

Neurofeedback – Der Einfluss der Ästhetik auf die Motivation und das Flow-Erlebens von Patient*innen

Eine experimentelle Untersuchung

Autorin

Carmen Morrison

carmen.morrison@students.fhnw.ch

Betreuungsperson

Andreas Sonderegger

andreas.sonderegger@unifr.ch

Nicolas Henchoz

EPFL + ECAL Lab

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Theorie	5
2.1	Bio- und Neurofeedback	5
2.2	Motivation und das Flow-Erleben.....	8
2.3	Ästhetik	16
2.4	Emotionen	17
2.5	Forschungslücken und Hypothesen	18
3	Methode	20
3.1	Stichprobe und Design	20
3.2	Ablauf	21
3.3	Visualisierungen	23
3.4	Instrumente und Messgrößen	26
3.4.1	Subjektive Ästhetik	27
3.4.2	intrinsische Motivation	27
3.4.3	Flow-Erleben.....	28
3.4.4	Emotionen	29
3.5	Datenanalyse	30
4	Auswertung.....	32
4.1	Ästhetik	33
4.2	Intrinsische Motivation	33
4.3	Flow.....	34
4.4	Glatter Verlauf.....	34
4.5	Absorbiertheit.....	35
4.6	Emotionen	36
4.7	«Gewünschte Zeit» / «Geschätzte Zeit».....	38
5	Diskussion	40
6	Fazit	46
7	Literaturverzeichnis	47
8	Abbildungsverzeichnis	54
9	Tabellenverzeichnis.....	56

Abstract

Die aktuelle Forschung zur Neurofeedback Therapie zeigte, dass die Motivation der Patient*innen ein wichtiger Faktor für den Therapieerfolg ist. Diese wiederum lässt sich vermutlich positiv durch ein Flow-Erleben beeinflussen. Wenig Erkenntnis besteht hingegen darüber wie die Ausgestaltung einer Neurofeedback Therapie die Motivation und das Flow-Erleben der Patient*innen beeinflusst. Diese Studie simuliert deshalb mittels eines Experiments mit 20 Testpersonen eine Neurofeedback Therapie, wobei die Ästhetik eines an die Testpersonen übermittelten visuellen Feedbacks in jeweils vier Durchgängen variiert. Nach jedem Durchgang wird mittels Fragebogen die Motivation und die Stärke des möglichen Flow-Erlebens erhoben. Eine Varianzanalyse sowie OLS-Regressionen ermöglichen den Effekt eines ästhetischen Feedbacks auf die Motivation und das Flow-Erleben der Testpersonen zu schätzen. Dabei wurde mit verschiedenen Erfolgsmeldungen kontrolliert, ob sich allfällige Effekte nach so genannten «Respondern» und «Non-Respondern» unterscheiden. Der erwartete positive Zusammenhang zwischen Ästhetik und Motivation stellte sich zwar ein, war aber relativ klein und statistisch nicht signifikant.

Anzahl Zeichen (inkl. Leerzeichen): 96'670

1 Einleitung

«Von der Esoterik zur Wissenschaft», so lautete im Jahr 2015 die Überschrift des Artikels von Dr. med. Wolfgang Prinz, Facharzt FMH für Kinder- und Jugendpsychiatrie (Prinz, 2015). Galt die Therapiemethode Neurofeedback lange als nicht fundiert, hat sie in den letzten Jahren in der Wissenschaft zunehmend Beachtung erfahren (Enriquez-Geppert, 2019). Gemäss Enriquez-Geppert (2019) liegt dies an zwei Faktoren: Einerseits an dem allgemeinen technischen Fortschritt und andererseits an neuen Erkenntnissen zu neuropsychologischen Zusammenhängen. Denn bereits 1962 entdeckte Barry Stermann durch seine Schlafforschung das Potenzial der Neurofeedback Therapie (Haus et al., 2016). Damals waren jedoch technische Hilfsmittel noch wenig verbreitet und die Forschung bezüglich der Lernprozesse im Gehirn erst am Anfang. Unter anderem aus diesen Gründen dauerte es nach den Studien von Barry Stermann noch Jahrzehnte bis weitere Forschende sich für diese Methode interessierten.

Bei der Neurofeedbackmethode werden Gehirnströme von Patient*innen mithilfe von Elektroden gemessen (Haus et al., 2016). Auf Grund dieser Messung werden der therapierten Person Informationen über ihre Gehirnaktivitäten in Form eines visuellen, auditiven oder haptischen Feedbacks zurückgemeldet. Dieses Feedback ermöglicht die Zugänglichkeit zu den Gehirnaktivitäten, die normalerweise weder wahrnehmbar noch steuerbar sind. Das Feedback ist dabei davon abhängig, ob die momentanen Gehirnaktivitäten erwünscht sind oder nicht. Die Patient*innen entwickeln und trainieren dadurch neue mentale Strategien. Die kognitiven Funktionen können so reguliert und damit zusammenhängende Krankheitssymptome reduziert werden (Enriquez-Geppert, 2019).

Nach den Entdeckungen von Barry Stermann (1972, zitiert nach Haus et al., 2016) wurde die Neurofeedback Therapie bald darauf zur Behandlung von Epilepsie eingesetzt. Mit der Zeit wurde festgestellt, dass Neurofeedback auch andere Symptome wie Tinnitus, Stress und Schlafstörungen lindern kann (Güntensperger, Thüring, Meyer, Neff & Kleinjung, 2017; Hanslmayr, Sauseng, Doppelmayr, Schabus & Klimesch, 2005). Nach wie vor gibt es aber auch Kritik an der Neurofeedbackmethode. Das liegt im Wesentlichen daran, dass nicht restlich geklärt ist, welche neuropsychologischen Prozesse bei der Therapie ablaufen und warum

die Wirkung nicht bei allen Personen einsetzt (Kadosh & Staunton, 2019). Trotz diverser Untersuchungen konnte dieser wichtige Punkt noch nicht restlos geklärt werden (Kadosh & Staunton, 2019).

Um mögliche Voraussetzungen für eine Wirksamkeit der Neurofeedback Therapie zu finden, analysierten Kadosh und Staunton (2019) 217 Arbeiten, welche sich mit der Neurofeedback Therapie beschäftigten. Dabei entdeckten sie, dass der Faktor Aufmerksamkeit, der wohl grösste Prädiktor für ein erfolgreiche Regulation der Gehirnaktivitäten ist. Dabei ist die Aufmerksamkeit ein komplexer Prozess, der schwierig von anderen Konstrukten wie der Motivation oder der Stimmung abzugrenzen ist (van de Sand, 2017). In den meisten von Kadosh und Staunton (2019) untersuchten Studien wurden die variierenden Leistungsergebnisse der Testpersonen auf die erhöhte Aufmerksamkeit zurückgeführt, welcher eine höhere Motivation, oder die Beanspruchung von Aufmerksamkeitsressourcen zu Grunde liegen. Diese Ressourcen wiederum wurden durch Emotionen hervorgerufen (Kadosh & Staunton, 2019).

Diese Erkenntnisse legen nahe, dass wenn Personen in einen Zustand erhöhter Aufmerksamkeit (ausgelöst durch Motivation und Emotionen) versetzt werden, dies zum Erfolg der Neurofeedback Therapie beitragen kann. Es stellt sich nun die Frage, wie Patient*innen in einen solchen Zustand der erhöhten Aufmerksamkeit versetzt werden können.

Hierbei könnte eine Form der Motivation zu mehr Erkenntnissen führen – Das Flow-Erleben. Dieser Begriff wurde im Wesentlichen von Csikszentmihalyi (1975) geprägt, der ein Mitbegründer des relativ neuen Fachgebiets der positiven Psychologie ist. Durch eine umfangreiche Interviewstudie versuchte er Merkmale des Erlebens zu identifizieren, die eine Tätigkeit erfüllen muss, damit eine Person sie immer wieder ausführen will. Dabei stellte er fest, dass sich in den verschiedenen untersuchten Tätigkeitsgebieten bestimmte Erlebniskonfigurationen wiederholten. Hierbei befinden sich Personen in einem Zustand, in dem sie sich in der Tätigkeit verlieren und trotz erhöhter Aufmerksamkeitsanforderung ein Gefühl der Kontrolle haben.

Studien im Bereich des Leistungssports (Stavrou, Jackson, Zervas & Karteroliotis, 2007) und des spielbasierten Lernens (Hsieh, Lin & Hou, 2016) zeigen, dass das Flow-Erleben positive Auswirkungen auf die Leistung einer Person haben kann

(Gruzelier, Inoue, Smart, Steed & Steffert, 2010). Schüler und Brunner (2009) vermuten dabei, dass die Leistung durch indirekte Belohnungseffekte beeinflusst wird. Das als positiv erlebte Flow-Empfinden (Belohnung) während einer Tätigkeit, führt demnach zu einer erhöhten Leistung. Wie ein Flow-Erleben während eines Neurofeedback Trainings erzeugt werden kann, ist dabei von der Art des Feedbacks (z.B. auditiv, haptisch oder visuell) abhängig. Eigene Literaturrecherchen zeigten ein deutliches Überwiegen von Studien auf, die visuelle Feedbacks einsetzten (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**)¹. Aufgrund der relativ einfachen Anwendung wird vermutet, dass die visuelle Methode auch in der Praxis am Häufigsten eingesetzt wird. Um den Nutzen für die Praxis zu erhöhen, konzentriert sich demnach auch die vorliegende Arbeit auf das visuelle Feedback. Es gibt dabei eine grosse Spannweite von Arten visuellen Feedbacks. Eine Visualisierungsform ist die Präsentation von Balken (Berman, Horovitz, Venkataraman & Hallett, 2012; Zotev, Phillips, Yuan, Misaki & Bodurka, 2014), z.B. in Form von Thermometern (Johnston et al., 2011). Weiter werden beispielsweise Formen oder Buchstaben (Hwang, Kwon, & Im, 2009), Filme (van Dongen-Boomsma, Vollebregt, Slaats-Willemsen, & Buitelaar, 2013) oder Bewegungen von Gliedmassen (z.B. bei Rehabilitations-Trainings) (Sollfrank et al., 2015; Kondo et al., 2015) gezeigt.

Eine häufig eingesetzte Form ist das Computerspiel. Dabei werden sowohl animierte VR (Virtual Reality) Umgebungen (Marzbani, Marateb & Mansourian, 2016; Kosch, Hassib, & Schmidt, 2016) als auch 2D Spiele eingesetzt. Forschungsarbeiten, welche 2D Spiele nutzten, setzten beispielsweise Schachspiele, Aufgaben mit Quadraten (Mottaz et al., 2015; Mano et al., 2017) und Textfelder (Thomas, Vinod & Guan, 2014) ein. Bei der Analyse dieser Studien wurde festgestellt, dass ein wesentlicher Aspekt vernachlässigt wird – Die Ästhetik. Dies obwohl die Ästhetik in fast jedem Bereich unseres Lebens eine wichtige Rolle spielt. Dies zeigen beispielsweise Studien aus den Gebieten Usability (Thomas et al., 2014), des Marketings / Produktgestaltung (Ufelmann, 2010), in der Architektur (Nasar, 1994) sowie bei

¹Leider konnten keine Zahlen, bezüglich der Anwendungshäufigkeit von Visualisierungen oder VR (Virtual Reality) in der Praxis gefunden werden. Da die Form des VR aber eher teuer ist, wird davon ausgegangen, dass die herkömmliche Art der Visualisierungen öfter verwendet werden.

Lerninhalten (Zain, Tey & Goh, 2011). Gerade aber das steigende Interesse der Ästhetik im Kontext der Gestaltung und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) deuten darauf hin, dass die Berücksichtigung der Ästhetik des visuellen Feedbacks ein zentraler Faktor der Neurofeedback Therapie sein könnte.

In der Literatur finden sich kaum Studien, welche sich mit dem Flow-Erleben und der Ästhetik im Kontext der Neurofeedback beschäftigen. In dieser Arbeit wird durch ein Experiment mit Messwiederholungen versucht, folgende Fragestellung zu beantworten

Welchen Einfluss hat die Ästhetik eines visuellen Feedbacks bei der Neurofeedback Therapie auf die Motivation und eines möglichen Flow-Erleben der Patient*innen.

Um diese Fragestellung zu beantworten wurden zwei Hypothesen aufgestellt und mit Hilfe eines Experiments untersucht

Das Kapitel 2 der vorliegenden Arbeit behandelt für die Fragestellung relevante Theorie als Grundlage für die Forschungsarbeiten. In Kapitel 3 werden die durchgeführten Untersuchungen detailliert beschrieben. Zuletzt werden die Ergebnisse dargestellt (Kapitel 4), interpretiert (Kapitel 5) und zusammengefasst (Kapitel 6).

2 Theorie

In diesem Kapitel wird zum besseren Verständnis näher auf die Neurofeedback Theorie und seine Ursprünge (Biofeedback) eingegangen. Anschliessend werden verschiedene Aspekte (die Motivation, das Flow-Erleben, die Ästhetik und die Emotionen) betrachtet, welche die Wirkung der Therapieform beeinflussen können. Zum Schluss wird die Relevanz dieser Untersuchung aufgezeigt.

2.1 Bio- und Neurofeedback

Das Neurofeedback basiert auf der Methode des Biofeedbacks. Haus et al. (2016) beschreibt den Begriff „Biofeedback“ als, «Rückmeldung körperlicher Prozesse, die normalerweise immer ablaufen und reguliert werden, aber nicht immer bewusst wahrnehmbar sind.» (S. 4). Beispielsweise atmen wir schneller, wenn wir uns anstrengen, ohne dass wir dies aktiv regulieren. Durch das Biofeedback kann sowohl ein Zustand sowie die Veränderbarkeit körperlicher Prozesse aufgezeigt werden. Durch diese Rückkopplung (= Feedback) können gewünschte Soll-Zustände trainiert und erlernt werden. Im übertragenen Sinn kann man sich das Gehirn als Instrument vorstellen. Somit stellt das Feedback die Klänge dar, anhand derer die gewünschte Melodie (Gehirnzustände) erlernt wird.

Das Biofeedback umfasst die Rückkoppelungen des Peripheren Nervensystems (PNS). Das PNS beinhaltet Nervenfasern und -zellen, die ausserhalb des Zentralen Nervensystems (ZNS) liegen. Das PNS wird wiederum in das somatische (willentliche) und das vegetative (autonome) Nervensystem unterteilt.

Das Neurofeedback hingegen bezeichnet das Feedback des Gehirns, was dem ZNS zugeordnet wird und sowohl das Gehirn als auch das Rückenmark umfasst (Haus et al., 2016).

Die Anfänge des Neurofeedback in den 1960er Jahren basieren auf verschiedenen vorangegangenen Errungenschaften (Othmer, 2016). So legte die Entdeckung des Lerngesetzes der Wirkung von Edward Lee Thorndike (Thorndike, 1898) die Grundlage für die instrumentelle Konditionierung. Ebenso relevant war die Etablierung der operanten Konditionierung unter Burrhus Frederic Skinner (1991, zitiert nach Othmer, 2016, S.23) und die Entwicklung der klassischen Konditionierung durch Ivan Pavlov (Pavlov, 1928, zitiert nach Othmer, 2016, S.23). Im Weiteren waren die Erkenntnisse durch Hans Berger (Berger, 1938, zitiert nach Othmer, 2016,

S.23) über das EEG (Elektroenzephalogramm), mit der die elektrische Aktivität im Gehirn gemessen wird, von grosser Bedeutung.

Tatsächlich blieb der Hauptnutzen des EEG in der Neurologie jahrzehntelang bescheiden, bis neue Mess- und Analyseinstrumente sowie Untersuchungen die Möglichkeiten des Instrumentes aufzeigten. Aber warum müssen bestimmte Gehirnaktivitäten überhaupt trainiert werden?

Elf Millionen Sinneseindrücke wirken jede Sekunde von aussen auf den Menschen ein (Hagendorf et al. 2011, zitiert nach van de Sand, 2017, S. 28). Zusätzlich werden Informationen der Organe an das Gehirn weitergeleitet. Dabei kann das Gehirn nicht auf all diese Eindrücke reagieren und muss entscheiden, was wichtig und was unwichtig ist. Dabei kommt es auf den Erregungszustand des Gehirnes an, ob und welche Informationen aufgenommen und weitergeleitet werden (Haus et al., 2016). Ist die Stufe der Erregung zu niedrig oder zu hoch, werden höhere Hirnfunktionen (wie z.B. das Denken, Lernprozesse oder Erinnerungen) verhindert (Hoppe-Graff, 2014). Aus diesem Grund ist es von grosser Bedeutung, dass das Gehirn die Balance zwischen Erregung und Hemmung halten kann.

Diese Balance soll durch die Wahrnehmung der inneren Zustände und die diesbezügliche Selbstkontrolle (von emotionalen und physischen Prozessen) verbessert werden und so die Gehirnfunktionen positiv beeinflussen (Haus et al., 2016).

Diese beschriebenen Mechanismen sind Formen des Lernens und basiert auf der Theorie des operanten Konditionierens. Vereinfacht ausgedrückt entspricht dies dem Lernen durch und mit Konsequenzen (Skinner, 1991). Diese Erkenntnisse wurden wesentlich von Burrhus Frederic Skinner (Haus et al., 2016) geprägt. Dabei führen gewisse Verhaltensweisen oder eine Reaktion zu bestimmten Konsequenzen und diese wiederum entscheiden darüber, ob das Verhalten wieder gezeigt wird oder nicht. Skinner spricht dabei von positiver und negativer Verstärkung. Er definierte, dass bei der positiven Verstärkung auf ein Verhalten ein positiver Reiz folgt, was zu einem häufigeren Auftreten des Verhaltens führen soll. Zum Beispiel, wenn ein Schüler eine gute Note für eine bestimmte Leistung erhält. Bei der negativen Verstärkung ist der Reiz negativ und entfällt, wenn das gewünschte Verhalten wieder auftritt. Zum Beispiel, wenn ein Kind zur Bestrafung zu Hause bleiben muss und erst

wieder mit anderen Spielen darf, wenn es seinen Fehler eingesehen hat (Hoppe-Graff, 2014).

Wie diese Lernform in Zusammenhang mit dem Neurofeedback steht, zeigen die Anfänge der Therapie-Methode. Joe Kamiya wird als ursprünglicher Entdecker des Neurofeedbacks (1958, Kamiya J. 1968, zitiert nach Othmer, 2016, S.31) an der Universität in Chicago angesehen. Dabei erforschte er die operante Konditionierung des Entspannungszustandes (Kamiya J. 1966, zitiert nach Othmer, 2016, S.85). Er verknüpfte die Erkenntnisse aus den Neurowissenschaften mit jenen der Konditionierung, indem er mit einer Glocke läutete, wenn er den gewünschten Alpha-Spindel² im EEG der Testpersonen bemerkte. Dadurch wurden die Leute auf ihren Alpha-Zustand aufmerksam. Mit der Zeit konnten die Testpersonen die Alpha-Wellen schneller produzieren (Kamiya J. 1966, zitiert nach Haus et al., 2016, S.46).

Wie das Neurofeedback wirken kann zeigte etwas später auch der Schlafforscher M. Barry Serman auf (1972, zitiert nach Othmer, 2016, S.24). Er entwickelte ein operantes Konditionierungsdesign, in dem auditive Reize mit elektrischer Stimulation des basalen Frontalhirns gekoppelt wurden und damit bei Katzen Schlafverhalten hervorgerufen wurde. Nach einer gewissen Zeit reichte der auditive Stimulus aus, damit die Katzen müde wurden und einschliefen.

1974 publizierte Serman eine Forschungsarbeit, bei welcher er im Auftrag der amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA die Wirkungen des toxischen Raketentreibstoffs Monomethylhydrazin (MMH) erforschte (Haus et al., 2016). Die Experimente führte er ebenfalls mit Katzen durch. Er zeigte, dass manche Katzen dem giftigen Treibstoff gegenüber resistent waren und an keinen epileptischen Anfällen litten, während andere starke Anfälle aufwiesen. Dabei waren diejenigen Katzen resistent, mit denen er das EEG Training durchgeführt hatte. So konnte er aufgezeigt, dass das EEG Training die Schwelle für epileptische Anfälle erhöht. Diese Ergebnisse wurden durch spätere Studien an Rhesusaffen bestätigt (Zonta et al., 2003).

² . Eine Alpha-Spindel ist ein typischer Gehirnwellen-Rhythmus, welcher in der EEG-Aufzeichnung einer Spindel ähnlichsieht und eine Frequenz von 8-10 Hz umfasst. Dabei befindet sich eine Person in einem Entspannungszustand.

Das Neurofeedback wird heute in verschiedenen Gebieten eingesetzt, wie beispielsweise bei der Behandlung von Tinnitus, Aufmerksamkeitsdefizit- / Hyperaktivitätsstörung (ADHS), Abhängigkeiten, Stress und Depressionen (Kirk, 2016). Die Neurofeedback Therapie soll dabei den Patient*innen helfen ihre Gehirnaktivitäten so zu regulieren, dass der gewünschte Zustand erreicht wird. Liegt beispielsweise ein ADHS vor, versuchen sich die betroffenen Patient*innen so gut wie möglich zu konzentrieren, damit eine Visualisierung sich auf dem Bildschirm sichtlich vergrößert. Gelingt dies nicht, verändert sich auch die Visualisierung nicht. Dadurch erkennen die Betroffenen, ob sie ihre Gehirnaktivitäten regulieren können oder nicht.

Die Neurofeedbackmethode führt aber nicht bei allen Patient*innen zu Erfolgen, sprich nicht allen gelingt es ihre eigenen Gehirnaktivitäten zu regulieren. Diese werden im englischen Sprachraum als «Non-Responder» (auf Deutsch «Nicht-Reagierer») und das Gegenteil als «Responder» («Reagierende») bezeichnet (Kadosh & Staunton, 2019). Der Grund dafür konnte bis heute trotz aufwändiger Untersuchungen mit der funktionellen Magnetresonanztomographie Methode, abgekürzt (fMRT oder fMRI für functional magnetic resonance imaging) nicht gefunden werden (Oblak, Lewis-Peacock, & Sulzer, 2017). Dabei stellte es sich als schwierig heraus, die verschiedenen Einflussfaktoren zu differenzieren (Enriquez-Geppert, 2019).

Die Neurofeedback Therapie basiert auf Lernprozessen, deshalb könnten Faktoren, welche das Lernen beeinflussen, auch die Wirkung dieser Therapieform beeinflussen. Ein durch viele Studien belegter Einflussfaktor auf den Lernprozess ist die Motivation (Wild & Möller, 2015). Somit könnte die Motivation auch bei der Wirkung der Neurofeedback-Therapie eine zentrale Rolle spielen. Das nächste Kapitel behandelt diesen Einfluss.

2.2 Motivation und das Flow-Erleben

Motive sind die Grundlagen des menschlichen Verhaltens. Auf die Motivation wirken unzählige Faktoren, welche grob in personenbezogenen und in situationsbezogenen unterteilt werden (Hoffmann & Akbar, 2019). Die personenbezogenen Faktoren umfassen die Bedürfnisse, die impliziten Motive (Persönlichkeit) und expliziten Motive (Repräsentation des Selbstbildes) (Hoffmann & Akbar, 2019b). Diese personenbezogenen Faktoren können das Verhalten von Menschen nicht

vollumfänglich erklären. Denn jede Person reagiert bei dem genau gleichen Bedürfnis (z.B. Durst), einer bestimmten Persönlichkeit (z.B. extrovertiert) und einem bestimmten Selbstbild (z.B. umweltbewusst) in gewissen Situationen unterschiedlich. Diese Unbekannte erklären sich Forschende wie Hoffmann & Akbar (2019) unter anderem mit den Situationsfaktoren, oder anders gesagt mit jenen Aspekten, die sich aus einer Situation heraus ergeben. Zu diesen Situationsfaktoren gehören die Anreize. Unter dem Begriff Anreize werden in diesem Zusammenhang alle positiven und negativen Aspekte, welche auf das Individuum einwirken, verstanden. Dabei wird in der Literatur oft zwischen intrinsischen und extrinsischen Anreizen unterschieden.

Im Allgemeinen wird unter intrinsischen Anreizen die Motivation verstanden, welche aus der Tätigkeit selbst hervor geht (Heckhausen & Heckhausen, 2018).

Beispielsweise wandern wir auf einen Berg, der eigentlich mit einer Seilbahn erschlossen ist, weil wir uns gerne bewegen. Hingegen liegen die extrinsischen Anreize in dem erwarteten Nutzen, der sich durch die Tätigkeit ergibt. Zum Beispiel begleitet die Bergführerin oder der Bergführer die Leute hauptsächlich wegen der Entlohnung auf den Berg. Das heisst, es geht ausschliesslich um den Anreiz der Folgen und somit sind Handlungen nur dann erstrebenswert, wenn sich das Ergebnis lohnt (Heckhausen & Heckhausen, 2018).

Dabei gibt es eine grosse Spannweite, was unter intrinsisch und extrinsisch verstanden wird und die Abgrenzung wird bei einer näheren Betrachtung unscharf (Aellig, 2004). Wegen dieser uneinheitlichen Verwendung der Begriffe und weil die Begriffe intrinsisch und extrinsisch oft wertend gebraucht wird, haben Rheinberg, Vollmeyer und Engeser (2006) die Unterscheidung zwischen zweck- und tätigkeitstzentrierten Anreizen formuliert. In Abbildung 1 ist das Erweiterte Kognitive Motivationsmodell von Heckhausen aufgeführt, in dem die zwecks- und tätigkeitstzentrierten Anreize ergänzt sind (Rheinberg, 1989, S. 104):

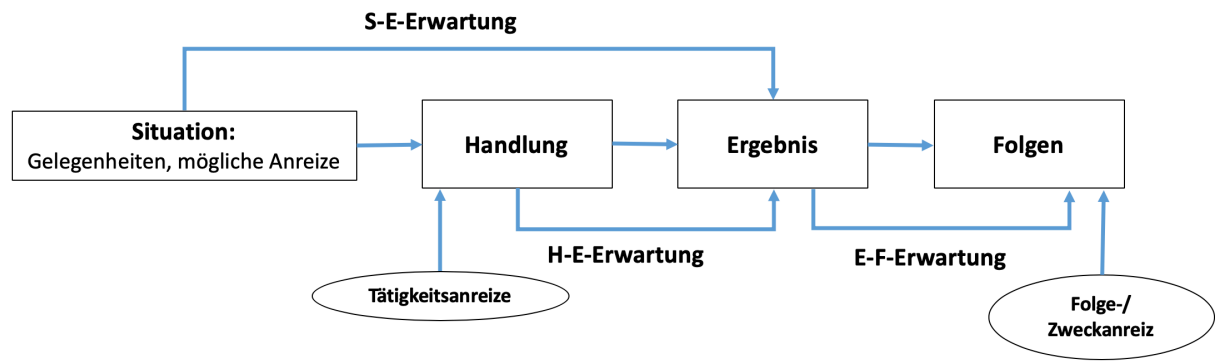


Abbildung 1: Ergänzung der (Folge-) / Zweck- und Tätigkeitszentrierten Anreize in Heckhausens Erweitertem Kognitiven Motivationsmodell, eigene Darstellung in Anlehnung an Rheinberg und Vollmeyer (2003). (S-E-Erwartung = Situations-Ergebnis-Erwartungen, H-E-Erwartung = Handlungs-Ergebnis-Erwartungen, E-F-Erwartung = Ergebnis-Folgen-Erwartungen).

In dem Modell in Abbildung 1 sind die verschiedenen Wirkungsweisen (S → E = Situation – Ergebniserwartung usw.) abgebildet. Dabei sind verschiedene Konstellation möglich und diese wiederum ergeben unterschiedliche Erwartungen (Narciss, 2010):

- Situations-Ergebnis-Erwartungen (S-E-Erwartung): Inwieweit erreiche ich das Ergebnis auch ohne es zu beeinflussen?
- Handlungs-Ergebnis-Erwartungen (H-E-Erwartung): Inwieweit kann ich das Ergebnis durch eigenes Handeln steuern?
- Ergebnis-Folgen-Erwartungen (E-F-Erwartung): Inwieweit kann ich damit rechnen, dass ein bestimmtes Ergebnis die erwünschten Folgen nach sich zieht?

Dabei haben sich Menschen schon früh mit den Anreizen von Tätigkeiten auseinandergesetzt (Woodworth, 1918). In einer Studie von Rheinberg (1989) führten Psychologiestudent*innen (N=57) Tagebuch über alle Aktivitäten, welchen sie im Wachzustand nachgingen und warum sie diese ausübten. Die Untersuchung zeigte, dass die Testpersonen 46% ihrer Wachzeit mit Aktivitäten verbrachten, die sie um der Tätigkeit Willen taten. 36% wurden aus Zweckgründen ausgeübt, 15% aus Gewohnheit. Diese Studie verdeutlicht, dass Tätigkeitsanreize eine wichtige Rolle in unseren Leben spielen.

Csikszentmihalyi (1975) hat sich intensiv mit einer speziellen Form von Tätigkeitsanreizen auseinandergesetzt. Bei seinen Untersuchungen hat er festgestellt, dass gewisse Erlebnisse nur bei bestimmten Tätigkeiten auftreten.

Daneben gab es aber auch Erlebnisse, die bei sehr unterschiedlichen Tätigkeiten beschrieben wurden. Eines dieser Erlebnisse nannte Csikszentmihalyi das Flow-Erleben. Csikszentmihalyi wurde darauf aufmerksam, als er Personen bezüglich Tätigkeiten interviewte (z. B. Tanzen, Felsklettern, Computerspiele), denen sie eifrig nachgingen, auch wenn sie keine konkrete Belohnung in Aussicht hatten. Während diesen Untersuchungen fielen ihm folgende sechs Komponenten immer wieder auf (Csikszentmihalyi, 1975):

1. Während der Tätigkeit fühlen sich die Personen ausgewogen beansprucht und trotz der teils hohen Anforderungen, besteht das Gefühl alles unter Kontrolle zu haben. Daraus resultiert eine Balance zwischen Anforderungen und Fähigkeiten.
2. Die Rückmeldungen bezüglich der Handlungsanforderungen werden als klar und frei von Interpretationsspielraum erlebt, so dass während der Tätigkeit immer klar ist, was zu tun ist.
3. Das Erleben der Schritte des Handlungsablaufs gehen flüssig in einander über, so als geschehe alles aus einer inneren Logik heraus.
4. Die Konzentration kommt durch das Interesse der Personen von selbst. Die Kognitionen, welche nicht direkt für die Tätigkeit nötig sind, können ausgeblendet werden.
5. Das Zeitempfinden ist eingeschränkt, so dass die Zeit teilweise oder sogar gänzlich vergessen wird.
6. Die Personen werden Eins mit der Tätigkeit und gehen gänzlich in ihr auf. Dabei kommt es zum Verlust des Bewusstseins des Selbst.

Mittlerweile gibt es Zusammenfassungen dieser Punkte und erweiterte Definitionen (Rodríguez-Sánchez, Schaufeli, Salanova, Cifre & Sonnenschein, 2011). Das Flow-Erleben wird oft mit der intrinsischen Motivation in Verbindung gebracht aber wie bereits erwähnt ist diese Definition zu ungenau (Aellig, 2004). Auf diese Thematik wird jedoch in dieser Arbeit nicht näher darauf eingegangen. Csikszentmihalyi (1975) hat aufgrund seiner Untersuchungen das Flow-Kanal-Modell entwickelt. Dieses zeigt auf, dass wenn die Anforderungen einer Tätigkeit und die Fähigkeiten der ausführenden Person aufeinander abgestimmt sind, die Herausforderung als Produkt dieser beiden Faktoren entsteht und so zu einem Flow-Erleben führt (Heckhausen &

Heckhausen, 2018). In Abbildung 2 ist dieses erste Modell von Csikszentmihalyi (1975) dargestellt:

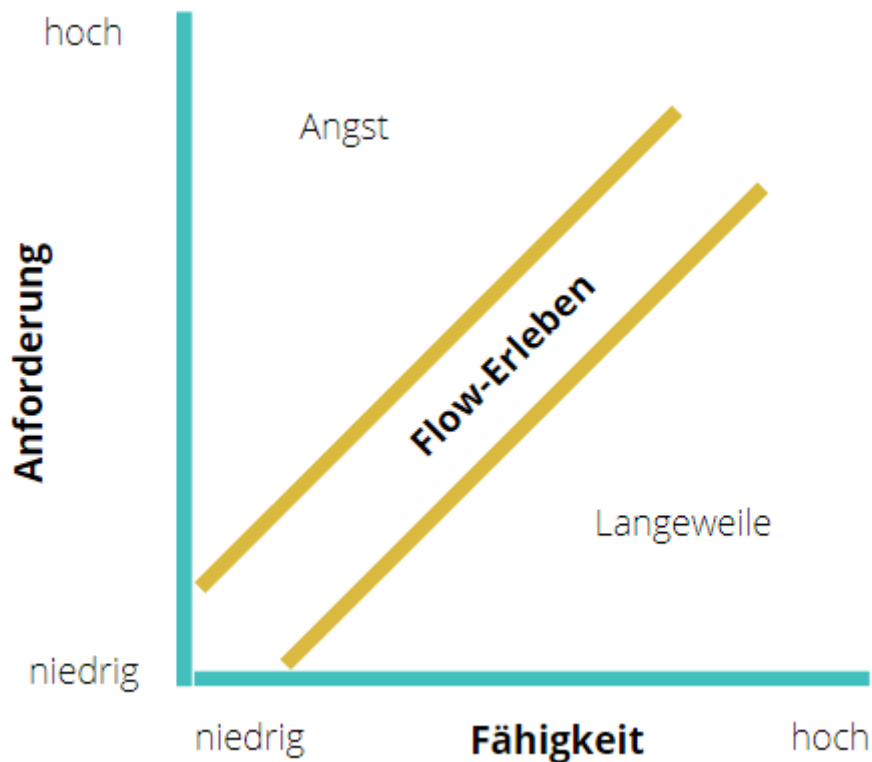


Abbildung 2: Das Flow-Kanal-Modell, eigene Darstellung in Anlehnung an Csikszentmihalyi & Csikszentmihalyi (1991) Die Ordinate stellt das Mass der Anforderungen und die Abszisse das der Fähigkeiten dar. Zu hohe Anforderungen bei niedrigen Fähigkeiten führen zu Angst, während niedrige Anforderungen mit hohen Fähigkeiten zu Langeweile führen. Dazwischen findet das Flow-Erleben statt.

Sind die Anforderungen einer Aufgabe im Verhältnis zu den Fähigkeiten einer Person hingegen zu hoch, führt dies zu Angst, während niedrige Anforderungen gepaart mit hohen Fähigkeiten zu Langeweile führen. Das Flow-Kanal-Modell wurde durch Csikszentmihalyi und Csikszentmihalyi (1991, zitiert nach Heckhausen & Heckhausen, 2018, S.442) erweitert, was als Flow-Quadranten-Modell hervorging, welches in Abbildung 3 dargestellt wird:

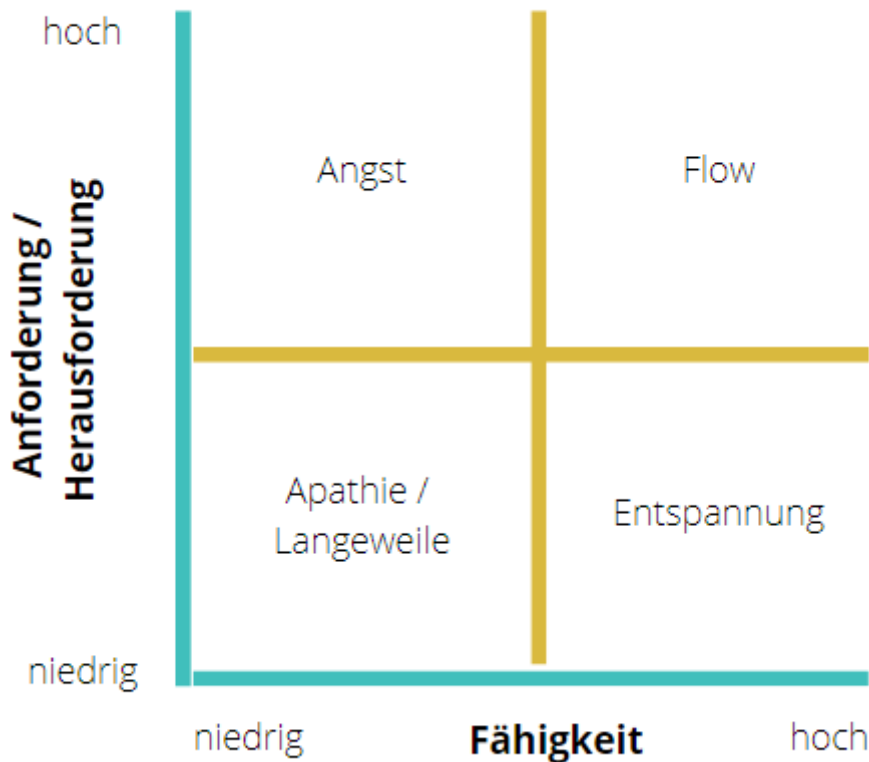


Abbildung 3: Das Flow-Quadranten-Modell, eigene Darstellung in Anlehnung an Csikszentmihalyi & Csikszentmihalyi (1991), bzw. Csikszentmihalyi (1997). Bei der Ordinate wird zusätzlich zur Anforderung die Herausforderung ergänzt. Die Abszisse stellt wiederum die Fähigkeiten dar. Je nachdem wie hoch / niedrig die Anforderungen / Herausforderungen und die diesbezüglichen Fähigkeiten sind entstehen andere Zustände.

Bei dem Flow-Quadranten-Modell von Csikszentmihalyi und Csikszentmihalyi (1991, zitiert nach Heckhausen & Heckhausen, 2018, S.442) wurde die Herausforderung der Anforderung gleichgesetzt und nicht mehr als Produkt von Fähigkeit und Anforderung betrachtet (in Abbildung 3 auf der Ordinate). Welcher Zustand eintritt, hängt dabei von den Anforderungen resp. Herausforderungen einer Tätigkeit und den diesbezüglichen Fähigkeiten einer Person ab. Da auch dieses Modell das Flow-Erleben nicht umfassend wiedergeben konnte, versuchten Massimini und Carli (1991, zitiert nach Heckhausen & Heckhausen, 2018, S.442) die Mängel im Oktantenmodell zu beheben. Das Oktantenmodell basierte auf der Annahme, dass das Flow-Erleben nur bei Tätigkeiten mit einer hohen Anforderung respektive Herausforderung eintreten kann.

Spätere Untersuchungen (Rheinberg & Vollmeyer, 2003; Peifer, Schächinger, Engeser & Antoni, 2015) konnten jedoch zeigen, dass auch bei einfacheren Tätigkeiten wie einem Computerspiel, bei denen es nicht längere Zeit braucht bis die Grundfähigkeiten automatisiert sind (anders als beim Schwimmen eine korrekte Atmung), ein Flow-Erleben entstehen kann.

Rheinberg et al. (2006) hat diesbezüglich mehrere Experimenten durchgeführt, welche hauptsächlich Untersuchungen aufführt, bei denen er Experimente durchgeführt hat, bei welchen er das Flow-Erleben mit der Flow-Kurzskala (FKS, siehe 3.4.3 Flow-Erleben) erfasste (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1

Zusammenfassung von Studienergebnissen der Flow-Kurzskala, eigene Darstellung in Anlehnung an Rheinberg et al. (2006).

Studie		Flow	glatter Verlauf	Absorbiertheit
Graffiti-Sprayen (N=292)	M	5.16	5.12	5.21
	(SD)	(0.93)	(1.12)	(1.12)
Statistik-Aufgabe (N=123)	M	4.57	4.52	4.65
	(SD)	(1.13)	(1.34)	(1.13)
Vorlesung - Mitte (N=63)	M	4.43	4.51	4.3
	(SD)	(1.09)	(1.24)	(1.11)
Vorlesung - Ende (N=63)	M	4.21	4.38	5.21
	(SD)	(1.12)	(1.18)	(1.34)
Computerspiel Roboguard (N=18 à 10 Messungen)	M	4.18	4.94	3.04
	(SD)	(1.32)	(1.47)	(1.64)

In Tabelle 1 sind in der linken Spalte die Tätigkeiten der Studien aufgeführt und in den drei Spalten rechts die dazugehörigen Mittelwerte mit der Standardabweichung des Flow-Erleben. Dabei wurde bei der Spalte «Flow» der Mittelwert aller Items berechnet. Bei den Spalten «glatter Verlauf» sowie «Absorbiertheit» handelt es sich um Aspekte des Flow-Erlebens (Siehe 3.4.3 Flow-Erleben). Da in dieser Arbeit eine Art Computerspiel (Computerspiel ähnliche 2D Visualisierungen) eingesetzt wird, interessieren an dieser Stelle vor allem die Ergebnisse bezüglich des Computerspiel Roboguard. Dabei spielten 18 Testpersonen das Computerspiel Roboguard mit verschiedenen Schwierigkeitsstufen. Dabei haben sie herausgefunden, dass auf der Mittleren Stufe das Flow-Erleben am stärksten war.

Weibel & Wissmath (2011) untersuchten im Kontext des Computerspielerlebens unter anderem der Zusammenhang zwischen der Motivation, der Präsenz, dem Flow-Erleben, dem Vergnügen und der Leistung untersucht. Diese Zusammenhänge werden in Abbildung 4 aufgezeigt wird.

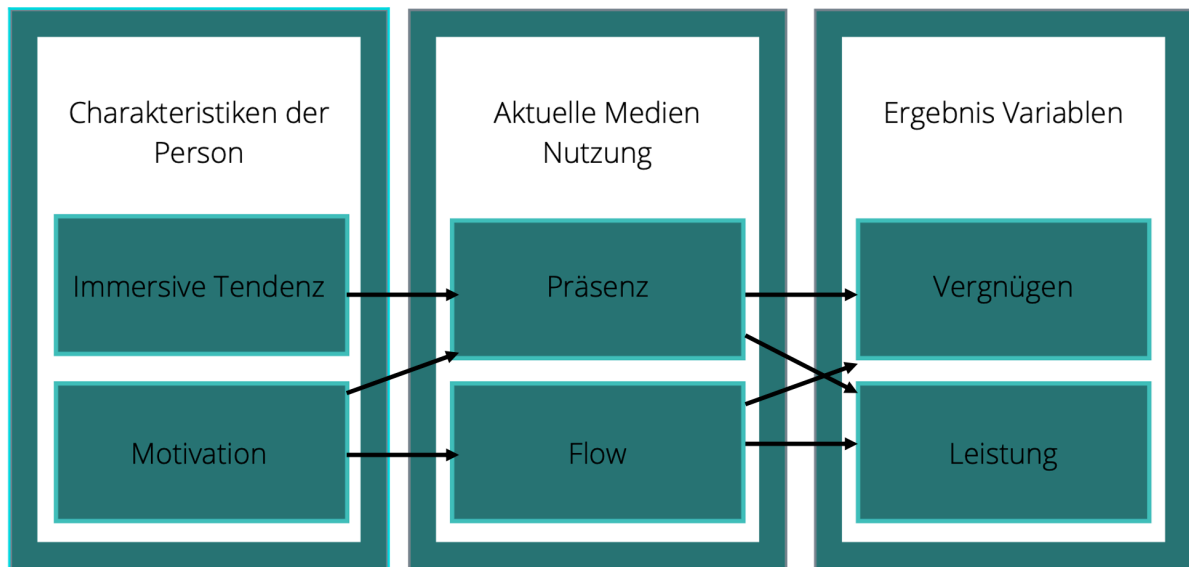


Abbildung 4: Zusammenwirken von den Komponenten Charakteristiken der Person (Immersive Tendenz, Motivation), aktueller Mediennutzung (Präsenz, Flow) und der daraus hervorgehenden Variablen (Vergnügen, Leistung), eigene Darstellung in Anlehnung an Weibel & Wissmath (2011).

Diese Zusammenhänge wurde durch drei verschiedene Versuchssituationen untersucht (Computerspiel (N = 70), Rennspiel (N = 120) und ein «Jump and Run»-Spiel (N = 72)). Die Ergebnisse zeigten, dass Präsenz und das Flow-Erleben unterschiedliche Konstrukte sind, die kaum gemeinsame Varianzen teilen. Während sich Präsenz eher auf das Gefühl bezieht, in der vermittelten Welt präsent zu sein, beinhaltet Flow eher das Gefühl, am Spielgeschehen beteiligt zu werden. Diese Studie zeigt weiter, dass Flow und Präsenz von der Motivation und der Immersionsneigung abhängen und Flow und Präsenz sowohl die Leistung als auch das Vergnügen steigern können.

Dabei stellt sich die Frage, was bei dieser Form der Rückmeldung ein Flow-Erleben fördern kann. Die weiter oben beschriebenen Komponenten des Flow-Erlebens geben Hinweise darauf, welche Faktoren dabei eine Rolle spielen könnten. Das Computerspiel sollte auf die Fähigkeiten und die Anforderungen der Patient*innen abgestimmt sein. Das Ziel muss klar formuliert werden und die Rückmeldungen dürfen keinen Interpretationsspielraum lassen. Das Computerspiel muss so ansprechend sein, dass nur das Spiel im Fokus steht, die Zeit in Vergessenheit gerät und die Person sich so in der Tätigkeit verliert. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, wurde während der Literaturrecherche festgestellt, dass die Ästhetik bei

Visualisierungen und Computerspielen, welche in der Neurofeedback Therapie eingesetzt werden, kaum berücksichtigt wird.

2.3 Ästhetik

Basierend auf ihrer umfassenden Untersuchung weisen Reber, Schwarz, & Winkielman (2004) darauf hin, dass je fließender (fluently) ein Objekt von einer Person visuell verarbeitet werden kann, desto ästhetischer der Reiz empfunden wird.

Moshagen & Thielsch (2013) messen dieser fließenden Wahrnehmung auch bei der Bewertung der Ästhetik von Schnittstellen (z.B. Websites oder in diesem Fall eine Computerspiel-ähnliche Visualisierung) eine wesentliche Bedeutung bei. Hierbei deuten ihre Untersuchungen darauf hin, dass diese Bewertung von dem Benutzer rasch verfestigt und unmittelbare Konsequenzen hat. Beispielsweise beeinflusst es die Nutzbarkeit, Zufriedenheit, Präferenz und das Vorhaben, eine Website wieder zu besuchen (Moshagen & Thielsch, 2013). Die Untersuchungen haben dabei gezeigt, dass die Kriterien der «Einfachheit», der «Diversität», der «Buntheit» und der «Verarbeitung» eine wichtige Rolle spielen (siehe Abbildung 5).

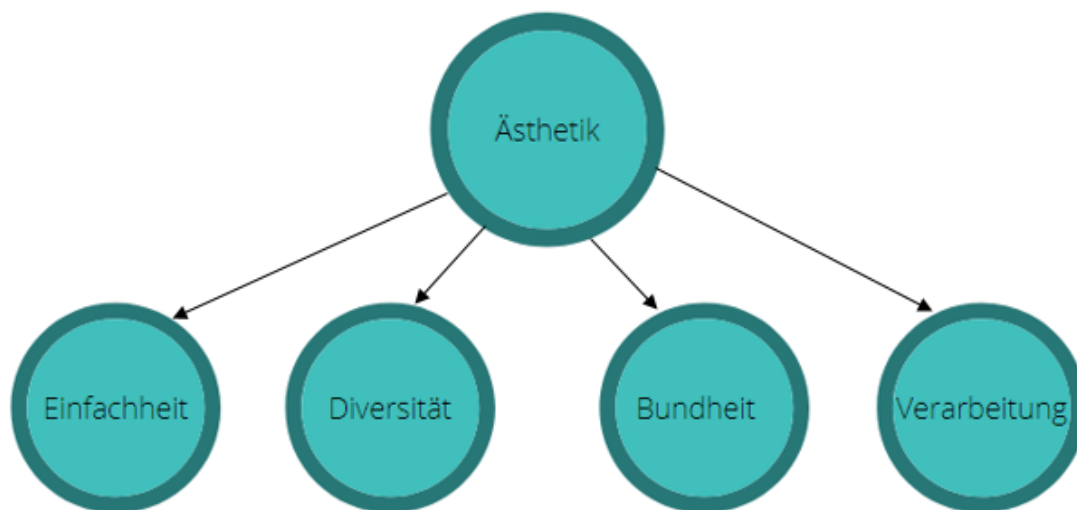


Abbildung 5: Strukturmodell des Fragebogens VisAWI, eigene Darstellung in Anlehnung an nach Moshagen & Thielsch, (2013). Die Ästhetik bildet den übergeordneten Faktor. Einfachheit (Simplicity), Diversität (Diversity), Buntheit (Colorfulness) und Verarbeitung (Craftsmanship) bilden die untergeordneten Faktoren.

In der Abbildung 5 wird der erste von den untergeordneten Faktoren als «Einfachheit» bezeichnet. Dieser bezieht sich auf Komponenten, welche die Wahrnehmung des Layouts erleichtern (z.B. Klarheit, Ordnung, Homogenität, Gruppierung oder Ausgewogenheit). Unter dem Begriff Diversität wird der visuelle

Reichtum, Dynamik, Vielfalt, Kreativität und Neuartigkeit verstanden. Der dritte Faktor bezeichnet die Bewertung einzelner Farben und ihrer Zusammensetzung, was als «Buntheit» definiert wird. Der letzte Aspekt wird als «Verarbeitung» beschrieben und beinhaltet in welcher Qualität und Sorgfalt im Hinblick auf die moderner Technologien die Website (oder in unserem Fall die Visualisierung) gestaltet wurde (Moshagen & Thielsch, 2013).

Hierbei fällt auf, dass in diesen Bereichen die Aufmerksamkeit von Menschen gewonnen werden soll. Wie bereits in der Einleitung aufgezeigt, ist bei der Neurofeedback Therapie die erhöhte Aufmerksamkeit ein wichtiger Faktor, der in vielen Studien auf motivationalen und emotionalen Prozessen zurückgeführt wird. In einer Studie von (García-Vergara, Li & Howard, 2015) führten 14 Patient*innen über eine bestimmte Zeit physische Übungen mit Hilfe eines VR Trainingsprogramm durch. Die ästhetische Verbesserung der VR-Umgebung bewirkte, dass die Testpersonen angaben, motivierter zu sein und ihnen in der Folge die Interaktion mit dem System mehr Freude bereitet. Im Besonderen legt diese Studie nahe, dass auch bei der Neurofeedback Therapie die Gestaltung des visuellen Feedbacks zu mehr Motivation führen kann. Wie bereits mehrfach erwähnt, führten Forschende in diversen Studien die beim Neurofeedback so wichtige erhöhte Aufmerksamkeit auf motivationale und emotionale Prozesse zurück (Kadosh & Staunton, 2019). Im nächsten Unterkapitel wird auf die Rolle der Emotionen eingegangen.

2.4 Emotionen

Bereits am Anfang der Informationsverarbeitung bestimmen Emotionen, worauf wir unsere Aufmerksamkeit lenken und welche Informationen bei der Verarbeitung priorisiert werden (Brandstätter et al., 2018). Eine einheitliche Definition von Emotionen ist durch die hohe Komplexität des Konstrukts nicht möglich. Meist wird unter dem Begriff Emotionen gerade diese Vielschichtigkeit verstanden, welche prozessual verläuft und durch ein Ereignis hervorgerufen wird. Im Vergleich zu anderen Affekten, wie zum Beispiel Gefühlen, Stimmungen oder Einstellungen dauern Emotionen meist kürzer an (Scherer, 2005). Sonderegger, Heyden, Chavillaz und Sauer (2016) fassen dabei die Komponenten der Emotionen zusammen, auf die sich die meisten Theorien einigen (El Kaliouby, & Robinson, 2004 und Sander, D. 2013, zitiert nach Sonderegger et al., 2016):

1. Subjektive Beurteilung (kognitive Komponente)
 2. Physiologische Reaktionen (neurophysiologische Komponente)
 3. Handlungstendenzen (motivationale Komponente)
 4. Gesichts- und Stimmausdrücke (motorische Ausdruckskomponente)
 5. emotionales Erleben (subjektive Gefühlskomponente)
- (S. 1)

Dabei ist der Affekt ein dimensionales Modell, welches die Ausprägungen Valenz , welche positives und negatives Empfinden beschreibt, während die Intensität (Arousal) ruhige oder erregte Zustände umfasst (Lang & Ewoldsen, 2010). Bezüglich der Wahrnehmung der Ästhetik bedeutet dies, dass eine Visualisierung als positiv oder negativ sowie unterschiedlich intensiv empfunden werden.

Wentura, Rothermund und Bak (2000) zeigt mittels Experimenten mit lexikalischen Entscheidungsaufgaben, dass bei negativen Reizen die Reaktionen länger dauern als bei positiven oder neutralen Reizen. Die Aufgaben bestanden darin, dass Buchstabenkombinationen auf einem Bildschirm erschienen, wobei die Testpersonen die Aufforderung erhielten, schnellst möglich zu reagieren, sobald ein Wort erschien. Der Inhalt der Wörter sollte dabei nicht von Bedeutung sein. Die Untersuchungen zeigten jedoch, dass der Inhalt trotzdem verarbeitet wird und sich je nach Relevanz der Wörter die Reaktionszeit unterscheidet. Studien zeigen, dass emotional geprägt Wörter mehr Aufmerksamkeit erregen als neutrale, was zu dieser Verzögerung führen könnte

Dass die Aufmerksamkeit unter anderem von Emotionen geleitet ist, wird von weiteren Studien (Öhman, Flykt, & Esteves, 2001; Calvo & Lang, 2004) untermauert. Somit spielen die Emotionen bei der erforderlichen erhöhten Aufmerksamkeit während der Neurofeedback Therapie (mit visuellem Feedback) eine tragende Rolle. Weiter sollten Emotionen in diesem Zusammenhang berücksichtigt werden, da durch das Neurofeedback auch die Regulation von Emotionen trainiert wird (siehe Kapitel 2.1 Bio- und Neurofeedback).

2.5 Forschungslücken und Hypothesen

Wie bereits bekannt, gilt die erhöhte Aufmerksamkeit als wesentlicher Prädiktor für den Erfolg der Neurofeedback Therapie. In den vorangegangenen Kapiteln wurde aufgezeigt, dass das Flow-Erleben (Motivation), die Ästhetik und die Emotionen

bezüglich der erhöhten Aufmerksamkeit eine relevante Rolle spielen.

In der Forschung wurde das Flow-Erleben und die Neurofeedback Therapie noch kaum in Verbindung gebracht. Auch hinsichtlich der Ästhetik deutet die Literaturrecherche darauf hin, dass dieser Faktor bei der Entwicklung von Visualisierungen meist nicht berücksichtigt wurde.

Die gewonnenen Erkenntnisse lassen vermuten, dass ästhetischere visuelle Feedbacks Menschen mehr motivieren und dadurch eher ein Zustand erhöhter Aufmerksamkeit ausgelöst wird. Erhöhte Aufmerksamkeit wird insbesondere im Zustand des Flow-Erlebens erreicht. Somit kann angenommen werden, dass durch die Ästhetik des visuellen Feedbacks die Tätigkeit (die Neurofeedback Therapie) die Motivation erhöht und die Personen positive Gefühle (Emotionen) empfinden. Vermutet wird zudem, dass die Wirkung der Neurofeedback Therapie einerseits durch die Ästhetik während der Therapie (durch erhöhte Aufmerksamkeit) verstärkt wird und andererseits durch den Wunsch, mehr Zeit in das Neurofeedback Training zu investieren. Dies wiederum kann zu einer Verstärkung der Wirkung der Neurofeedback Therapie führen.

Diese Qualitätsverbesserung des Feedbacks kommt den Bedürfnissen der „Non-Responder« entgegen und könnte zur Ermöglichung der Regulierung der Gehirnaktivität führen, was sie wiederum zu «Responder» machen könnte. Bei Menschen, welche bereits auf die Methode ansprechen («Responder») könnten die beschriebenen Mechanismen zu einer stärkeren und effizienteren Wirkung führen. Daraus ergeben sich folgende Fragestellung und Hypothesen, die in der vorliegenden Arbeit untersucht werden:

H1: Desto ästhetischer die Testpersonen ein visuelles Feedback empfinden, desto höher ist die Motivation bei dieser Person.

H2: Je mehr die Testpersonen durch das Feedback in eine Flow - Erleben versetzt werden kann, desto mehr Zeit ist sie bereit für die Neurofeedback Therapie zu investieren.

3 Methode

Für die Überprüfung der Hypothesen wurde ein Experiment durchgeführt. Dabei wurden die beide Parameter (Ästhetik und Erfolg) zufällig variiert und dabei gemessen, ob die Visualisierungen wirklich als ästhetisch bzw. nicht ästhetisch empfunden wurden, wie das Flow-Erleben bewertet ist und wie sich die Testpersonen emotional gefühlt haben. In diesem Kapitel wird das Experiment im Detail beschrieben.

3.1 Stichprobe und Design

Zum Zeitpunkt des Ausbruches der Corona-Pandemie in der Schweiz (ungefähr März 2020) war das Experimentaldesign bereits stark ausgereift, weshalb gemeinsam mit dem Praxispartner entschieden wurde, trotz erschwelter Umstände am ursprünglichen Design festzuhalten. Eine Beeinflussung der Zusammensetzung der Testpersonen konnte daraufhin nicht vermieden werden.

Denn trotz akribischer Einhaltung der notwendigen Schutzmassnahmen durch die Forschende verlangte die Durchführung des Experimentes eine gewisse körperliche Nähe sowie eine Ortsverschiebung, die in der speziellen Situation ein gewisses Vertrauen der Testpersonen erforderte. Anstelle der ursprünglich vorgesehenen 30 Studierenden der Universität Fribourg wurden somit Bekannte und Verwandte angefragt.

Die Forschende war bestrebt, die ursprünglich angedachte Grösse und Verteilung der Untersuchungseinheit weit möglichst einzuhalten. An dem Experiment nahmen schliesslich 20 Personen teil. Die Stichprobe bestand aus insgesamt 16 Frauen und 4 Männern. Das Durchschnittsalter lag bei 26.7 Jahren, wobei die jüngste Testperson 18 Jahre alt und die älteste 55 Jahre alt war. Die Untersuchungseinheit fiel also etwas kleiner und mit einem höheren Anteil weiblicher Testpersonen aus, als ursprünglich angedacht.

Weiter war geplant, dass die EEG-Daten aufgezeichnet und ausgewertet werden. Die erforderlichen Elektroden waren jedoch nicht mehr in nützlicher Frist verfügbar, weshalb das Forschungsdesign umgestellt werden musste. Um aussagekräftige Resultate zu erhalten, wurden die Testpersonen erst im Anschluss über diese Begebenheit informiert.

Die Forschungsarbeiten wurden von Beginn an in Zusammenarbeit mit einer weiteren Bachelorstudierenden der Psychologie an der Universität Fribourg durchgeführt. Diese Zusammenarbeit wurde vom Praxispartner initiiert, wobei sich die beiden Forschungsarbeiten synergetisch ergänzen sollten. Die Forschungsarbeiten unterschieden sich in hinsichtlich ihrer Fragestellungen und legten verschiedene Schwerpunkte. Beide Studierenden führten zehn Experimente in unterschiedlichen Sprachen (Deutsch / Englisch) durch und integrierten die zusätzlichen Daten in der Auswertung. Durch die Corona-Pandemie stand das Usability-Labor nicht zur Verfügung, weshalb die Umgebungsbedingungen nicht gänzlich standardisiert werden konnten.

Bei der Untersuchung handelt es sich um ein Experiment mit Messwiederholung. Die Reihenfolge der Bedingungen wurde durch ein lateinisches Quadrat kontrolliert. Aus der Theorie ergeben sich dabei zwei unabhängige Variablen. Einerseits die Ästhetik (ästhetisch / nicht ästhetisch) und andererseits die Feedbackrückmeldung («Non-Responder» / «Responder»). Die letztere Variabel wird eingebaut, damit die Reaktion von «Non-Responder» und «Responder» simuliert werden kann. Der Einfachheit halber wird diese im Folgenden mit erfolgreich / nicht erfolgreich umschrieben. Die beiden unabhängigen Variablen werden je Ausprägung zusammen kombiniert (ästhetisch / erfolgreich, ästhetisch / nicht erfolgreich, nicht ästhetisch / erfolgreich, nicht ästhetisch / nicht erfolgreich). Die Motivation, das Flow-Erleben, die subjektive Ästhetik und die Emotionen entsprechen der abhängigen Variablen.

Während dem ganzen Experiment waren die Elektroden mit Hilfe eines Headsets an dem Kopf der Personen befestigt (Siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Dabei basierte das visuelle Feedback (erfolgreich / nicht erfolgreich), welches die Testpersonen erhalten haben, nicht auf dem EGG der jeweiligen Personen, sondern war bei allen gleich. Dieses Vortäuschen des eigenen Feedbacks wird auch als Sham-Feedback bezeichnet (Mehren, 2018). Somit konnte sichergestellt werden, dass alle Testpersonen den gleichen Bedingungen ausgesetzt werden.

3.2 Ablauf

Insgesamt durchlief Testperson vier verschiedene Neurofeedback Session (Durchgänge), in welchen die beiden unabhängigen Variablen jeweils miteinander kombiniert werden. Abbildung 6 stellt dies dar:

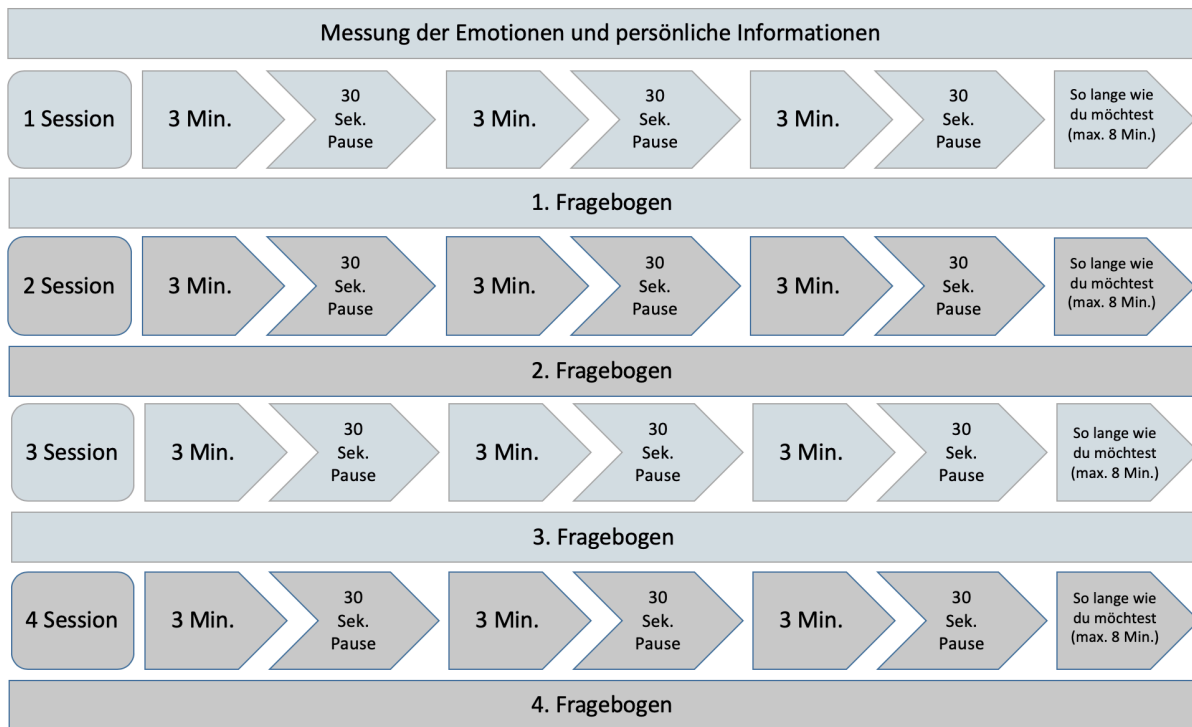


Abbildung 6: Ablauf des Neurofeedback Experiments. Zuerst wurden persönliche Informationen und der emotionale Zustand gemessen. Es folgen die 4 Neurofeedback Sessions (3x3 Minuten Session / 30 Sekunden Pause + solange wie gewünscht) mit den dazugehörigen Fragebögen

Wie in Abbildung 6 im obersten Balken ersichtlich, wurden die Teilnehmenden zunächst zu ihren persönlichen Informationen und ihrem emotionalen Zustand befragt. Im Anschluss startete die Neurofeedback Session (NS) und den Teilnehmenden wurde eine der beiden Visualisierungen (Siehe Abbildung 8 und Abbildung 9) mit jeweils einer anderen Ausprägung (erfolgreich / nicht erfolgreich, siehe Abbildung 10 und Abbildung 11) des Feedbacks gezeigt. Der erste Teil jeder Session dauerte 3 x 3 Minuten mit jeweils einer Pause von 30 Sekunden. Beim zweiten Teil der Session konnten die Teilnehmenden die Visualisierung beliebig lange betrachten (maximal aber acht Minuten), wobei diese Zeit gemessen wurde («gewünschte Zeit»).

Zu Beginn wurde den Teilnehmenden die Aufgabe gestellt, sich während jeder Neurofeedback Session sich so gut wie möglich zu entspannen (Siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Nach drei Minuten wurden die Teilnehmenden informiert, ob sie die Entspannungsaufgabe bestanden hatten oder nicht (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Wobei es sich dabei um ein Sham-Feedback handelt (wie im 3.1 Stichprobe und Design beschrieben). Im Anschluss jeder NS wurden die Testpersonen gebeten einen

Fragebogen auszufüllen, womit die definierten Konstrukte gemessen wurden (siehe Kapitel 3.4 Instrumente und Messgrößen).

3.3 Visualisierungen

Zur Untersuchung der Wirkung der Ästhetik musste zunächst eine ästhetische und eine unästhetische Visualisierung erstellt werden. In einem ersten Schritt wurde recherchiert, welche Visualisierungen mit Berücksichtigung von psychologischen Aspekten in einem solchen Experiment eingesetzt werden könnten. Dabei gaben lediglich die Kriterien des Visual Aesthetics of Websites Inventory (VisaWI) (siehe 3.4.1 Subjektive Ästhetik) .

Anhaltspunkt für die Entwicklung. Auf der Basis des VisaWI und der Definition der Ästhetik von Moshagen & Thielsch (2010) wurden von einem Mitarbeitenden der Hochschule École cantonale d'art de Lausanne (ECAL) insgesamt neun Visualisierungen erstellt (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), Das Forschungsteam war sich zu Beginn nicht einig, welche Visualisierungen als ästhetisch respektive unästhetisch bezeichnet werden können. Aus diesem Grund wurde eine Befragung durchgeführt, welche von 64 Personen beantwortet wurde. Bei der Befragung wurde eine Visualisierung zwei Mal abgefragt. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 7 dargestellt, wobei die Visualisierungen im **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** aufgeführt sind:

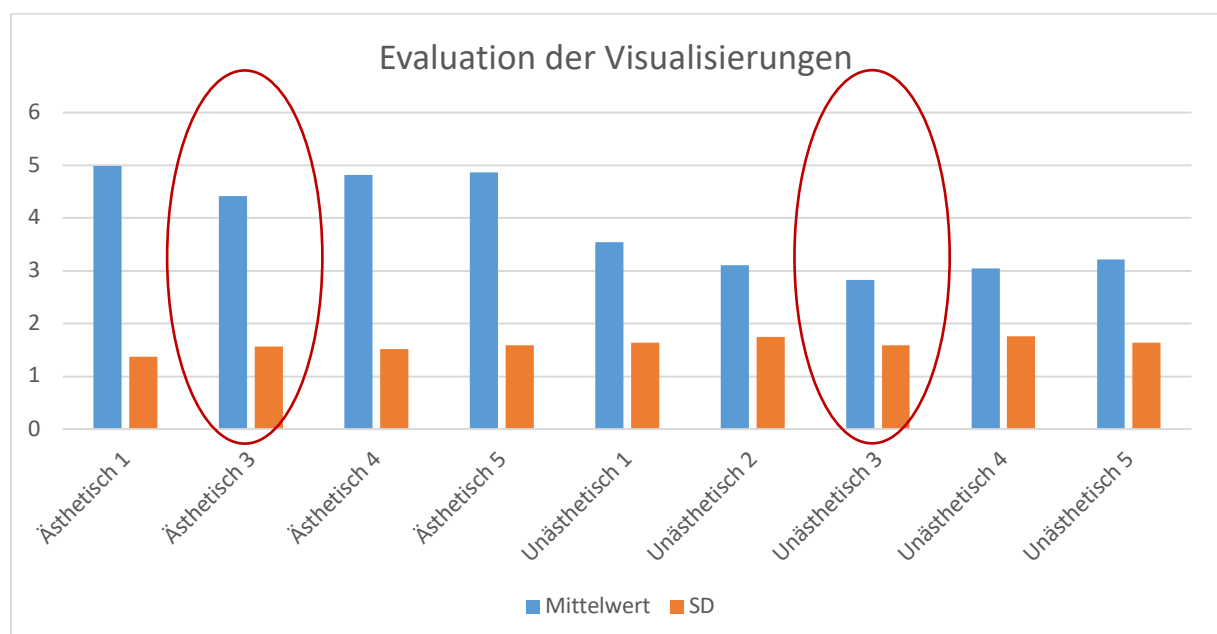


Abbildung 7: Evaluation der Ästhetische und Unästhetischen, welche durch den Fragebogen Kurzversion des Visual Aesthetics of Websites Inventory (VisaWI) mit einer Antwortskala von 1 (trifft gar nicht zu) bis 7 (trifft voll zu).

In der Abbildung 7 ist einerseits die Visualisierungen mit den höchsten Wert ($M=4.99$, $SD=1.37$, Ästhetisch 2) und andererseits diejenige mit dem niedrigsten Wert ($M=2.83$, $SD=1.59$, Unästhetisch 3) gekennzeichnet. Auf Grund dieser Ergebnisse wurden die Visualisierungen, welche in den Abbildung 8 und Abbildung 9 dargestellt sind, ausgewählt. Weiter musste der Aspekt des weiter oben (Kapitel 3.1 Stichprobe und Design) beschriebenen Faktors Erfolg bzw. Nicht-Erfolg des visuellen Feedbacks simuliert werden. Das heisst, den Teilnehmenden wurde pro Visualisierung (ästhetisch / nicht ästhetisch) ein erfolgreiches oder nicht erfolgreiches Feedback zurückgemeldet (siehe 2.1 Bio- und Neurofeedback). Damit die Testpersonen eine Aufgabe verfolgen konnten, wurde den Teilnehmenden zu Beginn die Aufgabe gestellt, sich so gut wie möglich zu entspannen. Die Abbildung 8 zeigt das ästhetische visuelle Feedback:

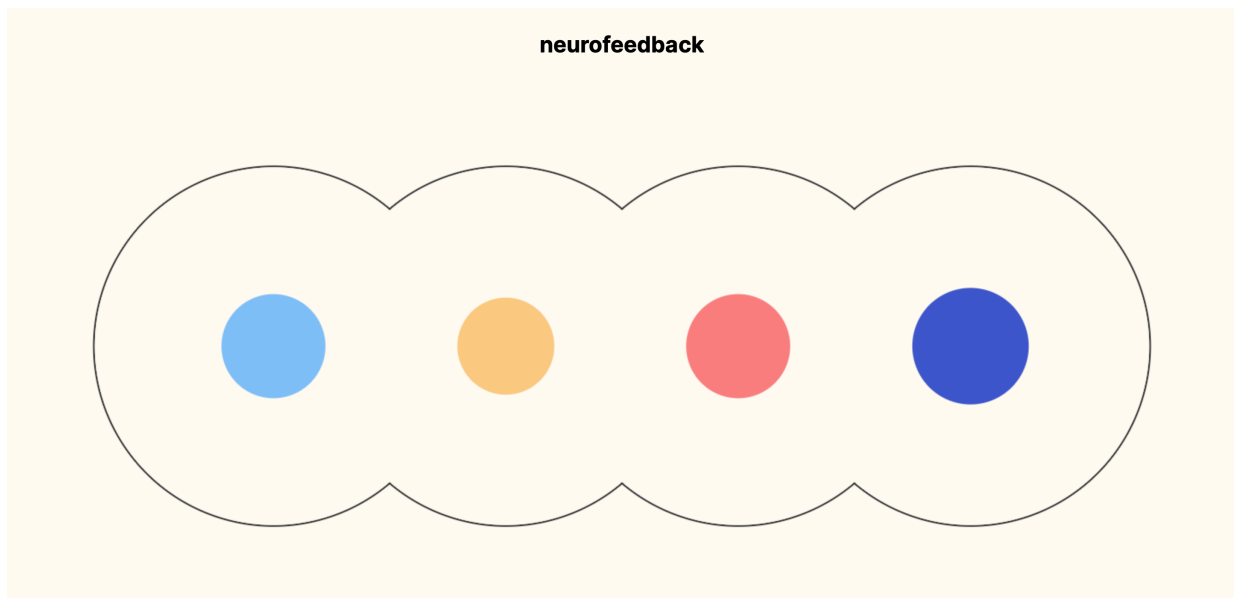


Abbildung 8: Ästhetische Visualisierung mit einfacher klarer Gestaltung und angenehmen Farben (ästhetisch)

Bei dieser Visualisierung sind die einfache klare Gestaltung und die angenehmen Farben zuerkennen. Das Gegenteil und somit die als unästhetische Visualisierung betrachtet wird, ist in Abbildung 9 zu sehen:

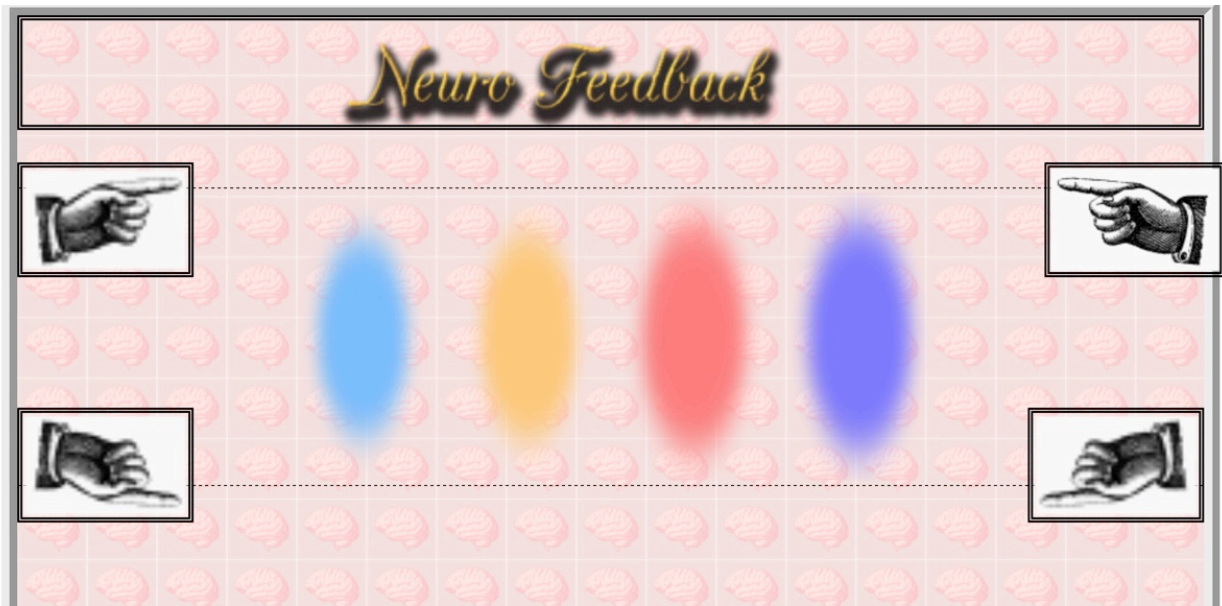


Abbildung 9: Nicht ästhetische Visualisierung mit komplexer Gestaltung und grellen Farben (nicht ästhetisch)

Bei der unästhetischen Visualisierung (siehe Abbildung 9) wurde auf eine komplexe Bildgestaltung und grelle Farben geachtet. Weiter wurde die Variable «Responder» / «Non-Responder» durch ein positives (erfolgreiches) Feedback und ein negatives (nicht erfolgreiches) Feedback simuliert. Beim erfolgreichen Feedback wurden die Formen (Kreise) immer grösser. Am Ende des Experimentes wurde den Teilnehmenden der Erfolg zurückgemeldet, was in der Abbildung 10 dargestellt ist:

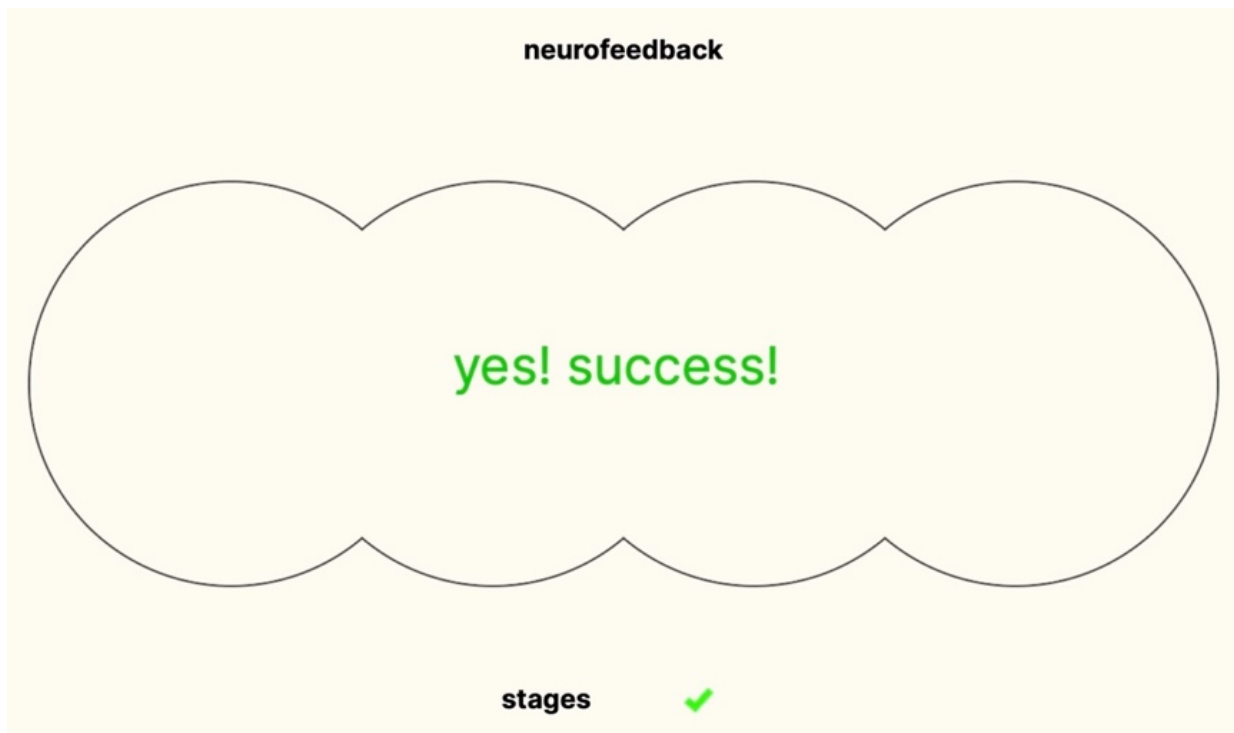


Abbildung 10: Simulation des erfolgreichen Feedbacks der ästhetischen Visualisierung mit dem Textelement («Yes! Success!») und einem grünen Häkchen.

Die erfolgreich Rückmeldung wurde durch ein negatives Feedback zurückgemeldet, wie in der Abbildung 11 ersichtlich ist:



Abbildung 11: Simulation des nicht erfolgreichen Feedbacks der nicht ästhetischen Visualisierung mit dem Textelement («Uh oh...try again...») und einem traurigen Emoji (Bildschirmfoto).

Im Gegensatz zum positiven Feedback vergrößerten sich die Formen nicht. Wie bei dem positiven Feedback wurde den Teilnehmenden zum Schluss der Misserfolg angezeigt (Siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Daraus ergab sich ein Experiment mit vier verschiedenen Durchgängen, in der die Visualisierungen mit allen möglichen Ausprägungen kombiniert wurden. Im Folgenden werden die Visualisierungen mit dem Buchstaben V abgekürzt. Die Zahlen eins bis vier geben jeweils die unterschiedliche Ausprägung an V1 (ästhetisch / erfolgreich), V2 (ästhetisch / nicht erfolgreich), V3 (nicht ästhetisch / erfolgreich) und V4 (nicht ästhetisch / nicht erfolgreich).

3.4 Instrumente und Messgrößen

Durch eine Literaturrecherche wurden passende Messinstrumente (Fragebogen) für die verschiedenen zu operationalisierenden Konstrukte gesucht. Im Folgenden werden die verwendeten Messinstrumente erläutert³.

³ Die Auszüge der Fragebogen sind im **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** zu finden.

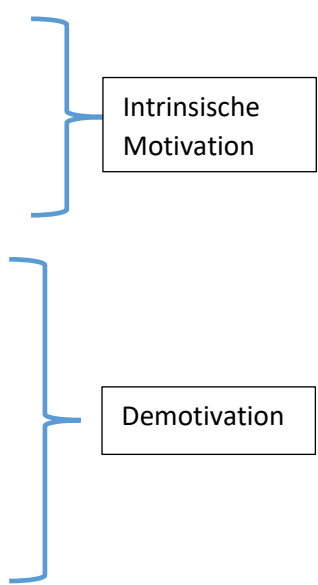
3.4.1 Subjektive Ästhetik

Das Konstrukt der Ästhetik wurde mit Hilfe der Kurzversion des Visual Aesthetics of Websites Inventory (VisaWI) Fragebogens gemessen (Moshagen & Thielsch, 2010). Wie die Bezeichnung bereits nahelegt, berücksichtigt der Fragebogen die Aspekte der Ästhetik in Kombination mit der digitalen Darstellung. Die Ästhetik (sowie der Faktor Erfolg) stellt in dem Experiment die unabhängige Variable dar. Dabei musste sichergestellt werden, dass die Testpersonen die Visualisierung auch wirklich so beurteilen, d.h. dass die durch die Umfrage als (un-) ästhetisch definierten Visualisierungen auch wirklich so empfunden werden.

3.4.2 intrinsische Motivation

Die Motivation wurde in Anlehnung des bereits bestehenden SIMS (The Situational Motivation Scale) Fragebogens erfasst (Guay, F., Vallerand, R. J., & Blanchard, C. (2000). Dieser Fragebogen ist darauf ausgelegt, die Konstrukte der intrinsischen Motivation, der identifizierten Regulation, der externen Regulation und der Demotivation zu bewerten. Dabei konnten nicht alle Fragen des bestehenden Fragebogens integriert werden, da der Fragebogen möglichst kurzgehalten werden sollte. Somit wurden jene Fragen ausgewählt, welche gemäss den Untersuchungen von Guay et al. (2001) intrinsische Motivation und Demotivation messen. Weiter wird bei dem ursprünglichen Fragebogen eine Antwortskala von 1 (trifft gar nicht zu) bis 7 (trifft voll zu) eingesetzt. In dieser Untersuchung konnten die Teilnehmenden von allen folgenden Antwortmöglichkeiten, alle diejenigen auswählen, die am meisten zutrafen. Dies hatte den Vorteil, dass die Motivationsgründe klar benannt werden:

1. Weil ich denke, dass diese Aktivität interessant ist
2. Weil ich denke, dass diese Aktivität angenehm ist
3. Weil diese Aktivität Spass macht
4. Weil ich mich bei dieser Aktivität gut fühle
5. Es mag gute Gründe für diese Aktivität geben, aber ich persönlich sehe keine
6. Ich mache diese Tätigkeit, aber ich bin nicht sicher, ob sie es wert ist
7. Ich weiss nicht, ich sehe nicht, was mir diese Aktivität bringt
8. Ich mache diese Tätigkeit, aber ich bin mir nicht sicher, ob es eine gute Sache ist, sie fortzusetzen



Intrinsische Motivation

Demotivation

In Kapitel 2.2 wurde auf die Problematik der Definition von intrinsischer und extrinsischer Motivation angedeutet. Hier wird lediglich die Bezeichnung des SIMS Fragebogens übernommen auch wenn diese Bezeichnung als nicht gänzlich zutreffend angesehen wird (Aellig, 2004).

3.4.3 Flow-Erleben

Weiter wurde die beliebte Flow-Kurzskala (FKS, Rheinberg et al., 2006) eingesetzt, welche auf der Experience Sampling Method (ESM, Csikszentmihalyi & Larson, 1987) basiert. Dabei wurde der Fragebogen bereits bei Untersuchungen mit digitalen Medien eingesetzt (Rheinberg & Vollmeyer, 2003). Neben der fundierten theoretischen Grundlage konnte der Fragebogen aufgrund des geringen Umfangs gut integriert werden. Damit verstanden werden kann, wie sich die Variablen «glatter Verlauf» und «Absorbiertheit» zusammensetzen, werden die Fragen im Folgenden aufgelistet:

1. Ich weiß bei jedem Schritt, was ich zu tun habe.
 2. Die richtigen Gedanken/Bewegungen kommen wie von selbst.
 3. Ich habe das Gefühl, den Ablauf unter Kontrolle zu haben.
 4. Ich habe keine Mühe, mich zu konzentrieren.
 5. Mein Kopf ist völlig klar.
 6. Meine Gedanken bzw. Aktivitäten laufen flüssig und glatt.
 7. Ich bin ganz vertieft in das, was ich gerade mache.
 8. Ich fühle mich optimal beansprucht.
 9. Ich bin völlig selbstvergessen.
 10. Ich merke gar nicht, wie die Zeit vergeht.
-
- The diagram consists of two blue brackets on the right side of the list. The upper bracket groups items 1 through 6 and points to a box labeled «glatter Verlauf». The lower bracket groups items 7 through 10 and points to a box labeled «Absorbiertheit».

Jede dieser Fragen wurde von den Testpersonen nach jeder Session auf einer Skala von 1 (stimme gar nicht zu) bis 7 (stimme voll zu) bewertet. Im ursprünglichen Fragebogen wurden die Fragen auch auf einer 7-er Skala beantwortet mit dem Unterschied, dass 1 als «stimme gar nicht zu» und 7 «stimme voll zu» bestimmt wurde.

Wie im Ablauf beschrieben, konnten die Testpersonen bestimmen, wie lange (jedoch höchstens 8 Minuten) sie die Visualisierung betrachten möchten. Die Variable

«gewünschte Zeit» wird demnach als möglicher Indikator für ein Flow-Erleben betrachtet.

Mit einer Zusatzfrage wurde bei den Teilnehmenden abgefragt, wie lange die ganze Neurofeedback Session ihrer Meinung nach gedauert hat («geschätzte Zeit»). Damit sollte gemessen werden, ob die Teilnehmenden bei den Sessions das Zeitgefühl verlieren.

3.4.4 Emotionen

Die Emotionen wurde mit der Hilfe des AniSAM (Animated Visualizations of Affective States, Sonderegger et al., 2016) gemessen. Dieser basiert auf dem SAM (Self-Assessment Manikin, Bradley & Lang, 1994), welcher nonverbale, bildliche Beurteilungstechnik einsetzt, die es ermöglicht die Erregung und Dominanz zu messen und in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt wird. Die Weiterentwicklung des AniSAM besteht unter anderem darin, dass die Bilder (Antwortoptionen) als Avatare (animiert) dargestellt werden. Sonderegger et al., (2016) konnte damit zeigen, dass das animierte Feedback die Genauigkeit der Darstellung der Erregung erhöhte. In der Abbildung 12 wird ein Aspekt des Fragebogens dargestellt:

Ihr gegenwärtiger Zustand der Erregung

Bitte wählen Sie das Symbol, das am besten zu Ihrem internen Erregungszustand passt

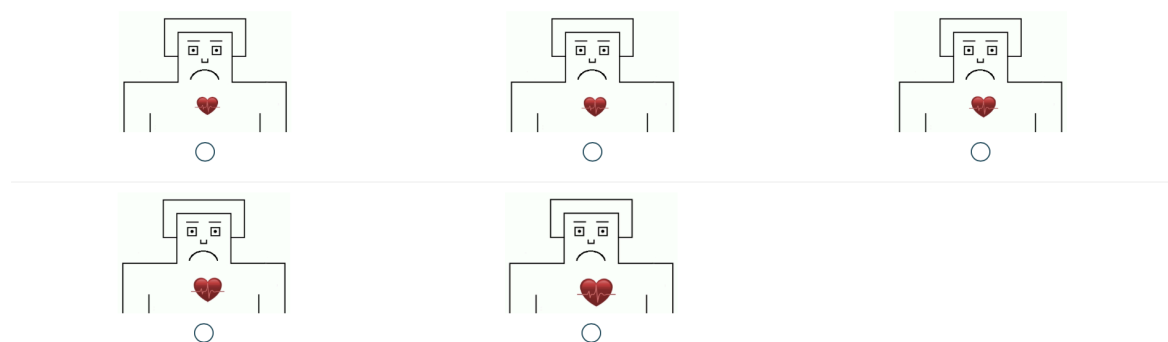


Abbildung 12: Fragebogen SAM (Self-Assessment Manikin, Bradley & Lang, 1994) zur Messung der Emotionen

Dabei werden jeweils zwei Aspekte von Emotionen gemessen. Einerseits die Intensität (Arousal) und die Valenz (Wertigkeit).

3.5 Datenanalyse

Es handelt sich bei dem Experiment um eine Untersuchung mit Messwiederholungen. Dabei wurden Messungen hintereinander (somit zu unterschiedlichen Zeiten) an denselben Personen durchgeführt, weshalb die einzelne Beobachtung je Visualisierung voneinander abhängig sind. Bei der Datenauswertung wurde deshalb eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen angewendet, welches zu den Allgemeinen Linearen Modellen zählt. Im englischen Sprachraum wird bei der Varianzanalyse von ANOVA gesprochen, was für „Analysis of Variance“ steht (Rasch, Friese, Hofmann, & Naumann, 2010). Ziel dieses Verfahrens ist es die Unterschiede zwischen den miteinander verbundenen Messwerten zu analysieren. Somit wird geprüft, ob sich die Veränderungen innerhalb der Person bezüglich den unterschiedlichen Messzeitpunkten (Betrachtung der Visualisierungen 1, 2, 3 und 4) signifikant unterscheiden. Wie sich die Unterschiede zwischen den Personen verhalten ist dabei zweitrangig.

Um die zweite Hypothese zu beantworten, wurde mithilfe von Ordinary-Least-Squares- Regressionen der Zusammenhang des Flow-Erlebens und der «gewünschten Zeit» Regressionen eingeschätzt. Dieses Modell wird auf Deutsch auch Schätzmodell auf der Basis der Methode der Kleinsten Quadrate (MKQ) oder MKQ-Modell bezeichnet. Dabei wurde bei allen Regressionen mithilfe von Personen-Dummies nicht beobachtbare Charakteristiken der Testpersonen berücksichtigt.

Bei der Erarbeitung des Fragebogens in englischer Sprache wurde in der ersten Session der VisAWi – Fragebogen aus Versehen nicht eingebaut. Somit fehlten bei 10 Personen im ersten Durchgang die Beantwortung des VisAWi – Fragebogen. Dadurch mussten 10 Durchschnittswerte berechnet werden. Dazu wurde jeweils der durchschnittlicher Wert jeder Ausprägung (V1, V2 usw.) errechnet. Zusätzlich wurde die Varianz der jeweiligen Person errechnet. Diese beiden Werte wurden anschliessend miteinander verrechnet (Abbildung 13).

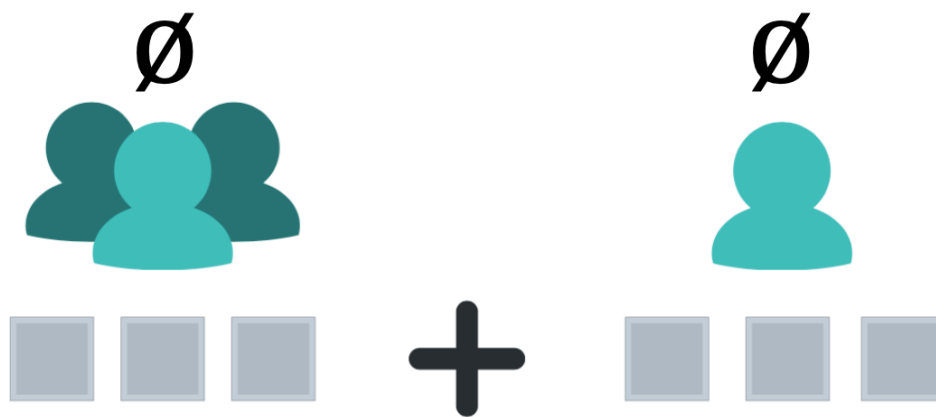


Abbildung 13: Veranschaulichung der fehlenden Werte des Fragebogens VisAwi. durchschnittlicher Wert jeder Ausprägung (V1, V2 usw.) mit der Varianz verrechnet, durch die jeweiligen Anzahl vorhandener Werte.

Weiter wurde bei der Erarbeitung der englischen Version die ursprüngliche Antwortskala verwendet (Siehe 3.4.2 intrinsische Motivation). Zur Auswertung wurden, die in englischer Sprache erhobenen Resultate umcodiert. Dazu wurde analysiert, wie die 10 Testpersonen die Items bewertet haben. Werte von 1 bis 4 (intrinsische Motivation) wurden als 0 umcodiert und die Werte von 5 bis 7 mit einer 1 codiert.

4 Auswertung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse präsentiert. Zur besseren Übersicht wird in der Tabelle 2 die wichtigsten Ergebnisse aufgeführt:

Tabelle 2

Ergebnisse der Datenanalyse

	Visualisierung 1 (V1)	Visualisierung 2 (V2)	Visualisierung 3 (V3)	Visualisierung 4 (V4)	Sig. Ästhetik <i>F</i> (1,19)	Sig. Erfolg <i>F</i> (1,19)	Sig. Ästhetik*Erfolg <i>F</i> (1,19)
Ästhetisch	1	1	0	0			
Nicht ästhetisch	0	0	1	1			
Erfolgreich	1	0	1	0			
Nicht erfolgreich	0	1	0	1			
Bewertung der Ästhetik (VisAWI)	<i>M</i> =5.45, <i>SD</i> = 1.22	<i>M</i> =5.07, <i>SD</i> = 0.84	<i>M</i> =4.18, <i>SD</i> = 1.77	<i>M</i> =4.10, <i>SD</i> = 1,71	13.672*	1.274	0.948
Intrinsische Motivation	<i>M</i> =0.6, <i>SD</i> = 0.38	<i>M</i> =0.46, <i>SD</i> = 0.34	<i>M</i> =0.53, <i>SD</i> = 0.41	<i>M</i> =0.38, <i>SD</i> = 0.40	3.971	11,281*	0.064
Flow-Erleben	<i>M</i> =5.10, <i>SD</i> = 1.10	<i>M</i> =3.93, <i>SD</i> = 0.93	<i>M</i> =4.65, <i>SD</i> = 1.11	<i>M</i> =3.74, <i>SD</i> = 1.03	4.366	22.547***	1.344
Glatter Verlauf (Flow)	<i>M</i> =5.20, <i>SD</i> = 1.17	<i>M</i> =3,67 <i>SD</i> = 0,98	<i>M</i> =4,79 <i>SD</i> = 1,36	<i>M</i> =3,49, <i>SD</i> = 1,13	3.339	25.816***	0.485
Absorbiertheit (Flow)	<i>M</i> =4.95, <i>SD</i> =1.21	<i>M</i> =4,32 <i>SD</i> = 1,25	<i>M</i> =4,45 <i>SD</i> = 1,05	<i>M</i> =4,11, <i>SD</i> = 1,18	4.016	6.132*	1.379
Emotionen Valenz	<i>M</i> =4.10, <i>SD</i> = 0.64	<i>M</i> =3.50, <i>SD</i> = 0.83	<i>M</i> =3.85, <i>SD</i> = 0.81	<i>M</i> =3.50, <i>SD</i> = 0.82	1.338	7.006*	2.436
Emotionen Arousal	<i>M</i> =1.90, <i>SD</i> = 0.96	<i>M</i> =2.20, <i>SD</i> = 0.83	<i>M</i> =2.20, <i>SD</i> = 1.00	<i>M</i> =2.55, <i>SD</i> = 1.09	7.120	3.773	0.064*

*Anmerkung. Signifikanz-Level (**p*<.05, ***p*<.01. ****p*<.001)*

4.1 Ästhetik

Der Mittelwert der beiden Bedingungen V1 / V2 ist mit $M=5.338$, $SD= 0.197$ höher als der von V3 / V4 ($M=4.144$, $SD= 0.330$). Diese Mittelwerte sind hinsichtlich der Ästhetik mit $F(1,19) = 13.672$ $p<.05$, $\eta^2 = .418$ signifikant. Im Zusammenhang mit dem Aspekt Erfolg jedoch nicht $F(1,19) = 1.274$ $p>.05$, $\eta^2 = .063$. Somit ist sichergestellt, dass die zwei Visualisierungen von den Testpersonen auch wirklich als ästhetisch bzw. unästhetisch wahrgenommen wurden. Erfolg hatte keinen Einfluss auf die Einschätzung.

4.2 Intrinsische Motivation

Der Mittelwert der V1 ist bezüglich der intrinsischen Motivation (SIMS) am höchsten. Es folgen die V3, V2 und V4. Bei V2 ist auffallend, dass die intrinsische Motivation tiefer bewertet wurde als bei V3, d.h. die Personen waren bei der ästhetischen / nicht erfolgreichen Visualisierung weniger intrinsisch motiviert als bei der unästhetisch / erfolgreichen Visualisierung. In der Abbildung 14 werden diese Zusammenhänge verdeutlicht:

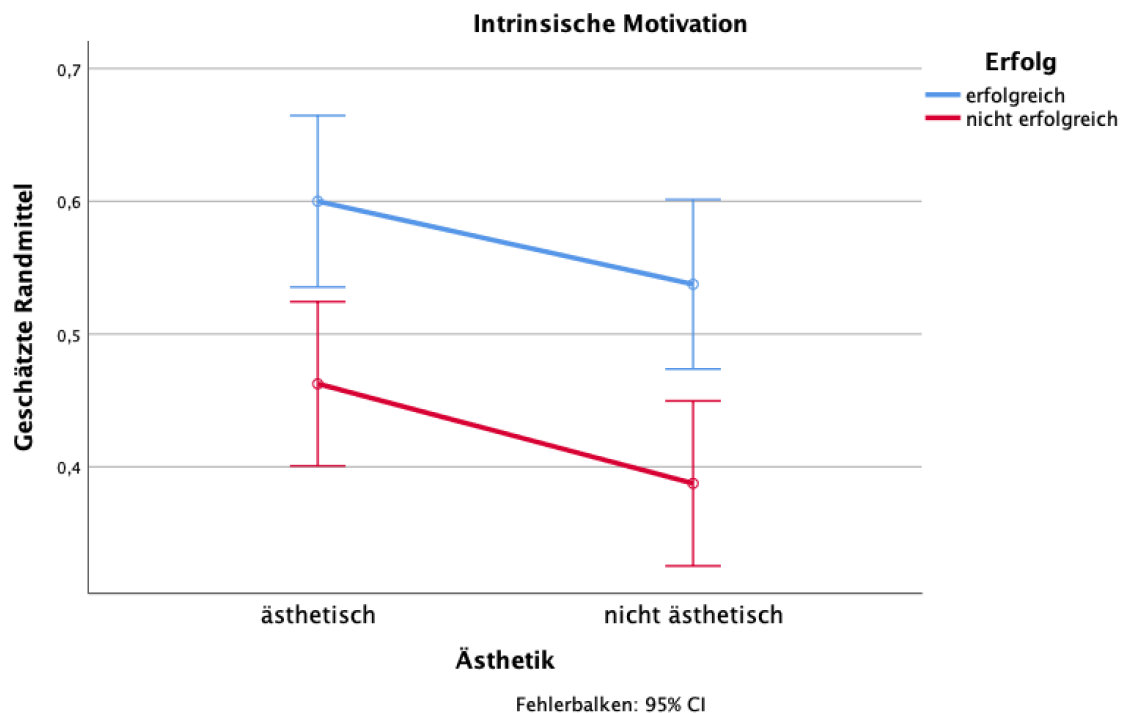


Abbildung 14: Mittelwerte der intrinsischen Motivation nach den Bedingungen Ästhetik und Erfolg. Fehlerbalken zeigen ein Konfidenzintervall von 95% an.

Werden die Mittelwerte der intrinsischen Motivation (SIMS) bezüglich der Ästhetik miteinander verglichen, sind diese knapp nicht signifikant $F(1,19) = 3.971$ $p>.05$, $\eta^2 = .173$. Hingegen unterscheidet sich die intrinsischen Motivation signifikant von dem

Faktor Erfolg $F(1,19) = 11,281$ $p < .05$, $\eta_p^2 = .373$. Dies zeigt, dass es einen grösseren Effekt von Erfolg auf die intrinsische Motivation gibt, als von Ästhetik. Die Prüfung einer Interaktion zwischen Ästhetik*Erfolg ergab keinen signifikanten Effekt $F(1,19) = .064$ $p > .05$, $\eta_p^2 = .003$.

4.3 Flow

Der Mittelwert aller Flow-Items zeigt, dass V1 wiederum den höchsten Wert aufweist. Darauf folgt V3, V2 und V4. Die Faktoren Flow-Erleben und Ästhetik ergeben zusammen keinen signifikanten Effekt ($F(1,19) = 22,547$ $p > .05$, $\eta_p^2 = .543$). Jedoch konnte ein sehr signifikanter Zusammenhang ($F(1,19) = 22,547$ $p < .001$, $\eta_p^2 = .543$) zwischen dem gesamten Flow-Erleben und dem Erfolgsfaktor festgestellt werden. Im Weiteren wurden nach Rheinberg et al. (2006) die Variablen «glatter Verlauf» und «Absorbiertheit» einzeln betrachtet.

4.4 Glatter Verlauf

Bei der Variabel «Glatter Verlauf» weist V1 den höchsten Mittelwert auf. V3 erzielte einen höheren Mittelwert als V2. Dieses Ergebnis ist überraschend, da einen höheren diesbezüglichen Einfluss der Ästhetik zu erwarten war. V4 wurde bezüglich des «Glatten Verlauf» im Durchschnitt am tiefsten bewertet (siehe Abbildung 15).

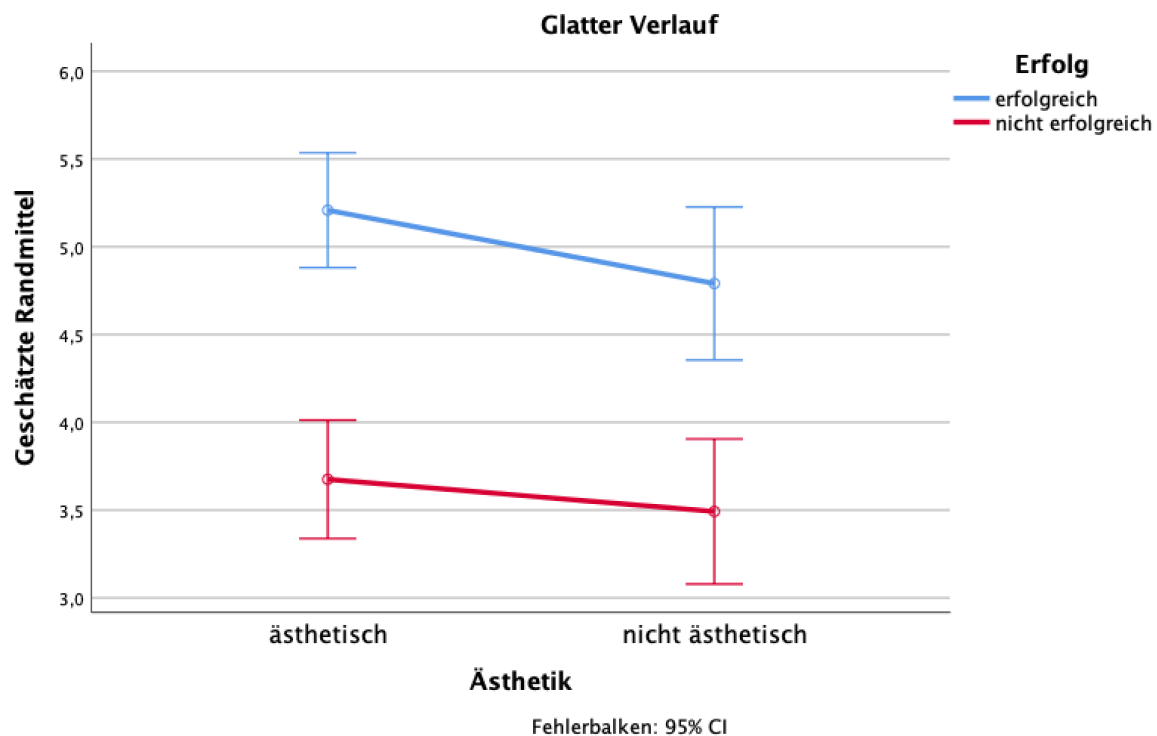


Abbildung 15: Mittelwerte bezüglich dem «Glatter Verlauf» (Flow) nach den Bedingungen Ästhetik und Erfolg. Fehlerbalken zeigen ein Konfidenzintervall von 95% an.

Der «glatte Verlauf» ist hinsichtlich der Ausprägung der Ästhetik nicht signifikant $F(1,19) = 3.339$ $p > .05$, $\eta^2 = .149$. Hingegen sind die Werte dieser Variabel mit der Ausprägung des Erfolges sehr signifikant $F(1,19) = 25,816$ $p < .001$, $\eta^2 = .576$, was in der Abbildung 15 durch die sich nicht überschneidenden Balken (Standardabweichung) zu erkennen ist. Die Prüfung einer Interaktion zwischen Ästhetik*Erfolg ergibt auch hier keinen signifikanten Effekt $F(1,19) = .485$ $p > .05$, $\eta^2 = .025$. Diese Resultate zeigen, dass der Faktor Erfolg einen grossen Einfluss auf die Beurteilung des «glatten Verlaufs» und somit auf das Flow-Erlebnis hat.

4.5 Absorbiertheit

Wie bei der Variabel «Glatter Verlauf» weist auch hier die V1 den höchsten Mittelwert auf, mit einem geringen Abstand zu der V3. Die Unterschiede zwischen V3, V2 und V4 sind hingegen noch geringer (Siehe Tabelle 2).

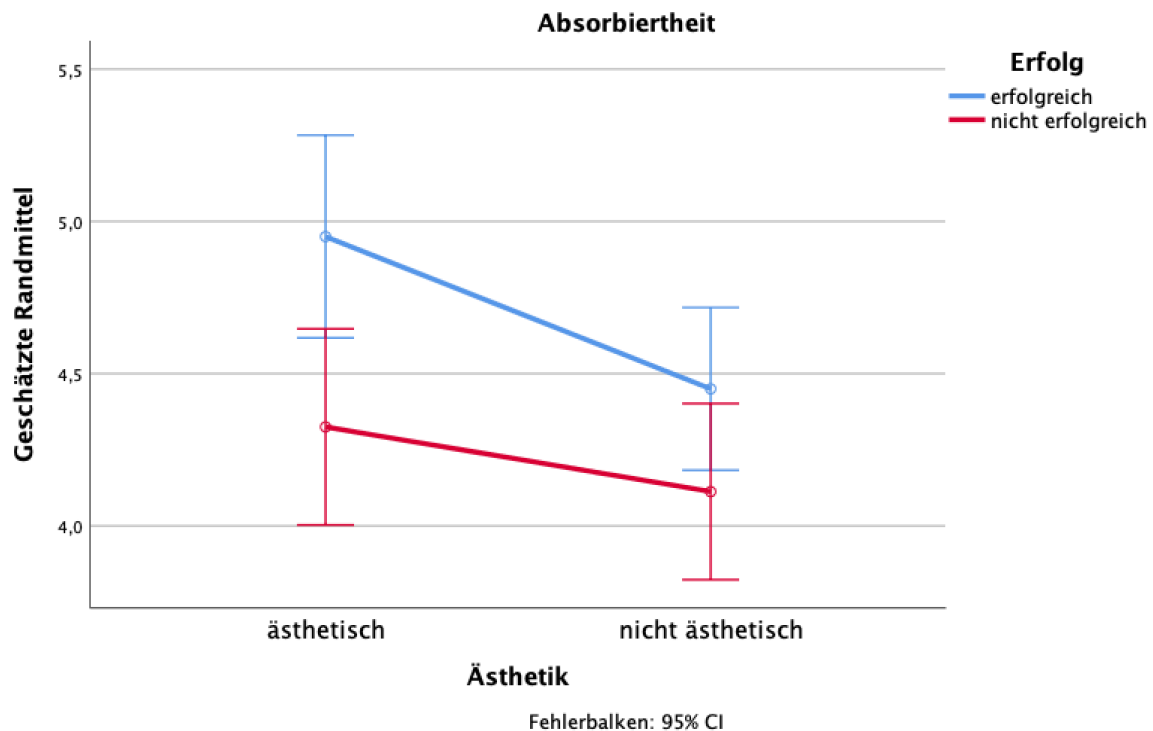


Abbildung 16: Mittelwerte bezüglich der «Absorbiertheit» (Flow) nach den Bedingungen Ästhetik und Erfolg. Fehlerbalken zeigen ein Konfidenzintervall von 95% an.

Auch die «Absorbiertheit» unterscheiden sich nicht signifikant $F(1,19) = 4.016 p > .05$, $\eta_p^2 = .174$ mit dem Faktor der Ästhetik. Wie bei der Motivation ist die «Absorbiertheit» im Zusammenhang mit Erfolg signifikant $F(1,19) = 6.132 p < .05$, $\eta_p^2 = .244$. Auch hier scheint es somit einen grösseren Effekt zwischen dem Erfolg und der «Absorbiertheit» zu geben, als bei der Ästhetik. Die Prüfung einer Interaktion zwischen Ästhetik*Erfolg ergibt auch hier keinen signifikanten Effekt $F(1,19) = .485 p > .05$, $\eta_p^2 = .255$.

4.6 Emotionen

Bei den Emotionen wurden zwei unterschiedliche Werte erfasst und ausgewertet (Siehe 2.4 Emotionen) Die Unterschiede bei den Mittelwerten der Verschiedenen Durchgänge waren bezüglich beiden Ausprägungen (Valenz / Arousal) nicht gross und auch die Standardabweichungen sind im Vergleich zu den Unterschieden der Mittelwerte eher hoch, so dass keine eindeutigen Aussagen gemacht werden können. In den nächsten beiden Abbildungen sind die diesbezüglichen Varianzen dargestellt (Abbildung 17 und Abbildung 18).

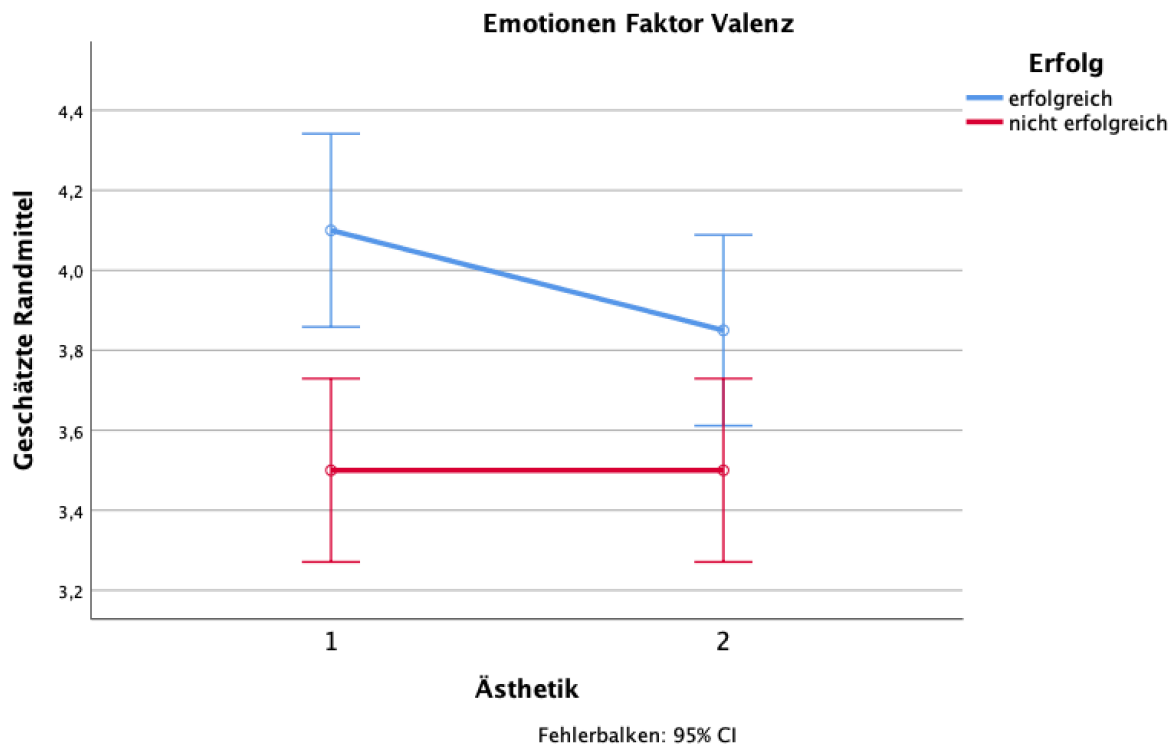


Abbildung 17: Mittelwerte bezüglich der Valenz (Emotionen) nach den Bedingungen Ästhetik und Erfolg. Fehlerbalken zeigen ein Konfidenzintervall von 95% an.

Weder der Faktor Ästhetik ($F(1,19) = 1.338$ $p > .05$, $\eta_p^2 = .066$) noch der Erfolg ($F(1,19) = 7.006$ $p > .05$, $\eta_p^2 = .269$) oder beide Faktoren zusammen ergibt eine signifikante Wirkung auf die Valenz ($F(1,19) = 2.436$ $p > .05$, $\eta_p^2 = .114$).

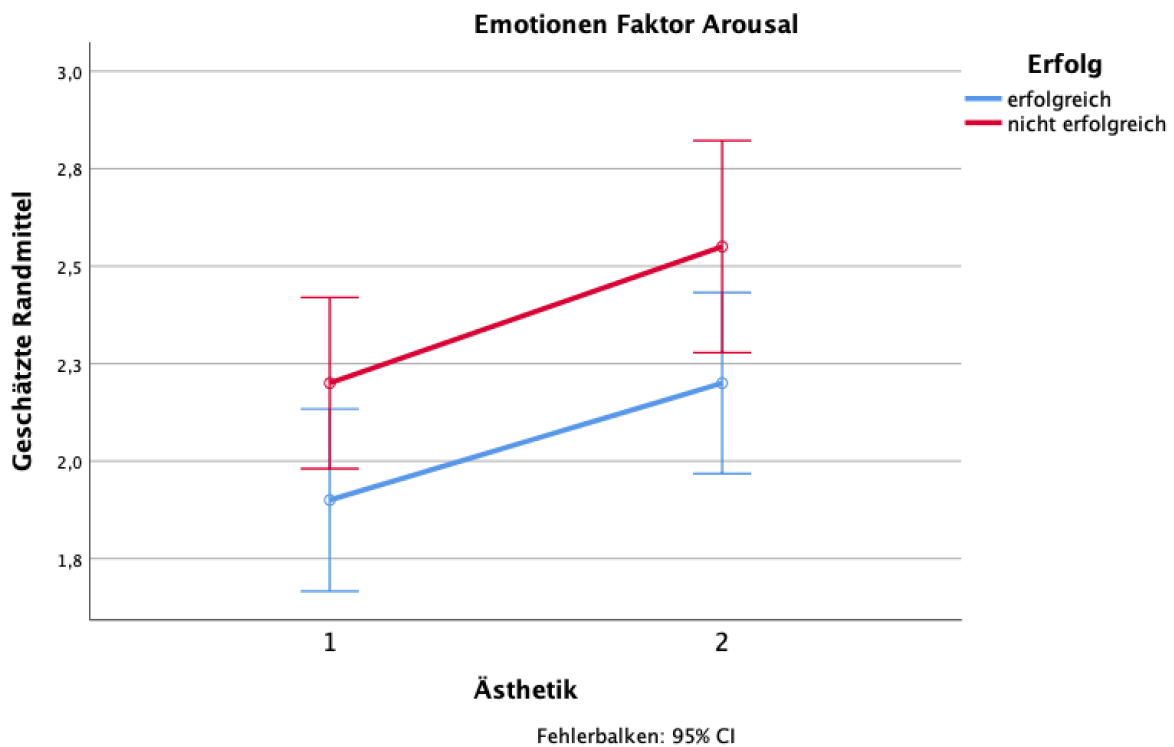


Abbildung 18: Mittelwerte bezüglich dem Arousal (Emotionen) nach den Bedingungen Ästhetik und Erfolg. Fehlerbalken zeigen ein Konfidenzintervall von 95% an.

Bei den Resultaten des Arousal ergab es weder zwischen dem Faktor Ästhetik und dem Arousal ($F(1,19) = 7.129$ $p > .05$, $\eta_p^2 = .273$) noch dem Erfolg und Arousal ($F(1,19) = 3.773$ $p > .05$, $\eta_p^2 = .166$) signifikanten Unterschiede. Hingegen der Einfluss von Ästhetik*Erfolg auf das Arousal ergab einen signifikanten Unterschied ($F(1,19) = .064$ $p < .05$, $\eta_p^2 = .003$).

4.7 «Gewünschte Zeit» / «Geschätzte Zeit»

Tabelle 3 zeigt in der linken Spalte die Resultate der OLS Regressionen der «gewünschten Zeit» (Siehe 3.5 Datenanalyse) und in der rechten Spalte, die der «Geschätzten Zeit» auf die jeweiligen Flow-Konstrukte. Um die Charakteristiken der Personen zu berücksichtigen wurden, wie im Methodenteil beschrieben, Personen-Dummies in die Schätzungen aufgenommen.

Tabelle 3

Regressionen der Variabel «gewünschte Zeit» auf das Flow-Erleben

Variablen Standardfehler SE(B) (P-Wert)	„gewünschte Zeit“ (in Sek.)	„geschätzte Zeit“ (in Sek.)
Flow-Erleben gesamt	25.44** 9.509 (0.010)	-18.42 23.74 (0.441)
«glatter Verlauf»	16.25* 7.545 (0.035)	-14.26 18.47 (0.443)
«Absorbiertheit»	33.03** 11.18 (0.005)	-15.18 28.32 (0.594)
Personen Dummies	Ja	Ja
N	80	80
N (Personen)	20	20

Anmerkung. OLS Regression (* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$)

In Spalte eins wird das Flow-Erleben insgesamt betrachtet. Dabei zeigt sich, dass eine um eins höheres Flow-Erleben durch die Testpersonen mit 25.44 Sekunden mehr «gewünschter Zeit» einhergeht. Dieses Resultat ist auf dem 95%-Signifikanzniveau signifikant. In den folgenden beiden Spalten wurde die «gewünschte Zeit» jeweils auf «glatter Verlauf» und «Absorbiertheit» regressiert, was ebenfalls signifikante Ergebnisse zeigte (siehe *Tabelle 3*). Wurde der «glatten Verlauf» um eine Einheit mehr empfunden, so wurde die jeweilige Visualisierung um

16.25 Sekunden länger betrachtet. Bei der Variabel «Absorbiertheit» sind es sogar 33.03 Sekunden.

In der letzten Spalte der Tabelle 3 wurde die «Geschätzten Zeit» auf die jeweiligen Flow-Variablen regressiert. Dabei zeigt sich tendenziell, dass die «geschätzte Zeit» geringer angegeben wurde je stärker das Flow-Erlebnis empfunden wurde. Allerdings sind diese Ergebnisse nicht signifikant verschieden von Null.

5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde erstens der Einfluss der Ästhetik auf die Motivation und das Flow-Erlebnis während der Neurofeedback Therapie untersucht. Zweitens geht die Arbeit der Frage nach, ob ein Flow-Erleben die Bereitschaft der Testpersonen Zeit in die Neurofeedback Therapie zu investieren erhöht. Diese in zwei Hypothesen gegliederte Fragestellung wurde empirisch mit Hilfe eines Experiments untersucht, wobei jeder Testperson sowohl ästhetisch wie nicht ästhetische Visualisierungen gezeigt wurden. Zudem wurden den Testpersonen bei beide Visualisierungen je einmal eine positive und einmal eine negative Erfolgsmeldung gegeben, um eine allfällige Effektheterogenität zwischen «Responder» und «Non-Responder» zu berücksichtigen. Damit ergaben sich vier Durchgänge je Testperson, an deren Ende jeweils derselbe Fragebogen beantwortet werden musste. Dieser diente, basierend auf verschiedenen im Theorieteil vorgestellten Modellen, dazu die abhängigen Variablen je Testperson und Durchgang zu konstruieren. Die Auswertungen erfolgten mit Hilfe von ANOVA und OLS-Regressionen. In der folgenden Diskussion werden die Auswertungen diskutiert, interpretiert und mit anderen Studien verglichen. Grundsätzlich gilt, dass die Ergebnisse aufgrund des experimentellen Charakters der vorliegenden Untersuchung kausal interpretiert werden können.

Ästhetik und Motivation

Die erste der vorliegenden Studie zugrunde liegende Hypothese lautet:

H1: Desto ästhetischer die Testpersonen ein visuelles Feedback empfinden, desto höher ist die Motivation bei dieser Person.

Um die vorliegende H1 beantworten zu können, musste zuerst sichergestellt werden, dass die Testpersonen die als ästhetisch beziehungsweise unästhetisch empfundenen Visualisierungen auch tatsächlich als solche empfanden. Dies wurde bereits mit Hilfe einer Vorstudie, auf Basis derer die Visualisierungen gewählt wurden, zu erreichen versucht. Im eigentlichen Experiment wurden die Testpersonen direkt nach jedem Durchgang zur Ästhetik der Visualisierungen befragt. Dabei bestätigte sich der Eindruck der Vorstudie: die von den Studienleitern als ästhetisch beziehungsweise unästhetisch eingestuft Visualisierungen wurden auch von den

Testpersonen so beurteilt. Allerdings war die Differenz in der Beurteilung der Ästhetik zwischen den zwei als ästhetisch und zwei als nicht ästhetisch eingestuft Visualisierungen (je einmal mit positiver und negativer Erfolgsrückmeldung) bei den 20 Testpersonen nur schwach signifikant.

Mit Hilfe einer Varianzanalyse konnte nun untersucht werden, ob die Testpersonen nach Durchgängen mit der ästhetischen Visualisierung motivierter waren als nach Durchgängen mit der nicht ästhetischen Visualisierung. Tatsächlich wiesen die Testpersonen nach der ästhetischen Visualisierung höher Mittelwerte in der Messung der Motivation auf. Allerdings stellte sich diese Unterschiede als nicht signifikant heraus. Damit lässt sich H1 nicht bestätigen.

Dies steht beispielsweise in Widerspruch zu García-Vergara et al. (2015), welche einen positiven Zusammenhang zwischen erhöhter Ästhetik und Motivation fanden. Ein deutlicher Unterschied zur vorliegenden Studie liegt dabei in der Zeitspanne der Visualisierungen; während diese in der vorliegenden Studie lediglich mindestens neun Minuten dauerten, absolvierten die Testpersonen bei García-Vergara et al. (2015) ein Trainingsprogramm über mehrere Wochen. Zudem fand dieses in einer VR 3D Umgebung statt. Es ist deshalb denkbar, dass die Ästhetik erst bei längeren Aufgaben und oder visuell sehr fordernden Aufgaben einen wesentlichen Einfluss auf die Motivation hat.

Weitere Vergleiche mit Forschungsarbeiten sind schwierig, da es bezüglich motivationalen Möglichkeiten von visueller Ästhetik im Bereich Neurofeedback oder in vergleichbaren Gebieten sehr wenige aussagekräftigen Studien gibt. Die bereits in der Einleitung aufgezeigte Bedeutung der Ästhetik in unserem alltäglichen Leben, im Besonderen das steigende Interesse der Ästhetik im Kontext der Gestaltung und Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT), lassen aber mindestens teilweise an der Wirkungslosigkeit der Ästhetik im Kontext der Neurofeedback Therapie zweifeln.

Ein letzter möglicher Grund für den nicht signifikanten Effekt von Ästhetik auf Motivation könnte daher rühren, dass die Testpersonen die Unterschiede zwischen den ästhetischen und nicht ästhetischen Visualisierungen als eher gering einstufen. Somit war die Differenzierung in der unabhängigen Variable (Ästhetik) womöglich zu

gering, um einen signifikanten Effekt auf die abhängige Variable (Motivation) hervor zu rufen.

Im Gegensatz zur Ästhetik hatte die Art der Rückmeldung (erfolgreich / nicht erfolgreich) einen signifikanten Effekt auf die Motivation. Eine erfolgreiche Rückmeldung erhöht also während einer Neurofeedback Therapie die Motivation. Dieser Zusammenhang wird allerdings nicht durch eine ästhetisch ansprechende Visualisierung verstärkt, wie die nicht signifikante Interaktion zwischen Ästhetik und Erfolgsrückmeldung zeigt.

Flow-Erleben und Motivation mehr Zeit in die Neurofeedback Therapie zu investieren

Die zweite im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchte Hypothese lautet:

H2: Je mehr die Testpersonen durch das Feedback in eine Flow - Erleben versetzt werden kann, desto mehr Zeit ist sie bereit für die Neurofeedback Therapie zu investieren.

Die Intensität des Flow-Erleben der Testpersonen wurde ebenfalls mit Hilfe des bereits erwähnten Fragebogens nach jedem Durchgang erhoben. Dabei wurde einerseits das Flow-Erlebnis als Ganzes sowie dessen Teilkonstrukte «Absorbiertheit» und «Glatter Verlauf» basierend auf einem dem Flow-Kurzskala Fragebogen (Rheinberg et al. 2006) gemessen. Diese drei Flow-Variablen bilden die unabhängigen Variablen.

Hierbei lässt sich grundsätzlich festhalten, dass die in dieser Studie gemessenen Flow-Erlebnis Werte trotz unterschiedlicher Forschungsdesigns nahe an jenen von Rheinberg et al. (2006) (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) liegen. So lagen die Flow-Erlebnis Werte nach dem Durchgang mit der ästhetische Visualisierung und positiver Erfolgsrückmeldung bei durchschnittlich hohen 5,1 und damit in der Nähe der Werte der Tätigkeit mit den höchsten Flow-Erleben Werten bei Rheinberg et al. (2006) – nämlich Graffiti-Sprayen. Jene des Durchgangs mit der nicht ästhetischen Visualisierung und der negativen Erfolgsrückmeldung jedoch lediglich bei 3,7 und damit leicht tiefer als alle bei Rheinberg et al. (2016) untersuchten Tätigkeiten.

Weiter konnten die Testpersonen nach jedem Durchgang bestimmen wie lange sie die jeweilige Visualisierung weiter betrachten mochten. Die dabei gemessene «gewünschte Zeit» dient als abhängige Variable in den OLS-Regression, mit welchen ein möglicher Effekt des Flow-Erleben auf die Motivation der Testpersonen Zeit in die Neurofeedback Therapie zu investieren untersucht wurde. Dabei wurde die abhängige Variable «gewünscht Zeit» in drei einzelnen Schätzungen auf die unabhängigen Flow-Variablen regressiert. Um nicht beobachtbare Personenmerkmale zu berücksichtigen wurden in allen OLS-Regressionen Personen Dummies der Testpersonen aufgenommen.

Die OLS-Regressionen zeigen einen klar positiven Zusammenhang zwischen dem Flow-Erleben der Testpersonen und ihrer Bereitschaft mehr Zeit mit der Neurofeedback Therapie zu verbringen. Eine um eins höhere Bewertung des Flow-Erleben erhöhte die «gewünschte Zeit» um gut 25 Sekunden. Dieser Effekt von Flow-Erleben auf «gewünschte Zeit» ist signifikant auf dem 95%-Signifikanzlevel. Weiter zeigt sich, dass dieser Effekt vor allem vom Flow-Teilkonstrukt der «Absorbiertheit» und etwas weniger vom Teilkonstrukt «Glatter Verlauf» hervorgerufen wird. Insgesamt kann damit der in H2 postulierte Effekt eines Flow-Erlebens auf die Bereitschaft mehr Zeit in die Neurofeedback Therapie zu investieren bestätigt werden.

Weiter wurden die Testpersonen gefragt, wie sie die Zeit des jeweils vergangenen Durchgangs einschätzen. Hier würde man erwarten, dass Testpersonen, die eher in einem Flow-Erleben drin sind, die Durchgangszeit als kürzer einschätzen. Dies deshalb, weil «sich in der Tätigkeit verlieren» und so das Zeitgefühl zu verlieren ein wichtiger Teilaspekt des Flow-Erlebens ist (nach Csikszentmihalyi, 1975). Dieser erwartete negative Zusammenhang konnte mit Hilfe von OLS-Regressionen von «geschätzter Zeit» auf die drei Flow-Variablen grundsätzlich ebenfalls bestätigt werden; allerdings sind die Koeffizienten statistisch nicht signifikant verschieden von Null.

Weiter war während der Untersuchung auffallend, dass die Testpersonen verschiedentlich auf das unbequeme Tragen des Headsets aufmerksam machten. Diese potentielle Störung des Flow-Erlebens könnte einen grösseren Effekt verhindert haben. Wie bei den Untersuchungen von Rheinberg & Vollmeyer (2003)

sowie Peifer et al., (2015) zeigt, aber auch die vorliegende Untersuchung, dass auch einfache Tätigkeiten zu einem Flow-Erleben führen können. Csikszentmihalyi (1975) legt dar, dass die Aufmerksamkeit der Personen dazu allerdings auch tatsächlich auf der Tätigkeit liegen muss. Die Studie von Rheinberg & Vollmeyer (2003), welche ein Computerspiel einsetzten, zeigte diesbezüglich, dass die optimalsten Ergebnisse bezüglich des Flow-Erlebens bei einer mittlere Schwierigkeitsstufe erzielt werden konnten. Dies könnte darauf hindeuten, dass die in der vorliegenden Studie an die Testpersonen gestellte Entspannungsaufgabe in Kombination mit der Betrachtung der animierten Visualisierungen eher zu einfach war und mit einer etwas höheren Schwierigkeitsstufe der vorgegebenen Tätigkeit bessere Ergebnisse hätten erzielt werden können.

Einfluss der Erfolgsmeldung

Der Fokus des im Rahmen dieser Studie durchgeführten Experiments war das Untersuchen eines möglichen Einflusses der Ästhetik der eingesetzten Visualisierungen auf verschiedene Indikatoren, die wiederum den Erfolg einer Neurofeedback Therapie determinieren könnten. Um gleichzeitig einen möglichen Einfluss der in der Neurofeedback Therapie zentralen Unterscheidung in «Responder» und «Non-Responder» zu berücksichtigen, wurde in den jeweiligen Durchgängen nicht nur die Ästhetik der Visualisierungen, sondern auch die Art der Erfolgsmeldung variiert. Dabei zeigte sich einzig bei «Arousal» eine statistisch schwach signifikante Interaktion zwischen Ästhetik und Erfolgsmeldung. Dieses Ergebnis bestätigt Öhman et al. (2001) und Calvo & Lang (2004), welche auf die wesentliche Rolle von Emotionen bei der Verarbeitung von visuellen Reizen hinweisen. Weiter zeigt sich auch in der Metastudie von Kadosh und Staunton (2019), dass Emotionen einen wesentliche Einfluss auf die erhöhte Aufmerksamkeit im Neurofeedback Kontext beizumessen ist.

Bei allen anderen gemessen Indikatoren war die Interaktion zwischen der Ästhetik der Visualisierungen und der Art der Erfolgsmeldung allerdings nicht signifikant verschieden von Null. Dies deutet daraufhin, dass die oben beschriebenen Effekte der Ästhetik der Visualisierung auf die Motivation praktisch unabhängig von der Art der Erfolgsmeldung auftreten oder nicht auftreten.

Im Unterschied zur oben behandelten Ästhetik der Visualisierungen zeigte eine positive Erfolgsmeldung einen positiven Effekt auf fast alle untersuchten Indikatoren (Motivation, Flow-Erleben, Emotionen). Wiederum mit der Ausnahme «Arousal», wo sich nur bei einer Interaktion von Ästhetik und Erfolgsmeldung ein schwach signifikanter Effekt einstellte. Insgesamt legt die vorliegende Studie damit nahe, dass eine positive Rückmeldung stärker als eine positiv wahrgenommene Ästhetik der Visualisierung Faktoren beeinflussen kann, die wiederum zum Erfolg einer Neurofeedback Therapie beitragen können. Dabei müssen die oben gemachten Einschränkungen berücksichtigt werden, insbesondere dass die Differenzen in der Wahrnehmung der Ästhetik der Visualisierungen relativ gering waren und damit vermutlich weniger stark auf die Testpersonen wirkten als eine positive Erfolgsmeldung, die sich sehr klar von einer negativen abgrenzt.

Dieses Ergebnis untermauert die bereits in anderen Studien gewonnenen Erkenntnisse zum Zusammenhang zwischen einer Erfolgsmeldung und der Motivation von Patient*innen (Nijboer et al., 2010; Leeb et al., 2007). Damit bestätigt sich erneut die Problematik, dass «Non-Responder» bei richtigen Messungen ein negatives Feedback erhalten und so ihre Motivation für die Neurofeedback Therapie immer geringer zu werden droht. Dieser Aspekt sollte in weiteren Forschungsarbeiten berücksichtigt werden, um die Rolle der Motivation im Kontext der Neurofeedback Therapie gänzlich zu klären.

Limitationen durch die Corona-Pandemie

Die Corona-Situation hat die Durchführung des Experiments stark beeinträchtigt. Die Experimente, waren ursprünglich in einem Usability-Labor der Universität in Fribourg geplant. Durch die Corona-Situation wurden die Experimente bei den Testpersonen Zuhause realisiert. Dadurch konnten die externen Reize nicht kontrolliert werden (gering interne Validität). Ein weiterer einschneidender Punkt war, dass erst kurz vor den Experimenten bemerkt wurde, dass die verwendeten Elektroden die Gehirnaktivitäten zu wenig genau messen. Da sich während der Corona-Pandemie Lieferungen wesentlich verzögert haben, konnte die Zustellung nicht abgewartet werden. Damit die Teilnehmenden glaubten, dass es sich um ihr eigenes Feedback handelte, wurden die Daten zwar aufgezeichnet, konnten aber nicht ausgewertet werden.

Weiter sollte in einem nächsten Experiment, die Motivation mit der präziseren Antwortskala von Guay et al. (2001) gemessen werden, mit der jede Aussage des Fragebogens von den Teilnehmenden beurteilt wird. Dies könnte allenfalls zu statistisch aussagekräftigeren Resultaten führen.

6 Fazit

Der in der vorliegenden Arbeit hauptsächlich untersuchte Effekt von Ästhetik auf die Motivation hat sich im durchgeführten Experiment als statistisch nicht signifikant herausgestellt. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Ästhetik ein komplexes Konstrukt ist und eventuell in einer anderen Form zu effektiveren Ergebnissen führen könnte. Beispielsweise könnte die Wirkung der Kombination des ästhetischen Feedback mit dem Medium der Virtual Reality (VR) untersucht werden. Hingegen konnte aufgezeigt werden, dass je mehr jemand in ein Flow-Erleben versetzt werden kann, desto mehr Zeit ist diese Person bereit in die Neurofeedback-Therapie zu investieren. Dieser Effekt könnte dazu führen, dass «Non-Responder» sowie «Responder» bereit sind mehr Zeit in diese Therapiemethode zu investieren und somit eine Wirkung einsetzen kann bzw. die Wirkung verstärkt.

Sowohl ästhetisch gestaltete Umgebungen als auch das Gefühl des Flow-Erlebens berührt Menschen und bringen sie dazu aussergewöhnlichen Leistungen zu erbringen. Ob und wie dieses Potential in der Neurofeedback Therapie besser eingesetzt werden kann, sollte Gegenstand weiterer Forschungsarbeiten sein, um beeinträchtigten Menschen mehr Lebensqualität zu ermöglichen.

7 Literaturverzeichnis

- Aellig, S. (2004). über den Sinn des Unsinn: Flow-Erleben und Wohlbefinden als Anreize für autotelische *Tätigkeiten*. Münster: Waxmann.
- Bergua, A. (2017). *Das menschliche Auge in Zahlen*. Berlin: Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-47284-2>
- Berman, B. D., Horovitz, S. G., Venkataraman, G., & Hallett, M. (2012). Self-modulation of primary motor cortex activity with motor and motor imagery tasks using real-time fMRI-based neurofeedback. *Neuroimage*, 59(2), 917–925.
- Bradley, M. M., & Lang, P. J. (1994). Measuring emotion: The self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 25(1), 49–59. [https://doi.org/10.1016/0005-7916\(94\)90063-9](https://doi.org/10.1016/0005-7916(94)90063-9)
- Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2018). *Motivation und Emotion*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56685-5>
- Calvo, M. G., & Lang, P. J. (2004). Gaze patterns when looking at emotional pictures: Motivationally biased attention. *Motivation and Emotion*, 28(3), 221–243.
- Csikszentmihalyi, M. (1975). Beyond boredom and anxiety. San Francisco. *California, US: Jossey-Bass*.
- Csikszentmihalyi, M. (1991). Das Flow-Erlebnis und seine Bedeutung für die Psychologie des Menschen. In M. Csikszentmihalyi & I. S. Csikszentmihalyi (Hrsg.), *Die außergewöhnliche Erfahrung im Alltag. Die Psychologie des Flow-Erlebens* (S. 28–49). Stuttgart: Klett-Cotta.
- Enriquez-Geppert, S. (2019). Neurofeedback aus der Perspektive der Neurowissenschaften: Aktuelle Entwicklungen und Trends. *Psychotherapeut*, 64(3), 186–193. <https://doi.org/10.1007/s00278-019-0351-3>
- Frings, S., & Müller, F. (2014). *Biologie der Sinne*. Berlin: Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2273-6>
- García-Vergara, S., Li, H., & Howard, A. M. (2015). Increasing Super Pop VR™ Users' Intrinsic Motivation by Improving the Game's Aesthetics. In M. Antona & C.

Stephanidis (Eds.), *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*. (pp. 432-441). Cham: Springer.

Gruzelier, J., Inoue, A., Smart, R., Steed, A., & Steffert, T. (2010). Acting performance and flow state enhanced with sensory-motor rhythm neurofeedback comparing ecologically valid immersive VR and training screen scenarios. *Neuroscience Letters*, 480(2), 112–116. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.06.019>

Guay, F., Vallerand, R. J., & Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS). *Motivation and emotion*, 24(3), 175-213.

Güntensperger, D., Thüring, C., Meyer, M., Neff, P., & Kleinjung, T. (2017). Neurofeedback for Tinnitus Treatment – Review and Current Concepts. *Front. Aging Neurosci.*, 9, 386. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00386>

Hanslmayr, S., Sauseng, P., Doppelmayr, M., Schabus, M., & Klimesch, W. (2005). Increasing Individual Upper Alpha Power by Neurofeedback Improves Cognitive Performance in Human Subjects. *Appl Psychophysiol Biofeedback*, 30(1), 1–10. <https://doi.org/10.1007/s10484-005-2169-8>

Haus, K.-M., Held, C., Kowalski, A., Krombholz, A., Nowak, M., Schneider, E., Strauß, G., & Wiedemann, M. (2016). *Praxisbuch Biofeedback und Neurofeedback*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47748-9>

Heckhausen J., Heckhausen H. (2006) Motivation und Handeln: Einführung und Überblick. In: Heckhausen J., Heckhausen H. (Hrsg.) Motivation und Handeln. Berlin: Springer.

Hoffmann, S., & Akbar, P. (2019). *Konsumentenverhalten: Konsumenten verstehen – Marketingmaßnahmen gestalten*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-23567-3>

Hoppe-Graff, S. (2014). Pädagogische Psychologie. In Myers, D. G. (Hrsg.), *Psychologie* (S. 745-783). Berlin: Springer.

Hsieh, Y.-H., Lin, Y.-C., & Hou, H.-T. (2016). Exploring the role of flow experience, learning performance and potential behavior clusters in elementary students' game-based learning. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 178–193. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.834827>

- Hwang, H.-J., Kwon, K., & Im, C.-H. (2009). Neurofeedback-based motor imagery training for brain–computer interface (BCI). *Journal of neuroscience methods*, *179*(1), 150–156.
- Johnston, S., Linden, D. E. J., Healy, D., Goebel, R., Habes, I., & Boehm, S. (2011). Upregulation of emotion areas through neurofeedback with a focus on positive mood. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *11*(1), 44–51.
- Kadosh, K. C., & Staunton, G. (2019). A systematic review of the psychological factors that influence neurofeedback learning outcomes. *NeuroImage*, *185*, 545–555. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2018.10.021>
- Kirk, H. W. (2016). Changing the paradigm from neurochemical to neuroelectrical models. In H. W. Kirk (Eds.), *Restoring the brain: Neurofeedback as an integrative approach to health* (pp. 23-47). New York: CRC Press/Taylor & Francis Group.
- Kondo, T., Saeki, M., Hayashi, Y., Nakayashiki, K., & Takata, Y. (2015). Effect of instructive visual stimuli on neurofeedback training for motor imagery-based brain–computer interface. *Human movement science*, *43*, 239–249.
- Kosch, T., Hassib, M., & Schmidt, A. (2016). The brain matters: A 3D real-time visualization to examine brain source activation leveraging neurofeedback [Abstract]. In A. Druin, J.P. Hourcade, J. Kaye, C. Lampe & D. Morris (Eds.), *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. (pp. 1570–1576). New York: Association for Computing Machinery.
- Lang, A., & Ewoldsen, D. R. (2010). The measurement of positive and negative affect in media research. In Lang, A., Ewoldsen, D. R., Dovel, K., Von Scheve, C., & Konijn, E. (Eds.), *The Routledge handbook of emotions and mass media* (pp. 93–112). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203885390>
- Leeb, R., Lee, F., Keinrath, C., Scherer, R., Bischof, H., & Pfurtscheller, G. (2007). Brain–computer communication: Motivation, aim, and impact of exploring a virtual apartment. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, *15*(4), 473–482.
- Mano, M., Lécuyer, A., Bannier, E., Perronnet, L., Noorzadeh, S., & Barillot, C. (2017). How to build a hybrid neurofeedback platform combining EEG and fMRI. *Frontiers in neuroscience*, *11*, 140.

- Marzbani, H., Marateb, H. R., & Mansourian, M. (2016). Neurofeedback: A comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. *Basic and clinical neuroscience*, 7(2), 143.
- Mehren, A. (2018). So wirksam wie eine Scheinbehandlung. *InFo Neurologie & Psychiatrie*, 20(3), 28-28.
- Moshagen, M., & Thielsch, M. (2013). A short version of the visual aesthetics of websites inventory. *Behaviour & Information Technology*, 32(12), 1305–1311.
<https://doi.org/10.1080/0144929X.2012.694910>
- Moshagen, M., & Thielsch, M. T. (2010). Facets of visual aesthetics. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(10), 689–709.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2010.05.006>
- Mottaz, A., Solcà, M., Magnin, C., Corbet, T., Schnider, A., & Guggisberg, A. G. (2015). Neurofeedback training of alpha-band coherence enhances motor performance. *Clinical Neurophysiology*, 126(9), 1754–1760.
- Narciss, S. (2010). *Grundlagen der Psychologie des Lehrens und Lernens II*. Unpubliziertes Vorlesungsskript, Technische Universität Dresden.
- Nasar, J. L. (1994). Urban Design Aesthetics: The Evaluative Qualities of Building Exteriors. *Environment and Behavior*, 26(3), 377–401.
<https://doi.org/10.1177/001391659402600305>
- Neumann, L., Sbert, M., Gooch, B., & Purgathofer, W. (2005). Defining computational aesthetics. *Computational aesthetics in graphics, visualization and imaging*, 13–18.
- Nijboer, F., Birbaumer, N., & Kubler, A. (2010). The influence of psychological state and motivation on brain–computer interface performance in patients with amyotrophic lateral sclerosis—a longitudinal study. *Frontiers in neuroscience*, 4, 55.
- Nowlis, D. P., & Kamiya, J. (1970). The control of electroencephalographic alpha rhythms through auditory feedback and the associated mental activity. *Psychophysiology*, 6(4), 476–484.
- Oblak, E. F., Lewis-Peacock, J. A., & Sulzer, J. S. (2017). Self-regulation strategy, feedback timing and hemodynamic properties modulate learning in a simulated fMRI

neurofeedback environment. *PLOS Computational Biology*, 13(7), e1005681.

<https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005681>

Öhman, A., Flykt, A., & Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: Detecting the snake in the grass. *Journal of experimental psychology: general*, 130(3), 466.

Othmer, S., (2016). History of Neurofeedback. In H. W. Kirk (Eds.), *Restoring the brain: Neurofeedback as an integrative approach to health* (pp. 23-47). New York: CRC Press/Taylor & Francis Group.

Peifer, C., Schächinger, H., Engeser, S., & Antoni, C. H. (2015). Cortisol effects on flow-experience. *Psychopharmacology*, 232(6), 1165–1173.

Prinz, W. (2015). Neurofeedback. Von der Esoterik zur Wissenschaft. *psychopraxis. neuropraxis*, 18(6), 230–232. <https://doi.org/10.1007/s00739-015-0294-6>

Reber, R., Schwarz, N., & Winkielman, P. (2004). Processing Fluency and Aesthetic Pleasure: Is Beauty in the Perceiver's Processing Experience? *Personality and Social Psychology Review*, 8(4), 364–382.

https://doi.org/10.1207/s15327957pspr0804_3

Rasch, B., Frieze, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (Hrsg.). (2010). *Quantitative Methoden Band 2*. Berlin: Springer.

Rheinberg, F. (1989). *Zweck und Tätigkeit: Motivationspsychologische Analysen zur Handlungsveranlassung*. Göttingen: Verlag für Psychologie.

Rheinberg, F., & Vollmeyer, R. (2003). Flow-Erleben in einem Computerspiel unter experimentell variierten Bedingungen. *Zeitschrift für Psychologie / Journal of Psychology*, 211(4), 161–170. <https://doi.org/10.1026//0044-3409.211.4.161>

Rheinberg, F., Vollmeyer, R., & Engeser, S. (2006). Die Erfassung des Flow-Erlebens. Institut für Psychologie. In J. Stiensmeier-Pelster & F. Rheinberg (Hrsg.), *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept* (S. 261-279). Göttingen: Hogrefe.

Rodríguez-Sánchez, A. M., Schaufeli, W., Salanova, M., Cifre, E., & Sonnenschein, M. (2011). Enjoyment and absorption: An electronic diary study on daily flow patterns. *Work & Stress*, 25(1), 75–92. <https://doi.org/10.1080/02678373.2011.565619>

Sand, F. van de. (2017). *User Experience Identity: Mit Neuropsychologie digitale Produkte zu Markenbotschaftern machen*. Wiesbaden: Springer Gabler.

- Scherer, K. R. (2005). What are emotions? And how can they be measured? *Social science information*, 44(4), 695–729.
- Schüler, J., & Brunner, S. (2009). The rewarding effect of flow experience on performance in a marathon race. *Psychology of Sport and Exercise*, 10(1), 168–174.
- Skinner, B. F. (1991). *The behavior of organisms: An experimental analysis*. Cambridge: B.F. Skinner Foundation.
- Sollfrank, T., Hart, D., Goodsell, R., Foster, J., & Tan, T. (2015). 3D visualization of movements can amplify motor cortex activation during subsequent motor imagery. *Frontiers in human Neuroscience*, 9, 463.
- Sonderegger, A., Heyden, K., Chavallaz, A., & Sauer, J. (2016). AniSAM & AniAvatar: Animated Visualizations of Affective States. *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 4828–4837.
<https://doi.org/10.1145/2858036.2858365>
- Stavrou, N. A., Jackson, S. A., Zervas, Y., & Karteroliotis, K. (2007). Flow experience and athletes' performance with reference to the orthogonal model of flow. *The Sport Psychologist*, 21(4), 438–457.
- Thomas, K. P., Vinod, A. P., & Guan, C. (2014, October). *Evaluation of EEG features during overt visual attention during neurofeedback game*. Paper presented at the 2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC), San Diego, CA.
- Thorndike, E. L. (1898). Animal intelligence: An experimental study of the associative processes in animals. *The Psychological Review: Monograph Supplements*, 2(4), i–109. <https://doi.org/10.1037/h0092987>
- Ufelmann, A. (2010). *Imageaufbau durch Produktdesign: Eine empirische Studie am Beispiel Automobildesign*. Hamburg: Diplomica Verlag.
- van Dongen-Boomsma, M., Vollebregt, M. A., Slaats-Willems, D., & Buitelaar, J. K. (2013). A randomized placebo-controlled trial of electroencephalographic (EEG) neurofeedback in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *J Clin Psychiatry*, 74(8), 821–827.

- Weibel, D., & Wissmath, B. (2011). Immersion in Computer Games: The Role of Spatial Presence and Flow. *International Journal of Computer Games Technology*, 2011, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2011/282345>
- Wentura, D., Rothermund, K., & Bak, P. (2000). Automatic vigilance: The attention-grabbing power of approach- and avoidance-related social information. *Journal of Personality and Social Psychology*, 78(6), 1024–1037. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.78.6.1024>
- Wild, E., & Möller, J. (Hrsg.). (2015). *Pädagogische Psychologie*. Berlin: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41291-2>
- Woodworth, R. S. (1918). *Columbia University lectures: Dynamic psychology*. New York : Columbia University Press
- Zain, J. M., Tey, M., & Goh, Y. (2011). Does aesthetics of web page interface matters to Mandarin learning? *International Journal of Computer Science and Network Security*, 7, 43-51.
- Zonta, M., Angulo, M. C., Gobbo, S., Rosengarten, B., Hossmann, K.-A., Pozzan, T., & Carmignoto, G. (2003). Neuron-to-astrocyte signaling is central to the dynamic control of brain microcirculation. *Nature Neuroscience*, 6(1), 43–50. <https://doi.org/10.1038/nn980>
- Zotev, V., Phillips, R., Yuan, H., Misaki, M., & Bodurka, J. (2014). Self-regulation of human brain activity using simultaneous real-time fMRI and EEG neurofeedback. *NeuroImage*, 85, 985–995.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ergänzung der (Folge-) / Zweck- und Tätigkeitszentrierten Anreize in Heckhausens Erweitertem Kognitiven Motivationsmodell, eigene Darstellung in Anlehnung an Rheinberg und Vollmeyer (2003)..	10
Abbildung 2: Das Flow-Kanal-Modell, eigene Darstellung in Anlehnung an Csikszentmihalyi & Csikszentmihalyi (1991).	12
Abbildung 3: Das Flow-Quadranten-Modell, eigene Darstellung in Anlehnung an Csikszentmihalyi & Csikszentmihalyi (1991), bzw. Csikszentmihalyi (1997).....	13
Abbildung 4: Zusammenwirken von den Komponenten eigene Darstellung in Anlehnung an Weibel & Wissmath (2011).....	15
Abbildung 5: Strukturmodell des Fragebogens VisAWI, eigene Darstellung in Anlehnung an nach Moshagen & Thielsch, (2013).....	16
Abbildung 6: Ablauf des Neurofeedback Experiments	22
Abbildung 7: Evaluation der Ästhetische und Unästhetischen.	23
Abbildung 8: Ästhetische Visualisierung mit einfacher klarer Gestaltung und angenehmen Farben (ästhetisch).....	24
Abbildung 9: Nicht ästhetische Visualisierung mit komplexer Gestaltung und grellen Farben (nicht ästhetisch).....	25
Abbildung 10: Simulation des erfolgreichen Feedbacks der ästhetischen Visualisierung.	25
Abbildung 11: Simulation des nicht erfolgreichen Feedbacks der nicht ästhetischen Visualisierung	26
Abbildung 12: Fragebogen SAM (Self-Assessment Manikin, Bradley & Lang, 1994) zur Messung der Emotionen.....	29
Abbildung 13: Veranschaulichung der fehlenden Werte des Fragebogens VisAwi...30	
Abbildung 14: Mittelwerte der intrinsischen Motivation nach den Bedingungen Ästhetik und Erfolg	33
Abbildung 15: Mittelwerte bezüglich dem «Glatter Verlauf» (Flow) nach den Bedingungen Ästhetik und Erfolg..	35
Abbildung 16: Mittelwerte bezüglich der «Absorbiertheit» (Flow) nach den Bedingungen Ästhetik und Erfolg	36
Abbildung 17: Mittelwerte bezüglich der Valenz (Emotionen) nach den Bedingungen Ästhetik und Erfolg	37

Abbildung 18: Mittelwerte bezüglich dem Arousal (Emotionen) nach den Bedingungen
Ästhetik und Erfolg 37

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung von Studienergebnissen der Flow-Kurzskala).....	14
Tabelle 2: Ergebnisse der Datenanalyse.....	32
Tabelle 3: Regressionen der Variabel «gewünschte Zeit» auf das Flow-Erleben	38