auf elektronischen Datenträgern der Neuroradiologie der Universitätsmedizin Mainz aufgezeichnet werden.

Soweit erforderlich, dürfen die erhobenen Daten weitergegeben werden:

- a) An Professor (...) oder von diesem beauftragte Stellen und wissenschaftliche Mitarbeiter zum Zweck der wissenschaftlichen Auswertung,
  - b) im Falle unerwünschter Ereignisse: an die jeweils zuständige Ethik-Kommission und zuständige Behörden sowie von dieser an die Europäische Datenbank.
2. Ich bin von Herrn Reder / Frau (...) über Wesen, Bedeutung und Tragweite der Studie sowie die sich für mich daraus ergebenden Anforderungen aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text der Patientenaufklärung und dieser Einwilligungserklärung gelesen.
  3. Ich hatte ausreichend Zeit, Fragen zu stellen und mich zu entscheiden. Aufgetretene Fragen wurden mir vom Studienarzt beantwortet.
  4. Ich bin darüber aufgeklärt worden, dass ich meine Einwilligung jederzeit widerrufen kann. Im Falle des Widerrufs werden keine weiteren Daten mehr erhoben. Ich kann in diesem Fall die Löschung der Daten verlangen, sofern die Anonymisierung dies noch nicht verhindert.
  5. Ich willige ein, dass die Daten nach Beendigung oder Abbruch der Versuchsdurchführung mindestens zwei Jahre und maximal sechs Jahre aufbewahrt werden.
  6. Ein Exemplar der Informationsschrift und der Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Ein Exemplar verbleibt im Prüfzentrum.
  7. Ich weiß, dass ich meine freiwillige Mitwirkung jederzeit beenden kann, ohne dass mir daraus Nachteile entstehen.

**Ich willige in die Verarbeitung der genannten Daten ein.**

Ich erkläre mich bereit, an der Studie teilzunehmen und willige in die Verarbeitung meiner Daten (Fragebogen und Video) ein.

---

(Name und Vorname in Druckschrift)

---

(Datum)

---

(Unterschrift)

**Erklärung und Unterschrift des aufklärenden Personals**

Ich habe das Aufklärungsgespräch geführt und die Einwilligung eingeholt.

---

(Name und Vorname in Druckschrift)

---

(Datum)

---

(Unterschrift)