Universitätsklinikum Ulm
Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie
Direktor: Prof. Dr. med. Harald Gündel

Untersuchung Flow-spezifischer psychovegetativer und hormoneller Muster anhand eines experimentellen Paradigmas

Dissertation
Zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin (Dr. med.)
der medizinischen Fakultät der Universität Ulm

Christina Anna Maria Rau
geboren in München

2016

Amtierender Dekan	Prof. Dr. Thomas Wirth
1. Berichterstatter	Prof. Dr. med. Christiane Waller
2. Berichterstatter	Prof. Dr. Johannes Keller
Tag der Promotion	20.10.2017

Für meine Eltern, meinen Bruder, den liebevollen Mann an meiner Seite und all die Menschen, die mich so wundervoll und unterstützend auf meinem Weg begleiten.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis I

Abkürzungsverzeichnis III

1 Einleitung 1

1.1 Das Flow- Konzept – eine Einführung 2

1.2 Das Flow-Konzept von Csikszentmihalyi 3

1.3 Methodische Herangehensweisen in bisherigen Studien und Überblick über die Entwicklung der Flow- Forschung 9

1.4 Experimentelle Analyse des Flow-Erlebens 10

1.5 Physiologischer Hintergrund bei Flow-Erleben: Flow und Stress 14

1.5.1 Physiologie der menschlichen Stressreaktion - Überblick über biologische Stressachsen 14

1.5.2 Physiologie des Flow-Erlebens – bisheriger Forschungsstand 17

1.6 Fragestellung und Hypothese 18

2 Material und Methoden 19

2.1 Vorbereitung zur Studiendurchführung 19

2.2 Probanden 20

2.3 Setup und Durchführung der FLiPP-Studie 23

2.4 Verarbeitung der Blutproben 29

2.5 Analytik 31

2.6 Psychovegetative Parameter 33

2.7 Psychometrie 36

2.8 Statistische Methoden 43

3 Ergebnisse 44

3.1 Erklärung zu Ergebnissen und Auswertung 44

3.2 Auswertung der Basisdaten zum Ausschluss von Reihenfolgeeffekten 44

3.2.1 Soziodemographische Daten 44

3.2.2 Psychometrie 45

3.2.3 Ausschluss von Reihenfolgeeffekten als Basis für die weitere Auswertung . 50
3.3 Auswertung über alle Reihenfolge- Bedingungen, gruppiert nach Langeweile, Passung, Überforderung ... 51
3.3.1 Psychometrie: Flow – Fragebogen ... 51
3.3.2 Psychometrie: STAI-I Fragebogen ... 60
3.3.3 Auswertung der erhobenen Laborparameter ... 61
3.3.4 Psychovegetative Parameter ... 72

4 Diskussion ... 78

4.1 Flow- Fragebogen: kann unter experimentellen Bedingungen bei älteren Probanden Flow erzeugt werden? ... 78
4.2. Was passiert während des Flow- Erlebens inklusive Überforderung und Langeweile auf vegetativer und hormoneller Ebene bei gesunden, älteren (40-75-jährigen) Probanden ... 83
4.2.1. SAM-Achse ... 83
4.2.2. HPA-Achse ... 84
4.2.3. Psychovegetative Parameter ... 86
4.3 Flow- Erleben und Stress - ist Flow-Erleben vergleichbar mit Stress-Erleben verbunden? ... 88
4.4 Einordnung der Arbeit in den Kontext der bisherigen Flow-Forschung und Ausblick ... 89
4.4.1 Einordnung der vorliegenden Arbeit in den Kontext der bisherigen Flow-Forschung ... 89
4.4.2 Ausblick ... 90

5 Zusammenfassung ... 92

6 Literaturverzeichnis ... 94

Anhang ... 99

Danksagung ... 109

Abkürzungsverzeichnis

EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
EGTA	Ethylenbis(oxyethylennitrilo)-Tetraessigsäure
AVP	Argenin-Vasopressin-System
CRH	Corticotropin-releasing-hormone
DHPG	3,4-Dihydroxyphenylethyleneglycol
DOPAC	3,4-Dihydroxyphenylacetic acid
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
FLOW	Flow-Fragebogen zur Erfassung und Quantifizierung des Flow-Erlebens
FSH	Follikel stimulierendes Hormon
HADS	Hospital Anxiety and Depression Scale (Selbstbeurteilungsbogen zur Erfassung von Angst und Depressivität)
HL	Handlungsorientierung bei Tätigkeitsausführung
HPA-Achse	Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenmark-Achse
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
HPT-Achse	Hypothalamus-Hypophysen-Schilddrüsen-Achse
5-HT	5-Hydroxytryptamin
IS	Irritationsskala arbeitsbezogener Beanspruchungsfolgen
KFB	Kurzfragebogen zur Erfassung von Belastungen
L-Dopa	Levodopa
LH	Luteinisierendes Hormon
LOC	Internal locus of control (Internale Kontrollüberzeugung)
MDBF	Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen
p	Signifikanzniveau
SAM- Achse	Sympathikus-Nebennierenmark-Achse
SKID	Strukturiertes klinisches Interview für DSM IV
STAI	State Trate Angst Inventar
SVA	Subject Value Attribution (subjektiver Wert der Tätigkeit)

1 Einleitung

‚Im Flow sein' - ein Ausdruck, der heute auch jenseits der akademischen Wissenschaft bekannt ist und gerne in der Alltagssprache verwendet wird. Die Erkenntnisse aus der Flow-Forschung des Psychologen Csikszentmihalyi finden heute in vielen praktischen Lebensbereichen Anwendung (Csikszentmihalyi 2010). Aus dem Englischen übersetzt bedeutet Flow so viel wie „fließen, rinnen, strömen" und kann beschrieben werden als „[tiefes] Versunkensein bzw. reflexionsfreies Aufgehen in einer glatt laufenden Tätigkeit" (Keller u. Landhäußer 2011, S. 214), wobei das Denken als mühelos und fließend erlebt wird, die Außenwelt gleichzeitig an Bedeutung verliert und nur noch reduziert wahrgenommen wird (Csikszentmihalyi 2010). Die Forschergruppe um den Wissenschaftler Csikszentmihalyi gilt heute als führend im Bereich der Positiven Psychologie und als Pionier in der Erforschung von Glück, Kreativität und persönlicher Erfüllung. Inzwischen sind zahlreiche Bücher erschienen, in denen Csikszentmihalyi postuliert, dass das Konzept des Flow-Erlebens in zahlreichen Lebensbereichen eine Rolle spielt, wenn es um die Ergründung von Motivation, Kreativität und „das Geheimnis des Glücks" (Csikszentmihalyi 2010) geht. Laut Csikszentmihalyi empfinden Menschen durch Flow mehr Glück und Freude und haben eine höhere Lebensqualität (Csikszentmihalyi 2010). Allerdings kann dieser Zustand des Flow nur durch das aktive Ausüben einer Tätigkeit erreicht werden. Passive Erlebnisse, wie ein entspannendes Bad oder ein schöner Sonnenuntergang können zwar auch zu Glücksgefühlen, nicht aber zu Flow führen (Keller u. Bless 2008). Darüber hinaus gilt die wahrgenommene Passung zwischen Anforderung und Fähigkeiten als wichtige Randbedingung für das Auftreten eines Flow-Erlebnisses (Csikszentmihalyi u. Nakamura 2002).

Neben den positiven Aspekten des Flow-Erlebens gibt es inzwischen auch kritische Stimmen. So gibt es Hinweise darauf, dass Flow-Erleben vergleichbar mit Stressempfinden ist, süchtig machen und mit riskantem Verhalten verbunden sein kann (Keller u. Landhäußer 2011).

1.1 Das Flow- Konzept – eine Einführung

Der Psychologieprofessor Mihaly Csikszentmihalyi gilt als Erstbeschreiber des Flow-Phänomens und führender Forscher im Bereich der Positiven Psychologie (Schäfer 2005), (Csikszentmihalyi 2010). In qualitativen Interviews über die Qualität von Erlebnissen bei Schachspielern, Kletterern, Bergsteigern, Tänzern und auch Chirurgen fand Csikszentmihalyi ein vergleichbares Phänomen, das alle Gruppen unabhängig voneinander beschrieben: das Flow-Erlebnis.
Die Teilnehmer der Studie beschrieben alle einen Zustand, in dem sie sich wie in einem Strom fühlten und die Aktivität mühelos, fließend, spielerisch und wie von selbst geschah. (Csikszentmihalyi 2000), (Csikszentmihalyi u. Nakamura 2002).

"You know that what you need to do is possible to do, even though difficult, and sense of time disappears. You forget yourself. You feel part of something larger. And once the conditions are present, what you are doing becomes worth doing for its own sake."
(Csikszentmihalyi 2004)

Flow ist ein subjektiver psychologischer Zustand, den Menschen beschreiben, wenn sie komplett in eine Tätigkeit involviert sind, deren Handlung sie als glatt und flüssig erleben. Dabei ist die Aufmerksamkeit komplett auf die momentane Tätigkeit fokussiert. Müdigkeit, Hunger, Unbequemlichkeiten oder sogar die Zeit wird nicht mehr, oder zumindest sehr reduziert wahrgenommen. Jeder kennt diesen Zustand, zum Beispiel vom Lesen eines packenden Buchs, beim Klettern, einer guten Partie Squash, einer anregenden Unterhaltung, aber auch beim Stricken oder Geschirrspülen kann dieses Gefühl des Flow, das oft als Glücksgefühl beschrieben wird (Csikszentmihalyi 2010) auftreten. Was bringt Menschen dazu, ganz ins Hier und Jetzt vertieft, einer Tätigkeit nachzugehen, ohne eine externe Belohnung durch Geld, Anerkennung oder Ruhm zu erwarten? Csikszentmihalyi bezeichnete dieses Phänomen als autotelisches Erlebnis (aus dem Griechischen: auto= selbst, telos = Ziel), d.h. die Aktivität wird um ihrer selbst willen ausgeführt, ist also intrinsisch motiviert (Csikszentmihalyi u. Nakamura 2002). Aus der Motivationsforschung ist bekannt, dass Verhalten sowohl extrinsisch (engl. extrinsic = von

außen, äußerlich, fremd), als auch intrinsisch (engl. intrinsic= innewohnend, immanent) motiviert sein kann (Heckhausen u. Heckhausen 2010).

Das Konzept des Flow-Erlebens wird demnach heute als spezielle Theorie der intrinsischen Motivation bezeichnet und gilt nach wie vor als Forschungsthema, welches sich auch über den Bereich der Psychologie hinaus weit verbreitet hat (Rheinberg 2004). So finden sich Ideen des Flow-Konzepts in Ken Robbinson's Buch „The Element" (Das Element) wieder. Als Experte im Bereich Humanressourcen, Kreativität, Entwicklung und Bildungssystem beschreibt er das Element als Begegnungsort von angeborenem Talent und persönlicher Leidenschaft. Gelingt es uns, unser eigenes Element, unsere individuelle Begabung zu entdecken und unser Potential zu entfalten, kommen wir immer häufiger in einen Zustand des Flow und erleben eine Tätigkeit als in sich selbst belohnend (Robinson 2010). Auch im TaKeTiNa, einer speziellen Form der Rhythmustherapie, die seit über 20 Jahren an psychosomatischen Kliniken angewendet wird, kommt es zum Erleben von Flow-Zuständen (Flatischler 2015); (Galuska 2015). Diese sind bei jedem Teilnehmer unterschiedlich stark ausgeprägt und wechseln sich i.d.R. mit Chaos- und Erholungsphasen ab. Inzwischen gibt es aus verschiedenen Forschungsprojekten Hinweise auf heilende Effekte dieser Arbeit, besonders bei Schmerzpatienten und Menschen mit psychosomatischen Krankheitsbildern (Flatischler 2012). Einzelne Firmen haben das Konzept des Flow bereits in ihre Unternehmensphilosophie integriert, wie beispielsweise die Outdoor-Bekleidungsfirma Patagonia. Frei nach dem Ausspruch „let my people go surfing"(Yvon Chouinard 2013) können die Mitarbeiter hier während der Arbeitszeit surfen gehen und haben somit mehr Motivation und Freude in ihrem Beruf (Schulte 2014).

1.2 Das Flow-Konzept von Csikszentmihalyi

Komponenten und Randbedingungen des Flow-Konzepts mit Ergänzungen aus der aktuellen Forschung

Csikszentmihalyi hat diesen besonderen Zustand, den er als Flow-Erleben oder autotelisches Erlebnis beschreibt, in umfangreichen Forschungsarbeiten weiter spezifiziert und konnte dabei wichtige Komponenten und Randbedingungen des Flow-

Erlebens identifizieren (Csikszentmihalyi et al. 2005); (Csikszentmihalyi u. Nakamura 2002) (Csikszentmihalyi u. Rathunde 1993).

Komponenten des Flow- Erlebens:

(1) Hohe Konzentration, die Aufmerksamkeit wird auf die momentan ausgeübte Tätigkeit fokussiert und die Person arbeitet mit ihrer vollen Leistungsfähigkeit
(2) Tiefe Involviertheit, wobei Handlung und Wahrnehmung miteinander verschmelzen
(3) Verlust der Selbstwahrnehmung
(4) Ausgeprägtes Kontrollempfinden, wobei sich das Gefühl der Kontrolle hier mehr auf die Möglichkeit, als auf die tatsächliche Gegebenheit der Kontrolle bezieht
(5) Veränderte Zeitwahrnehmung (Verlust des Zeitgefühls)
(6) Fehlen ablenkender Gedanken
(7) Handlungsablauf wird als glatt und flüssig erlebt
(8) Hohe Motivation, wobei die Tätigkeit selbst als belohnend erlebt wird: autotelisches Erlebnis

Wichtige Randbedingungen von Flow-Erleben:

(1) Klar formulierte Ziele
(2) Optimale Herausforderung bzw. wahrgenommene Passung zwischen Anforderung und Fähigkeiten
(3) Sofortiges Feedback, das Einschätzung über die eigene Leistung ermöglicht

Bei genauer Analyse der Bedingungen wird klar, dass zwei davon (klare Ziele und Feedback) in der entscheidenden Bedingung enthalten sind, der Passung von wahrgenommenen Fähigkeiten und Anforderungen. Die Rahmenbedingungen des Flow können somit auf die Passung reduziert werden, da Voraussetzung für diese bereits klare Ziele und unmittelbares, eindeutige Feedback beinhaltet (Keller u. Landhäußer 2012).

Die autotelische Persönlichkeit – „autoletic personality“

Wie bereits unter 1.2. erwähnt, sprach Csikszentmihalyi bei Flow-Erleben zunächst von einem „autoletic experience“, einer Tätigkeit, bei der der Anreiz in dieser selbst liege (Csikszentmihalyi u. Nakamura 2002). Man spiele Musik um der Musik willen und nicht, um damit ein externes Ziel zu erreichen.

Csikszentmihalyi beschrieb daraufhin die „autoletic-personality“ – Personen, die sich leicht und häufig im Flow befinden (Landhäußer u. Keller 2012). Diese Persönlichkeiten sind durch verschiedene Eigenschaften charakterisiert, wie Neugier und Interesse am Leben, Ausdauer und Beharrlichkeit, niedrige Ich-Bezogenheit (Csikszentmihalyi u. Nakamura 2002) und Offenheit für Neues (Landhäußer u. Keller 2012).

Diagonalmodell und überarbeitetes Flow-Modell

Zum Verständnis des Flow-Konzepts entwarf Csikszentmihalyi das Diagonalmodell. In diesem Modell wird deutlich, dass der Flow-Zustand nur bei einer vorliegenden Passung von Anforderung und Fähigkeiten vorliegt. Übersteigen die Anforderungen die Fähigkeiten, kann es zu Angst kommen. Sind die Fähigkeiten wesentlich größer als die Anforderung der ausgeübten Tätigkeit, kann es zu Langeweile kommen. Flow kann folglich auftreten, wenn sowohl Anforderung, als auch Fähigkeiten niedrig sind, wenn beides mittel, oder wenn beides hoch ist (Csikszentmihalyi 2000).

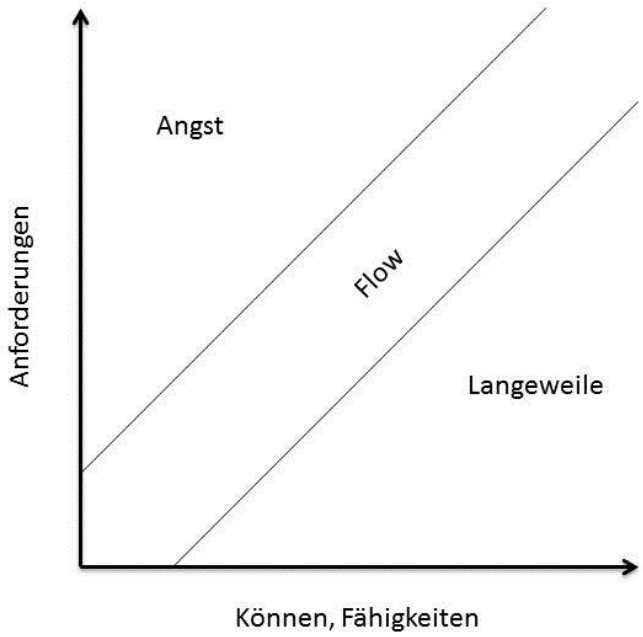


Abbildung 1: Diagonalmodell des Flow-Konzepts nach Csikszentmihalyi:
Flow tritt auf, wenn Anforderung und Können im Gleichgewicht sind und somit eine Passungssituation vorliegt (Csikszentmihalyi 2000), Grafik: Christina Rau 2015

Das Diagonalmodell von Csikszentmihalyi wurde von ihm noch mehrfach überarbeitet und schließlich zum Quadranten- und Oktantenmodell weiterentwickelt. Diesen Erweiterungen lag die Annahme zugrunde, dass Flow nur in der Kombination von überdurchschnittlich hohen Anforderungen und überdurchschnittlich hohem Können auftreten würde („above average thesis“) (Csikszentmihalyi u. Csikszentmihalyi 1995); (Csikszentmihalyi 1997); (Massimini u. Carli 1988). Dies würde implizieren, dass triviale Aktivitäten nicht zu Flow führen. Diese Annahme der „above average thesis“ konnte jedoch experimentell durch Manipulation der (Nicht)Passung in drei Bedingungen (Boredom, Passung, Overload) unter Anwendung des Tetris-Paradigma (Keller u. Bless 2008); (Keller u. Blomann, 2008), sowie des Wissens-Tests und des Mathematik-Paradigmas (Keller et al. 2011); (Ulrich et al. 2014) widerlegt werden. Aufgrund dessen wird hier das Diagonalmodell von Csikszentmihalyi sowie das überarbeitete Flow- Modell von Keller und Landhäußer vertreten. Das überarbeitete Flow-Modell beinhaltet als zusätzlichen interessanten und wichtigen Aspekt den subjektiven Wert der Tätigkeit.

Dadurch kann, neben der Passung als entscheidendem Faktor, eine zweite Dimension, der subjektive Wert der Tätigkeit, erfasst werden. Dieses Modell ermöglicht erstmals eine Prognose über die Intensität des Flow-Erlebens. Es wird angenommen, dass die Intensität des Flow-Erlebens mit dem subjektiven Wert, den Individuen der Tätigkeit zuordnen, ansteigt. Das heißt, der Flow bei gegebener Passung ist umso höher, je mehr subjektiven Wert die Individuen ihr beimessen. Das überarbeitete Flow-Modell enthält außerdem die Annahmen, dass eine hohe Intensität des Flow-Erlebens auch in eher trivialen Tätigkeiten, wie Tischdecken möglich ist. Vorausgesetzt diese Person schreibt dieser Tätigkeit einen hohen subjektiven Wert zu. Oder anders formuliert: Personen sehen wahrscheinlich einen höheren Wert in einer Tätigkeit, je intensiver sie in dieser Tätigkeit zuvor schon einmal Flow erlebt haben (Keller u. Landhäußer 2012).

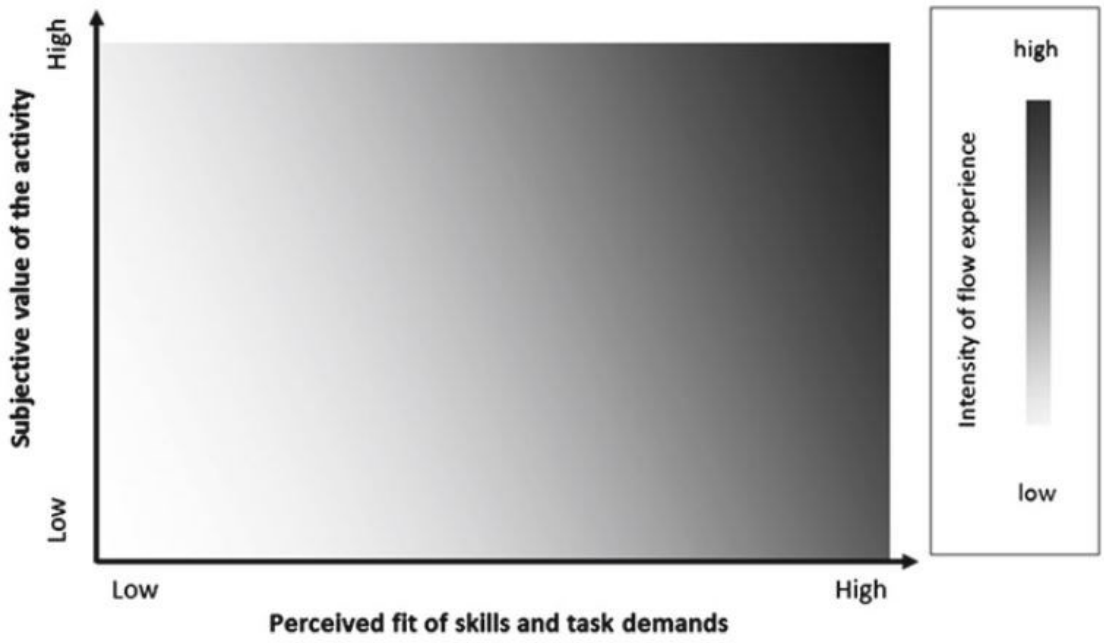


Abbildung 2: Überarbeitetes Flow Modell : Flow-Intensität als Funktion von wahrgenommener Passung und subjektivem Wert der Tätigkeit. (Keller u. Landhäußer 2012)
Perceived fit of skills and task demands = wahrgenommene Passung
Subjective value of the activity = subjektiver Wert der Tätigkeit
Low = niedrig; high = hoch

Stellungnahme zur Kritik am Flow-Konzept von Csikszentmihalyi

Flow ist nicht automatisch an positives, ethisch-korrektes oder soziales Verhalten gebunden (Keller u. Bless 2008), sondern kann auch bei riskanten, unsozialen oder gefährlichen Aktivitäten, wie beispielsweise schnellem Autofahren, Klettern und im Extremsport auftreten (Csikszentmihalyi 2010). Auch Suchtverhalten, zum Beispiel bei Computerspielen, kann durch Flow-Erlebnisse ausgelöst werden (Keller u. Landhäußer 2011). Für Keller und Landhäußer (2011) ergibt sich aus Büchern, wie „Flow- das Geheimnis des Glücks“ (Csikszentmihalyi 2010) eine Handlungsempfehlung Flow-Erlebnisse zu maximieren. Dass Flow nicht immer mit Glückserlebnissen verknüpft ist, ist inzwischen bekannt (Csikszentmihalyi u. LeFevre 1989); (Aelling 2004). Und auch die offensichtlich stattfindende Stressreaktion in Flow-Situationen (erniedrigte HRV, erhöhtes Cortisol im Speichel) (Keller u. Landhäußer 2011) weist darauf hin, dass auch Ruhephasen zur Erholung nötig sind.

Die Verbindung von Flow und Glücklichsein ist zwar mehr eine journalistische Verknüpfung, als im Sinne des eigentlichen Erfinders Csikszentmihalyi, doch hat sie durch zahlreiche Buchveröffentlichungen durchaus an Popularität gewonnen. Für Csikszentmihalyi ging es in seinen Forschungsarbeiten darum, herauszufinden, wie der Zustand beispielsweise eines Musikers charakterisiert ist, der voll auf sein Spiel konzentriert ist und dabei das Gefühl hat, dass die Tätigkeit fließend und mühelos abläuft (Csikszentmihalyi 2004). Flow scheint demnach, neben einer sehr bekannten konstruktiven Komponente, wie dem potentiell positiven Einfluss auf Arbeitsmotivation, Leistungsbereitschaft und Lebensqualität (Landhäußer u. Keller 2012), auch eine kritische Komponente zu haben. Bei schwerpunktmäßiger Untersuchung physiologischer Reaktionen auf Flow, soll in dieser Arbeit auch eine differenzierte Sichtweise auf das Flow-Konzept und seine Einflüsse in verschiedenen Lebensbereichen thematisiert werden.

1.3 Methodische Herangehensweisen in bisherigen Studien und Überblick über die Entwicklung der Flow- Forschung

Qualitative Flow-Forschung

Am Beginn der Flow-Forschung von Csikszentmihalyi standen Interviews und der Einsatz von Fragebögen bei kreativ arbeitenden Menschen, v.a. Künstlern. Ziel war es herauszufinden, welche Eigenschaften Tätigkeiten kennzeichnen, die aus sich heraus motivierend sind. Fragebögen wurden eingesetzt, um die Dimensionen von Flow-Erleben und Unterschiede ihres Auftretens, in verschiedenen Kontexten zu untersuchen (Csikszentmihalyi 2000).

Die Experience Sampling Method (ESM)

Um objektive, nachvollziehbare Daten zu erhalten, führte Csikszentmihalyi die Experience Sampling Method, oder Erlebnisstichproben-Methode ein. Diese Methode ermöglicht es Erlebnisse aus dem alltäglichen Leben zu erfassen. Die Probanden wurden hier mit einem Signalgeber (z.B. Pager) ausgestattet, welcher fünf- bis neunmal pro Tag, zu zufälligen Zeitpunkten, meist über den Verlauf von einer Woche, ein Signal gab. Die Probanden sollten dann auf das Signal hin ihre Tätigkeit unterbrechen und ihr momentanes Befinden sowie ihre im Moment ausgeübte Tätigkeit, auf einem mitgeführten Fragebogen notieren. Durch das Erfassen von Flow-Erleben in unterschiedlichsten Situationen, direkt aus dem Arbeitsalltag (Csikszentmihalyi u. LeFevre 1989), oder sogar aus der Kletterwand (Aelling 2004), zeichnet sich die ESM durch eine hohe ökologische Qualität aus und wurde bereits in zahlreichen Projekten erfolgreich eingesetzt (Csikszentmihalyi u. Nakamura 2002); (Rheinberg 2004).

Kritik an der Experience Sampling Method

Kritisch ist unter anderem die Qualität der Skalen, die den Probanden mitgegeben wurden. Hier fanden sich nur wenige Flow-typische Komponenten wieder. Neben der Konzentration, der wahrgenommenen Passung von Anforderung und Fähigkeiten sowie

der erlebten Kontrolle, werden vorwiegend allgemeine Einschätzungen über „positives Erleben“ erfasst und weniger konkrete Komponenten des Flow-Erlebens (Rheinberg 2004). Zudem beschränkte sich Csikszentmihalyi darauf, Flow über eine seiner Komponenten, die erlebte Passung, zu bestimmen (Csikszentmihalyi u. LeFevre 1989). In Anbetracht der Tatsache, dass Flow gerade eine Kombination von empirisch erfassbaren Zuständen darstellt (Keller u. Landhäußer 2012), ist diese Herangehensweise als problematisch zu erachten (Rheinberg 2004).

Als zweiten kritischen Punkt stellt sich die Durchführbarkeit der Methode dar, welche hoch motivierte Probanden benötigt, die über den Zeitraum von mehreren Tagen ihre Tätigkeit unterbrechen, um einen Fragebogen auszufüllen. Verständlicherweise ist eine Unterbrechung der Tätigkeiten nicht immer möglich, woraus sich die Gefahr der Nonresponse ergibt. Außerdem besteht das Risiko, dass die Nonresponse besonders in typischen Flow-Situationen auftritt (z.B. Chirurg bei einem entscheidenden Moment in der Operation, im Sport, in einer Prüfungssituation) und somit zu selektiven Datenverlusten führt (Keller u. Landhäußer 2011). Eine gute Response lässt sich dagegen in Tätigkeiten erwarten, die im Alltag häufig vorkommen. Kurz andauernde Tätigkeiten werden dagegen möglicherweise gar nicht erfasst (Kahnemann et al. 2004).

Besonders problematisch ist zudem, dass durch die ESM ausschließlich korrelative Daten produziert werden können und somit keine Ermittlung von Kausalzusammenhängen möglich ist. Damit ist es nicht möglich, Tätigkeiten die Flow auslösen, auf gemeinsame Faktoren hin zu untersuchen, um somit genauere Informationen über den Flow-Zustand, seine Randbedingungen und Konsequenzen zu detektieren (Keller u. Landhäußer 2011).

1.4 Experimentelle Analyse des Flow-Erlebens

Um die bisherigen Ergebnisse aus der Flow-Forschung zu erweitern und Möglichkeiten zu gestalten, Flow auf seine Korrelate, Erscheinungsformen und Folgen hin zu untersuchen, war es nötig, diese durch experimentelle Befunde zu ergänzen.

Pionierarbeit wurde hier durch Rheinberg und Vollmeyer (2003) geleistet, die anhand des Computerspiels Roboguard Flow-Erleben innerhalb einer Aktivität untersuchten. Durch Randomisierung und Konstanthaltung der Situation unter standardisierten Bedingungen

war es möglich, das Phänomen Flow auf kausalanalytische Zusammenhänge hin zu untersuchen. Hierbei wurden alle Bedingungen der Aufgabe und der Situation konstant gehalten und nur der Parameter ‚Schwierigkeit' des Spiels verändert. Der Flow-Zustand wurde anhand der Flow-Kurz-Skala (FKS) erfasst. Anhand ihrer Experimente ließ sich nachweisen, dass es möglich ist, den Flow-Wert, erfasst durch die FKS, durch Manipulation der Anforderung systematisch zu variieren. So zeigten sich in der optimalen Schwierigkeitsstufe des Computerspiels signifikant höhere FKS-Werte (Rheinberg u. Vollmeyer 2003).

Diese Studien wurden weiterhin durch experimentelle Befunde von Engeser und Rheinberg (2008) ergänzt, die Flow während des Lernens auf einen Statistik-Pflichtkurs, bzw. auf einen freiwilligen Französischkurs und bei dem Computerspiel Pacman untersuchten (Engeser u. Rheinberg 2008).

Experimentelle Analyse des Flow-Erlebens anhand dreier experimenteller Paradigmen

In den Forschungsarbeiten von Johannes Keller und Anne Landhäußer, an den Universitäten Mannheim und Ulm, wurden zur Erweiterung des Repertoires der Flow-Forschung drei experimentelle Paradigmen entwickelt, die kausalanalytische Untersuchungen des Flow-Konzepts ermöglichten. Um der Tatsache gerecht zu werden, dass Flow in den unterschiedlichsten Tätigkeiten auftreten kann, solange diese einen Fähigkeitsaspekt beinhalten, wurden drei unterschiedliche Paradigmen entworfen (Landhäußer u. Keller 2012):

1. Spielerische Tätigkeit (Computerspiel Tetris)
2. Kognitive Tätigkeit (Lösen von Wissensaufgaben im Stil der Fernsehsendung „Wer wird Millionär")
3. Tendenziell aversiv besetzte Tätigkeit (Kopfrechnen)

Für jedes Paradigma erfolgte am Computer eine Manipulation der Passung, der zentralen Randbedingung des Flow-Erlebens, um gezielt drei Bedingungen zu variieren, die anschließend verglichen werden können (Keller u. Landhäußer 2011):

1. **Langeweile- bzw. Unterforderungs-Bedingung (Boredom)**
   Beispiel Mathe-Paradigma: 2+4; 7+8; 19+5
   Die Aufgaben sind hier sehr leicht und können i.d.R. von allen Probanden problemlos gelöst werden.
2. **Passungs- oder Flow-Bedingung (Passung)**
   Hier liegt eine Passung von Anforderung und Fähigkeiten vor und damit eine essenzielle Randbedingung für das Erleben von Flow. Diese wird durch eine kontinuierliche Anpassung des Computerprogramms an die aktuellen Leistungen des Probanden gewährleistet.
3. **Überforderungs-Bedingung (Overload)**
   Die Anforderung der Aufgaben liegt hier deutlich über dem Niveau der Fähigkeiten des Probanden. Bei erfolgreicher Lösung einzelner Aufgaben, reagiert das Programm umgehend mit Steigerung der Schwierigkeitsstufe, um eine Überforderung in jedem Fall zu gewährleisten.

Durch diese experimentellen Studien konnte ein Kausalzusammenhang der Kernhypothese des Flow-Konzepts belegt werden, nämlich der von wahrgenommener Passung und Flow-Erleben (Keller u. Bless 2008). Zudem stellen die entwickelten Paradigmen verlässliche Werkzeuge dar um weitere Komponenten des Flow-Erlebens empirisch zu untersuchen (Keller u. Landhäußer 2011).

Im Folgenden werden die Bedingungen jeweils einheitlich als Langeweile-, Passungs- und Überforderungs-Bedingung benannt.

Wahl des experimentellen Paradigmas für die vorliegende Studie und Vortest

In dieser Studie wurde das Mathematik-Paradima verwendet, da sich hiermit die Ergebnisse am besten objektivieren lassen. Zudem sind die Probanden bei der Variante des Mathematik-Paradigmas auch in der Overload-Version, also der Überforderung, noch

mit kognitiven Prozessen beschäftigt und somit ist die damit verbundene Anstrengung, einschließlich des durch Frustration ausgelösten Stresses, nachweisbar. Entscheidend für das Rechenparadigma ist die aversive Aufgabe im Gegensatz zum Tetris- und Wissensspiel.
Um diesen positiven Effekt zu verstärken wurden die Probanden vor der Studie ausdrücklich darauf hingewiesen, auch dann weiter zu rechnen, wenn die Aufgaben auf den ersten Blick unlösbar erscheinen.

Vortest zur Evaluierung des Flow-Erlebens beim Mathematik-Paradigma in der Altersgruppe 40-75

Die bisherigen Studien von Prof. Keller und Kollegen zur Analyse des Flow-Erlebens wurden mit Studenten durchgeführt, wobei vorwiegend das Tetris-Paradigma verwendet wurde (Keller u. Bless 2008), (Keller u. Blomann 2008). Da in dieser Studie die Phänomenologie des Flow-Erlebens bei Probanden im Alter zwischen 40- 75 Jahren untersucht werden sollte und es bislang keine Daten gab, ob auch bei älteren Probanden signifikante Ergebnisse bezüglich des Flow-Erlebens durch das bisherige Studiendesign erwartet werden können, wurde ein Vortest durchgeführt.

Hierzu führten 10 Probanden, die die unten genannten Einschlusskriterien erfüllten, alle drei Bedingungen des Mathematik-Paradigmas am Computer unter Studienbedingungen durch und füllten im Anschluss den Flow-Fragebogen aus.
Bei der Auswertung zeigten sich signifikante Werte ($p < 0,02$) der erlebten Passung von Anforderungen und Fähigkeiten nach der Bearbeitung der Aufgaben in der Passungs-Bedingung, sowie hohe Werte des involvement & enjoyment Index (hohe Involviertheit und große Freude bei ausgeführter Tätigkeit). Eine erfolgreiche Anwendung des Mathematik-Paradigmas, in der Altersgruppe 40-75-jähriger, ist aufgrund dieses Vortestes wahrscheinlich. Entsprechend konnte auf dieser Grundlage die Hauptstudie mit dem Mathematik-Paradigma gestartet werden.

1.5 Physiologischer Hintergrund bei Flow-Erleben: Flow und Stress

1.5.1 Physiologie der menschlichen Stressreaktion - Überblick über biologische Stressachsen

Stresssignale, wie zum Beispiel psychosoziale Stressoren, Verletzungen, Schmerz, Blutdruckabfall, werden vom Zentralnervensystem (ZNS) bewusst oder unbewusst wahrgenommen und bewertet und führen zur Aktivierung wichtiger Stresshormonachsen. Über die Wirkung von autonomen und neuroendokrinen Adaptionsprozessen, soll das physiologische Gleichgewicht des Organismus unter Belastung aufrechterhalten werden. Diese Stresshormonachsen haben zum Teil überlappende und komplementäre Aufgaben, die sich auch wechselseitig beeinflussen (Rensing et al. 2006). Die sympathisch-adrenal-medulläre Achse (sympathetic adreno-medullary (SAM) axis) und die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (hypothalamic-pituitary adreno- cortical (HPA) axis) reagieren sowohl auf emotionale und psychosoziale Stressoren als auch auf physische Stressoren, wie beispielsweise Kälte, Schmerz, Blutdruckabfall und körperliche Belastung. Das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (RAAS) und das Arginin-Vasopressin-System (AVP) reagiert dagegen vorwiegend auf physische Stressoren, wie Blutverlust und Blutdruckabfall, wobei das RAAS-System über die SAM-Achse auch in Folge psychosozialer Faktoren aktiviert werden kann. Die Hypothalamus-Hypophysen-Schilddrüsen-(HPT)-Achse reagiert vorrangig auf physische Stressoren, wie Kälte, Schmerz, Blutverlust, kann aber auch in Zusammenhang mit Angst oder bei Patienten mit Depression vermehrt aktiviert sein. Die durch Serotonin, Adrenalin und Noradrenalin aktivierbare Wachstumshormonachse ist ebenfalls in einige Stressantworten eingebunden und wird v.a. bei physischen Stressoren aktiviert, kann aber auch im Rahmen einer Stressreaktion, wie beispielsweise bei Angst und Schmerz, gehemmt werden (Rensing et al. 2006).

Aufgrund der Ansprechbarkeit auf psychische Stressoren eignen sich die SAM- und die HPA-Achse zur Untersuchung von Stresseffekten während des Flow-Erlebens. Sollte im Rahmen von Flow-Erlebnissen auch das Stresssystem des Körpers aktiviert werden, was bereits Vorstudien von Johannes Keller andeuten (Keller et al. 2011), dann müssten

biologische Marker dieser Stresssituation im Experiment aktivierbar und messbar sein. Für ein besseres Verständnis der physiologischen Vorgänge und der daraus resultierenden Entscheidung über die experimentellen Methoden (u.a. gemessene Parameter), werden die beiden Achsen im Folgenden noch näher beschrieben.

Kurzfristige Stressantwort (SAM-Achse) – sympathisch-adrenal-medulläre Achse

Die SAM- Achse besteht aus dem sympathischen Nervensystem und dem Nebennierenmark. Der erste Bestandteil der SAM-Achse, das sympathische Nervensystem, vermittelt Stresssignale über den Neurotransmitter Noradrenalin und bestimmte Co-Transmitter direkt an die jeweiligen Zielorgane. Der zweite Bestandteil der SAM-Achse ist das Nebennierenmark. Hier kommt es zur Freisetzung von vorwiegend Adrenalin und geringeren Mengen von Noradrenalin aus den chromaffinen Zellen des Nebennierenmarks und einer dadurch erhöhten Konzentration dieser Stoffe im Blut (Rensing et al. 2006).

Langfristige Stressantwort (HPA-Achse) – Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse

Die etwas langsamer reagierende HPA-Achse besteht aus Hypothalamus, Hypophyse und Nebennierenrinde. In der Reaktion auf psychosoziale oder physische Stresssignale, welche im Cortex und dem limbischen System bewertet werden, kommt es zur Aktivierung der CRH-Neuronen des Hypothalamus und einer daraus resultierenden Freisetzung von CRH. Dieses stimuliert daraufhin die Ausschüttung von ACTH (adrenocorticotropes Hormon) aus dem Hypophysenvorderlappen, welches über den Blutkreislauf in der Nebennierenrinde zur Freisetzung von Glukokortikoiden und somit zu einem erhöhten Cortisol-Spiegel im Blut führt (Rensing et al. 2006).

Wirkungsweise der untersuchten Blutparameter:

Adrenalin und Noradrenalin:

Noradrenalin findet sich sowohl als Transmitter in postganglionär sympathischen Nervenfasern, als auch in noradrenergen Hirnnervenkernen (Locus coeruleus), Adrenalin dagegen wird nur im Nebennierenmark ins Blut freigesetzt (Huppelsberg u. Walter 2005).

Als wichtige Transmitter im sympathischen Nervensystem vermitteln sie durch Wirkung auf Herzkreislauf, Lunge, Leber, Muskel, Fettgewebe u.a. eine Aktivierung des Kreislaufs, mit Weitung der Bronchien, Zunahme der Herzfrequenz, Verengung der Arterien der Haut und Bereitstellung von Glucose als Energielieferant.

Im ZNS hat Noradrenalin eine wichtige Funktion als „Alarmtransmitter“ bei Stressreaktionen und steuert zahlreiche adaptive Prozesse im Gehirn (Rensing et al. 2006).

Dopamin:

Dopamin ist die Synthesevorstufe von Adrenalin und spielt eine wichtige Rolle bei der Auswahl von Verhaltensweisen, Verhaltensflexibilität und für die Detektion von neuen Reizen. So finden sich auch bei Stressreaktionen Veränderungen des Neurotransmitters, v.a. massive Dopaminaussschüttung im Frontalhirn. Hier scheint es an der Auswahl von Stressreaktionen beteiligt zu sein (Rensing et al. 2006).

Serotonin:

Serotonin (5-Hydroxytryptamin, 5-HT) wird aus der essentiellen Aminosäure Tryptophan gebildet. Es gibt eine große Vielfalt von 5-HT-Rezeptoren im Gehirn, über die Serotonin an vielfältigen physiologischen Funktionen und Störungen beteiligt ist. Wichtige Funktionen sind v.a. Lernen, Gedächtnis, Schmerzverarbeitung, Stimmung, Nahrungsaufnahme, Sexualverhalten, Schlaf-Wach-Rhythmus, etc. Stressstörungen und Depressionen gehen zum Teil auf einen Mangel an 5-HT zurück.

Auch an der Steuerung von Stresssituationen ist Serotonin beteiligt. So kann es im Rahmen von Stress zu stärksten Serotoninfreisetzungen in Hypothalamus, Hippocampus, Amygdala und Frontalhirn kommen (Rensing et al. 2006).

ACTH und Cortisol:

Cortisol wird durch den Einfluss von ACTH aus der Nebennierenrinde ausgeschüttet und ist an zahlreichen adaptiven Reaktionen auf Stress beteiligt. So bewirkt es u.a. eine Energiebereitstellung durch Förderung der Gluconeogenese und hemmt die Glucoseaufnahme in Muskel- und Fettgewebe. Es unterstützt die Wirkung der SAM-Achse durch Verstärkung der Adrenalinsekretion aus der Nebenniere und der adrenergen Wirkung auf das Herz-Kreislauf-System. Gleichzeitig kommt es zu einer Suppression des Immunsystems.

Bei Langzeitstress kann es darüber hinaus u.a. zu Muskelschwund, schlechter Wundheilung, Suppression der DNA- und Proteinsynthese, sowie zu psychischen Veränderungen kommen.

1.5.2 Physiologie des Flow-Erlebens – bisheriger Forschungsstand

Nachdem es inzwischen verlässliche Paradigmen gibt, um Flow-Erleben experimentell zu untersuchen, besteht großes Interesse daran, auch die physiologischen Prozesse des Flow-Erlebens genauer zu erfassen.

In bisherigen Studien konnte ein Zusammenhang zwischen tiefem Flow, einer Abnahme der HRV (Herzratenvariabilität) und einer zugleich erhöhten mentalen Beanspruchung nachgewiesen werden (de Manzano et al. 2010); (Keller et al. 2011). Darüber hinaus zeigte sich in einem weiteren Experiment eine positive Korrelation zwischen erhöhten Speichel-Cortisolwerten und Flow. So wiesen Teilnehmer der Studie in der Boredom-Bedingung niedrigere Cortisolwerte als die in der Overload- und der Passungs-Bedingung auf. Flow kann demnach also nicht nur durch Selbstbericht-Daten, sondern auch durch physiologische Messungen identifiziert werden. Auch könnte man aus physiologischer Sicht Flow als Anspannungssituation mit erhöhter mentaler Belastung sehen (Keller et al. 2011). Bei den Untersuchungen, die neurologische Korrelate des Flow-Erlebens erfassen wollten, zeigte sich eine Zunahme der neuronalen Aktivität in bestimmten Hirnarealen während Flow (Ulrich et al. 2014). Diese Befunde legen eine Reaktion des Körpers auf physiologischer Ebene während eines Flow-Erlebnisses nahe und sollen, neben anderen Aspekten des Flow-Erlebens im Fokus dieser Arbeit stehen.

1.6 Fragestellung und Hypothese

1. Kann man unter experimentellen Bedingungen bei älteren Probanden (40-75 Jahre) Flow erzeugen?

2. Was passiert während des Flow- Erlebens inklusive Overload und Boredom auf vegetativer und hormoneller Ebene bei gesunden, älteren Probanden?

3. Ist Flow-Erleben vergleichbar mit Stress-Erleben verbunden?

2 Material und Methoden

2.1 Vorbereitung zur Studiendurchführung

Nach Vorliegen des positiven Ethikvotums, Aktenzeichen 19/11 – UBB/se (vom 17.03.2011), konnte mit den Vorbereitungen zur Studiendurchführung begonnen werden.

Re- Evaluation und Umstrukturierung des Flow- Paradigmas zur besseren Bedienbarkeit

Im Anschluss an den bereits im Einleitungsteil beschriebenen Vortest wurde das Mathematik-Paradigma aufgrund der Erfahrungswerte bezüglich der Bedienbarkeit an einigen Stellen verändert. So wurden die Aufgaben größer und übersichtlicher auf dem Bildschirm präsentiert. Die Probanden konnten erst drei Probeaufgaben lösen, bevor der eigentliche Test begann, um technischen Problemen vorzubeugen. Richtig eingegebene Lösungen wurden auch als richtig gewertet, wenn man nicht die ‚weiter'-Taste drückte. Um die Eingabe der Zahlen zu erleichtern, wurden diese darüber hinaus auf der Computertastatur groß und übersichtlich beschriftet.

Umstrukturierung und Erweiterung des Flow-Fragebogens

Darüber hinaus wurde der Flow-Fragebogen nochmals überarbeitet, die Fragestellungen wurden vereinheitlicht und ebenfalls übersichtlicher gestaltet (s. Anhang).

Während der Flow-Fragebogen des Vortests 33 Fragen hatte (Anhang), wurde der endgültige Fragebogen noch durch Fragen zum Kontrollempfinden, zur Stimmung und zum Stresserleben ergänzt und umfasste schließlich insgesamt 50 Fragen.

Logo-Design für die Flow-Erleben Forschung

Zur Vorbereitung auf die Studie wurde ein Logo mit einem passenden Studiennamen entworfen: FLiPP-Studie steht für „Flow in Psychosomatik und Psychologie“ und weist damit nochmals auf die Kooperation der beiden Abteilungen in diesem Projekt hin. Das Logo kennzeichnet die Fragebögen einheitlich und wird auch bei folgenden Studien zu Fragestellungen des Flow-Erlebens verwendet.

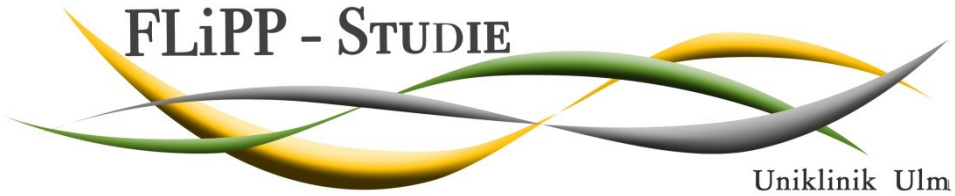


Abbildung 3: **Studienlogo der FLiPP-Studie** (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Logo-Design und Copyright Christina Rau 2011.

2.2 Probanden

Probandenkollektiv

Die Studie wurde mit 30 Probanden durchgeführt, wobei zur Studienteilnahme bestimmte Kriterien erfüllt werden mussten. Alle ausgewählten Probanden waren im Alter zwischen 40 und 75 Jahren, hatten keine chronisch-körperlichen oder psychiatrischen Erkrankungen und nahmen keine Medikamente ein. Es wurden je 15 Frauen und Männer untersucht. Die Probanden wurden darauf hingewiesen, am Abend und am Morgen vor der Studie auf Koffein, Tein oder Nikotin zu verzichten und auf ausreichend Schlaf (mindestens 8 Stunden) zu achten.

Die Rekrutierung zielgruppenrelevanter Studienteilnehmer erfolgte über Aushänge (u.a. Blutspendezentrale Oberer Eselsberg, Ulm, Volkshochschule, Arbeitsamt, Versicherungsgesellschaften, Cafés, Schulen, Schwarzes Brett und einzelne Stationen der Uniklinik Ulm), aktuelle Meldung des Probandengesuchs im Intranet der Universitätsklinik Ulm, Direktansprache (v.a. in der Innenstadt Ulms), Zeitungsanzeigen, Kontakte zu Arztpraxen und persönliche Kontakte. Die Aufwandsentschädigung für die Studienteilnahme betrug 30 €.

Erstkontakt, Probandenauswahl und - rekrutierung

Um die Einschlusskriterien zu überprüfen wurde im Vorfeld mit jedem Probanden ein Telefoninterview geführt. Darin wurden persönliche Daten, wie Vor- und Nachname, Geburtsdatum, Adresse, Größe und Gewicht für die Erstellung der Patientenidentifikationsliste erfragt. Zur Gewährleistung der Anonymität wurde bereits beim Erstkontakt eine Patienten-Identifikationsnummer erstellt. Des Weiteren wurde in einem Screening-Fragebogen nach der aktuellen Anamnese, chronischen Erkrankungen, regelmäßiger Medikamenteneinnahme und bei Frauen zusätzlich nach dem Zyklus und Einnahme von Hormonpräparaten gefragt. Die Datenerhebung bei den weiblichen Probanden erfolgte zykluskontrolliert. Frauen mit einem regelmäßigen Zyklus wurden für einen Studientermin am 3.-5. Tag der Blutung einbestellt. Bei Probandinnen, die sich vor, in oder nach der Menopause befanden, wurde zusätzlich LH und FSH mitbestimmt, um den ungefähren Zyklustag ermitteln zu können.

Wurden im ersten Screeningbogen keine Ausschlusskriterien detektiert, beantworteten die Probanden in einem zweiten, dem sogenannten SKID- Screening Fragebogen 12 Fragen zur aktuellen Verfassungssituation und psychischen Belastungen in der Vorgeschichte. Bei gesunden Probanden sollten die Fragen hier immer mit „Nein“ beantwortet werden.

Darüber hinaus wurde der Proband über den Ablauf der Studie informiert und über bestimmte Kriterien aufgeklärt, die er am Testtag beachten sollte: keinen Kaffee, Schwarztee oder Grüntee trinken, nicht rauchen, auf ausreichend Schlaf achten, d.h. mindestens 8 Stunden, lockere und bequeme Kleidung tragen, falls nötig Lesebrille mitbringen.
Nach dem Telefonat erhielt jeder Proband nochmals eine schriftliche Information über Vorbereitungen, Anfahrt und Erläuterungen zur Studie (Anhang). Waren die Einschlusskriterien nicht erfüllt, erfolgte der Ausschluss aus der Studienteilnahme.

Erstellung der Probanden-ID

Im Anschluss an das Telefoninterview wurden die persönlichen Daten in einer Probanden-ID verschlüsselt, um die Anonymität der Studie zu gewährleisten. Beispiel: Proband Christian Mayer, 7. Proband der Studie bekam die Probanden-ID FL-11-007-CM. FL steht für Flow; 11 für 2011, das Jahr, in dem die Studie begonnen wurde; 007 bezeichnet den 7. Probanden, der an der Studie teilnimmt; CM sind die jeweiligen Initialen des Probanden.

Zuordnung zu einer Testversion

Jeder Proband wurde am Versuchstag zufällig einer Testversion zugeordnet. Wie in der Einleitung bereits beschrieben, gab es drei unterschiedliche Versionen, in denen die Bedingungen Passung, Langeweile und Überforderung in einer jeweils anderen Reihenfolge zu durchlaufen waren.

- 1. Testversion: Langeweile Passung Überforderung
- 2. Testversion: Passung Langeweile Überforderung
- 3. Testversion: Überforderung Passung Langeweile

2.3 Setup und Durchführung der FLiPP-Studie

Schematischer Ablauf der FLiPP-Studie

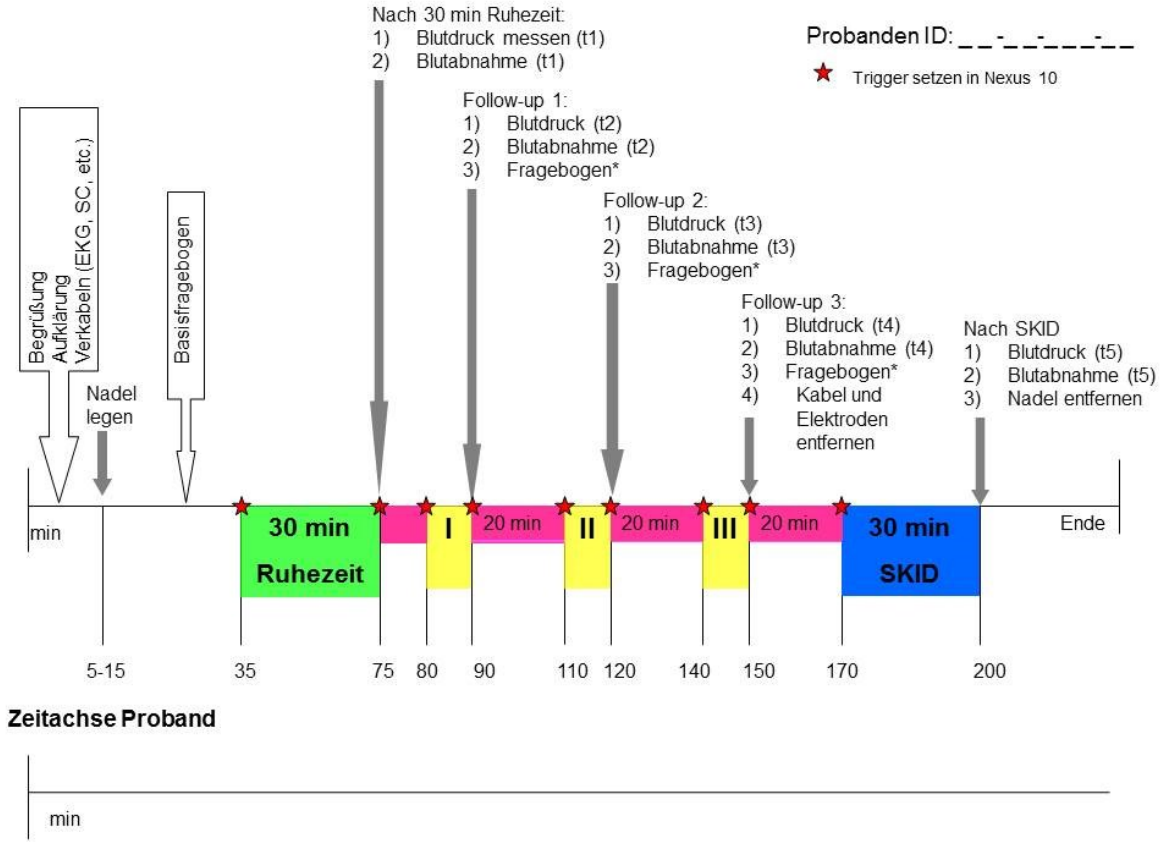


Abbildung 4: schematischer Ablauf der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011, Grafik Christina Rau 2011

Gelbe Kästchen (I, II, III): einzelnen Abschnitte des Flow-Experiments (Flow 1, 2, 3) am Computer
Grünes Kästchen: Ruhezeit vor dem Experiment
Rosa Kästchen: Zeiten zwischen den Experimenten (Inhalt: Blutdruck messen, Blutabnahme, Fragebogen ausfüllen, Ruhezeit zwischen den einzelnen Flow-Experimenten)
Blaues Kästchen: SKID- Interview (Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV)
Rote Sterne: hier wurden Trigger im Aufzeichnungsprogramm Nexus-10 gesetzt, als Basis für die spätere Auswertung der einzelnen Versuchszeitpunkte

EKG= Elektrokardiogramm, SC = Sensor Hautleitfähigkeit, Follow-up 1-3 = Phasen direkt nach einer Testphase, in der Blutdruckmessung und Blutentnahme durchgeführt wird, sowie der Proband verschiedene Fragebögen ausfüllt.*= Fragebögen in t2+t3: Flow-Fragebogen zur Erfassung und Quantifizierung des Flow-Erlebens und STAI X1 (= State Trate Angst Inventar, Fragebogen zur Selbstbeschreibung), in t4 zusätzlich MDBF (= Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen); SKID = Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV; t1-5 = Zeitpunkte 1-5 innerhalb der Studiendurchführung; Probanden-ID= verschlüsselte Identifikationsnummer des Probanden

Insgesamt gab es an einem Studientag (t0 = nach Anlage der Messinstrumente und Venenverweilkanüle, Beginn mit den ersten Fragebögen) 5 Zeitpunkte (t1-t5), zu denen

Blutdruck und Puls gemessen wurden, sowie jeweils die Blutentnahmen erfolgten. An den Zeitpunkten t2-t4, die sich jeweils direkt an einen Flow-Test am Computer anschlossen, füllten die Probanden zusätzlich noch einen Follow-up-Fragebogen aus.
Im Anschluss an das Experiment wurde mit jedem Probanden ein Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV durchgeführt (Wittchen et al. 1997).

Vor Beginn des jeweiligen Studientages wurden folgende Vorbereitungen getroffen:

Vorbereitung der Blutröhrchen:

Bei jedem Probanden wurden pro Blutentnahmezeitpunkt folgende Röhrchen abgenommen: 1 großes EGTA-Röhrchen (7,5 ml), 3 kleine EDTA-Röhrchen (jeweils 2,7 ml), 1 großes Serumröhrchen (7,5 ml), 1 kleines Serumröhrchen (2,7 ml). Jedes dieser Röhrchen wurde mit der Probanden-ID und dem entsprechenden Entnahmezeitpunkt (1-5) beschriftet (insgesamt gab es 5 Zeitpunkte, an denen eine Blutentnahme durchgeführt wurde, s. Abbildung 4). Außer den Serumröhrchen wurden alle anderen Röhrchen am Morgen des Versuchstages entsprechend ihrer Reihenfolge in einer Isolierbox auf Eis angeordnet und vorgekühlt. Die Serumröhrchen wurden sortiert nach Entnahmezeitpunkt bei Raumtemperatur bereitgestellt.

Vorbereitung der Cryoröhrchen:

Entsprechend dem Protokoll (s. Anhang) für die Blutverarbeitung wurden im Anschluss an die Blutröhrchen die Cryogefäße für den Versuch vorbereitet. Pro Blutentnahmezeitpunkt wurden 7 Cryoröhrchen gebraucht, in die das Blut im Anschluss an die Verarbeitung pipettiert wurde. Insgesamt wurden also pro Proband 35 Cryogeßäße gebraucht.
Es erfolgte die sachgemäße Beschriftung nach immer demselben Schema: die Cryogefäße wurden mit der Patienten-ID und dem Entnahmezeitpunkt beschriftet und farblich durch Deckelmarkierungen gekennzeichnet.

- Roter Deckel: Plasma für die Bestimmung von Adrenalin, Noradrenalin, Dopamin (aus dem EGTA-Röhrchen)
- Weißer Deckel: Plasma für die Bestimmung von Oxytocin (aus EDTA-Röhrchen Nr. 2)
- Grüner Deckel: Plasma für die Bestimmung von Neuropeptid Y (aus EDTA-Röhrchen Nr.3)
- Blauer Deckel: Plasmarest aus den EDTA- Röhrchen (Nr. 2+3)
- Keine Farbkodierung: Serum für die Bestimmung von Serotonin
- Gelber Deckel: Restserum aus den Serumröhrchen, wurde nach Cortisolbestimmung aus dem Labor abgeholt

Aufbau des Versuchsraums:

Vor Eintreffen des Probanden musste der Versuchsraum für die Studie vorbereitet werden. Zuerst wurden die Fragebögen sortiert und geordnet bereit gelegt. Auf dem Tisch des Probanden lagen die Einverständniserklärung, Schreibwerkzeug, der Laptop, das Blutdruckmessgerät und Wasser zum Trinken.
Auf einem separaten Tisch wurden alle benötigten Materialien für die Venenpunktion und die Blutentnahmen platziert. Ebenso wurden alle elektronischen Geräte wie das EKG, der Temperaturfühler, Messer der Hautleitfähigkeit und der Atemgurt bereitgelegt (s. 2.4. Psychovegetative Parameter). Eine Zentrifuge wurde im Nebenraum zeitnah zum Experiment auf die gewünschte Temperatur gekühlt (s. Anhang).

Begrüßung und Vorbereitung des Probanden

Jeder Proband wurde jeweils um 8.45 Uhr am Treffpunkt abgeholt. Es wurde hierbei streng darauf geachtet, dass die Versuche immer vormittags und zur gleichen Zeit stattfanden, um eine Verfälschung der Ergebnisse durch die zirkadiane Rhythmik der Hormone zu vermeiden. Start des ersten Flow-Paradigmas am PC war somit 10.15 Uhr ± 40 Minuten.
Im Versuchsraum wurden wichtige Punkte des Screenings nochmals abgefragt wie z.B. ausreichend Schlaf und Verzicht auf Nikotin, Koffein, Teein, aktuelle Anamnese und

Medikamente. Im Anschluss wurde der Proband gebeten, die Einwilligungserklärung aufmerksam durchzulesen und eventuell aufkommende Fragen zu stellen. Hatte der Proband die Einverständniserklärung unterschrieben und lagen keine Ausschlussindikationen aufgrund des Screenings vor, konnten die weiteren Versuchsvorbereitungen beginnen.

Dem Probanden wurde eine Venenverweilkanüle in eine geeignete Unterarmvene gelegt und ordnungsgemäß befestigt. Danach wurden zur Erfassung der physiologischen Reaktionen des Körpers auf die einzelnen Versuche EKG-Elektroden, Temperaturfühler (Oberflächentemperatur), Hautleitwertmesselektrode und ein Atem-Sensorkabel angebracht. Die Ableitung dieser Werte erfolgte über das Nexus-10 Biofeedback-System, welches der Proband am Körper trug, wobei die Werte via Bluetooth auf den Computer des Versuchsleiters übertragen wurden. So konnten die Aufzeichnung überwacht und wichtige Trigger im Versuchsablauf gesetzt werden.

Bei der Vorbereitung des Probanden wurde darauf geachtet, dass dessen Schreibarm noch weitgehend ohne Beeinträchtigung bewegt und eingesetzt werden konnte.

Nach Abschluss der technischen Vorbereitungen wurde der Proband gebeten, den Basisdokumentationsfragebogen auszufüllen. In der Zwischenzeit wurde der Proband einer Testversion zugeordnet und diese, für den Probanden unkenntlich, im Computer eingestellt.

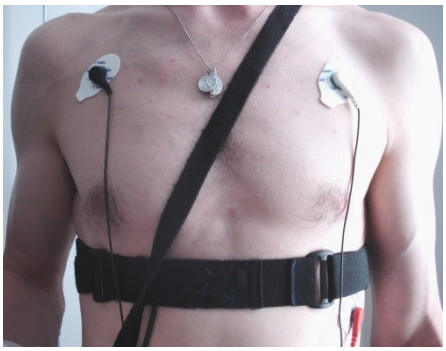


Abbildung 5: Anbringung von EKG-Elektroden und Atemgurt am Probanden bei der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n= 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011

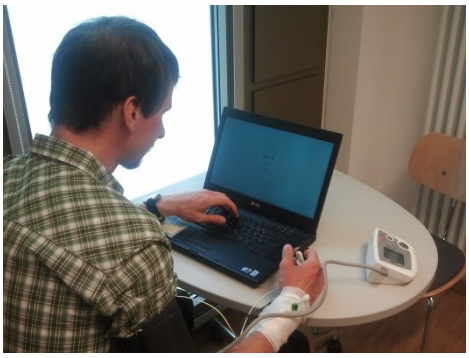


Abbildung 6: Versuchsaufbau der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n= 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011; Proband vor dem Computer mit Venenverweilkanüle, Blutdruck-manschette, Sensor für Temperatur und Hautleitwert.

Ruhephase des Probanden

Im Anschluss an die Vorbereitung und das Ausfüllen des Basisdokumentationsfrage-bogens folgte eine mindestens 30-minütige Ruhephase des Probanden, die durch einen Trigger im Nexus 10 markiert wurde. Da in der Studie auch Stresshormone bestimmt wurden und das Legen der Kanüle zur Stresshormonausschüttung aufgrund des Schmerzreizes durch Venenpunktion führt, sollte durch eine ausreichende Ruhephase einer Verzerrung der Versuchsergebnisse entgegengewirkt werden. Diese betrug jeweils mindestens 30 Minuten, da vor allem das Cortisol eine längere Halbwertszeit hat. Der Studienteilnehmer verbrachte diese Ruhezeit alleine und ohne Ablenkung im Versuchsraum, um sich zu entspannen.

Testbeginn und Ablauf der FLiPP-Studie

Nach der Ruhephase, deren Ende im Nexus-Programm mit einem Trigger markiert wurde, begann der eigentliche Test. Hierzu wurde direkt im Anschluss die erste Blutentnahme (1.BE, Röhrchen mit Nr. 1 beschriftet) durchgeführt, um einen Ruhewert zu erhalten. Zudem wurden die aktuellen Werte von Blutdruckwert und Puls protokolliert.

Im Anschluss daran wurde dem Probanden das geöffnete Mathematik-Paradigma (Übersicht über Arbeitsanweisung und Ablauf des Mathematik-Paradigmas s. Anhang) am

Computer vorgestellt und er hatte ausreichend Zeit (5-10 Minuten) die Anweisungen (s.u.) zu lesen und sodann drei Probeaufgaben zu lösen, um sich mit den Eingabemethoden und dem Programm vertraut zu machen. Wenn danach keine Fragen seitens des Probanden bestanden, konnte der Test gestartet werden. Gleichzeitig wurde hierfür wieder ein Trigger im Nexus-10 gesetzt. Jede der insgesamt drei Testphasen dauerte 8 Minuten, wobei die Probanden einer zufälligen Testversion bezüglich der Reihenfolge zugeordnet wurden:

- 1. Testversion: Langeweile Passung Überforderung
- 2. Testversion: Passung Langeweile Überforderung
- 3. Testversion: Überforderung Passung Langeweile

Das Ende jedes Tests wurde wieder mit einem Trigger markiert. Es erfolgte jeweils eine weitere Blutentnahme, Dokumentation von Blutdruck und Puls und der Proband füllte folgende Fragebögen aus, die mit Follow-up 1-3 (siehe Tabelle 3) gekennzeichnet waren:

- Flow-Fragebogen zur Erfassung von Komponenten des Flow-Erlebens (Keller u. Bloomann 2008), (s. Anhang)
- STAI- Fragebogen, der den Aspekt der Angst als vorübergehenden emotionalen Zustand erfasst, welcher in seiner Intensität über Zeit und Situation variiert (Laux et al. 1981)

Sobald der Proband die Fragebögen ausgefüllt hatte, begann eine weitere, diesmal 20-minütige Ruhephase (siehe Abbildung 4).

Beendigung der FLiPP-Studie

Nach dem letzten Teil der FLiPP-Studie am PC, der 4. Blutentnahme(=BE), der Protokollierung von Herzfrequenz und Blutdruck und der anschließenden 20 minütigen Ruhepause wurden die Nexus-Messung beendet und die einzelnen Kabel vom Probanden abgenommen. Im Anschluss daran erfolgte mit jedem Probanden ein sogenanntes SKID-Interview (Strukturiertes Klinisches Interview für DSM IV, Wittchen et al. 1997) zum sicheren Ausschluss psychischer Störungen nach DSM-IV Diagnosekriterien.

2.4 Verarbeitung der Blutproben

Nach jeder Blutentnahme erfolgte die Verarbeitung des Blutes nach Protokoll. Die einzelnen Pipettierschritte wurden erst nach Verabschiedung des Probanden durchgeführt, wobei die Proben in der Zwischenzeit ununterbrochen gekühlt wurden.

Tabelle 1: **Blutverarbeitung der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie)**, n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011
EGTA = Ethyle-bis(oxyethylennitrilo)-Tetraessigsäure ; EDTA = Ethylendiamintetraessigsäure; ACTH = Adrenocortikotropes Hormon Synonym; LH = Luteinisieren des Hormon, FSH = Follikel stimulierendes Hormon, G= Zentrifugalkraft

Röhrchen	**Parameter**	**Verarbeitung/Vorbereitung**	**Weiterverarbeitung**
Großes EGTA-Röhrchen	Adrenalin/ Noradrenalin/ Dopamin	Röhrchen vorkühlen, sofort auf Eis nach BE, Kühlkette nicht unterbrechen	Zentrifugation: +4°C, 2000 G, 5 min Danach: Röhrchen wieder auf Eis!
1. kleines EDTA-Röhrchen	ACTH	Röhrchen vorkühlen, nach BE direkt auf Eis ins Labor bringen	Klinische Chemie
Serumröhrchen	Cortisol LH/FSH* bei Frauen Serotonin	Röhrchen bei Raumtemperatur Transport ins Labor	Klinische Chemie
2. kleines EDTA-Röhrchen	Oxytocin*	Röhrchen vorkühlen, direkt in Eis,	Zentrifugation: ≤ 4000 RPM (=ca. 1500 G), 5min, +4°C Danach: Röhrchen wieder auf Eis!
3. kleines EDTA-Röhrchen	Neuropeptid Y*	Röhrchen vorkühlen und direkt auf Eis lagern	Zentrifugation: 2000 G, 4°C, 10 min Danach: Röhrchen wieder direkt auf Eis!
Kleines Serumröhrchen	Serotonin	Röhrchen bei Raumtemperatur	Zentrifugation: 1500 G (=RCF-Zahl), 10min Danach : Röhrchen auf Eis

Bei rötlicher Verfärbung des Blutserums wurde erneut zentrifugiert, um sicherzustellen, dass Blutserum und feste Blutbestandteile optimal getrennt waren.

Das Pipettieren und Portionieren der Serumüberstände nach Verarbeitung erfolgte unter Laborbedingungen um exaktes Arbeiten zu gewährleisten und Verunreinigungen vorzubeugen. Das genaue Pipettierschema zeigt Tabelle 2. Um weiterhin die geschlossene Kühlkette zu gewährleisten, wurden alle Proben im Anschluss im Gefrierschrank bei -80°C gelagert. Die Boxen wurden dabei zur leichteren Orientierung mit Probanden-ID, Versuchspersonennummer und Datum des Versuchstages gekennzeichnet.

Tabelle 2: **Pipettierschema der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie)**, n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011; EGTA = Ethyle-bis(oxyethylennitrilo)-Tetraessigsäure ; EDTA = Ethylendiamintetraessigsäure; Kat = Katecholamine, NPY= Neuropeptid Y, rote, weiße, grüne, blaue, und gelbe Punkte geben die jeweiligen Farbmarkierungen an, welche auf den Cryogefäßen der entsprechenden Proben verwendet wurden

Blutröhrchen	Portionierung	Cryogefäße	Markierung
Großes **EGTA-Röhrchen** Anzahl 1-5	2 x 1,5 ml Plasma	Pipettieren in Kat 1-5 Doppelbestimmung	
Kleines **EDTA – Röhrchen** (Nr. 2) Anzahl 1-5	Exakt 1ml Plasma	Pipettieren in Oxytocin 1-5	
Kleines **EDTA-Röhrchen** (Nr. 3) Anzahl 1-5	1 x 500 µl Plasma	Pipettieren in NPY 1-5	
Kleines **Serum-Röhrchen** Anzahl 1-5	1x maximale Menge	Pipettieren in Serotonin 1-5	Keine Farb-markierung
Plasmarest der EDTA-Röhrchen 2+3	Maximale Menge	Pipettieren in separates Cryoröhrchen	
Plasmarest großes Serumröhrchen	Maximale Menge	Pipettieren in separates Cryoröhrchen	

2.5 Analytik

In der Klinischen Chemie der Universitätsklinik Ulm wurden direkt am Studientag ACTH, Cortisol und Serotonin bestimmt.

Adrenocorticotropin (ACTH)

Das vorgekühlte EDTA-Röhrchen wurde wie bereits oben beschrieben nach jeder Blutentnahme auf Eis ins Labor gebracht und dort umgehend verarbeitet. Die quantitative Bestimmung des Hormons erfolgte in einem immunologischen In-vitro-Test, dem ElektroChemiLumineszenz ImmunoAssay, kurz ECLIA, am Roche Immunoassay Analyseautomaten Cobas 6000 und 8000 (Cobas, Roche Verfahrensanweisung ACTH). Der Referenzbereich des Peptidhormons bei Erwachsenen beträgt 7,2 – 63,3 pg/ml. Da die Halbwertszeit mit 8-14 Minuten sehr kurz ist, war die zeitnahe Analyse zur Blutentnahme überaus wichtig (Thomas et al. 2007).

Cortisol

Die Cortisolbestimmung erfolgte aus Serumröhrchen, welche bei Raumtemperatur gelagert wurden. Analog zur ACTH-Bestimmung erfolgte die Analytik mittels ElektroChemiLumineszenz ImmunoAssay (ECLIA) am Roche Immunoassay Analyseautomaten Cobas 6000. Dieses Verfahren ermöglicht es, die gesamte Cortisolkonzentration im Serum zu messen, welche aus dem biologisch aktiven (ca. 10%), freien Cortisol und dem inaktiven, an Trägerproteine gebundenen Hormon (ca.90%) besteht. Der Referenzbereich für Cortisol im Serum liegt während der ersten Tageshälfte bei 6,2 – 19,4 µg/dl, während der 2. Tageshälfte bei 2,3 – 11,9 µg/dl. (Cobas, Roche Verfahrensanweisung Cortisol); (Thomas et al. 2007); (Bieger 2014); (Fukuda u. Morimoto, 2001). Cortisol hat im Gegensatz zu ACTH eine längere Halbwertszeit von ca. 66 Minuten (Wood et al. 1997).

Serotonin

Die Bestimmung von Serotonin erfolgte ebenfalls am jeweiligen Versuchstag im Labor der Universitätsklinik Ulm. Serotonin wurde in separaten, bei Raumtemperatur gelagerten Serumröhrchen abgenommen und nach jeder Blutentnahme direkt in das Labor gebracht. Dort erfolgte die Probenvorbereitung und anschließende Analytik mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC, Firma Agilent) und Bestimmung der jeweiligen Konzentrationen über elektrochemische Detektion (Firma Recipe), (Chromsystems 2015). Der Referenzbereich für Serotonin im Serum liegt zwischen 117,5 und 193,3 µg/l (Thomas et al. 2007).

Katecholamine

Die Analytik der Katecholamine wurde an der Medizinischen Universität in Graz, Institut für Physiologische Chemie, durchgeführt. Hierzu wurden die tiefgefrorenen Proben (-80°C) gesammelt per Sondertransport nach Graz gebracht und dort im Labor ausgewertet. Die Bestimmung erfolgte aus EGTA-Plasma glutathionhaltigen Spezialröhrchen, die besonders gut zur Stabilisierung der Katecholamine geeignet sind (Chromsystems 2015). Diese wurden vorgekühlt, nach der Blutentnahme direkt auf Eis gelagert und entsprechend Tabelle 2 weiterverarbeitet.

In Graz wurden die Proben mittels eines Reagenzienkits von Chromsystems vorbereitet. Anschließend wurde die Analytik mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC Pumpe Agilent 1100 Series und HPLC-Säule von Chromsystems) und Bestimmung der jeweiligen Konzentrationen über elektrochemische Detektion (Firma Chromsystems) durchgeführt.

Normwerte und SD der Katecholamine im Plasma auf Basis der eigenen Ruhewerte:

- Adrenalin: 175,24 pg/ml Plasma (SD: 92,2 pg/ml)
- Noradrenalin: 506,43 pg/ml Plasma (SD: 200,2 pg/ml)
- L-DOPA: 2352,82 pg/ml Plasma (SD: 497,3 pg/ml)
- Dopamin: 11,08 pg/ml Plasma (SD: 9,1 pg/ml)

- DOPAC: 5392,97 pg/ml Plasma (SD: 7180,4 pg/ml)
- DHPG: 9493,14 pg/ ml Plasma (SD: 6487 pg/ml)

Da sich die Normwerte von Katecholaminen bei verschiedenen Studien stark unterscheiden und die Höhe der einzelnen Werte zudem vom verwendeten Material (EGTA oder Serum) abhängig ist, wurden hier zur besseren Vergleichbarkeit die eigenen Normwerte aus der Ruhephase genommen. Dies bietet den Vorteil eines hohen internen Standards, da das Alter der Probanden ähnlich war, die Ruhezeit vor der Blutentnahme immer gleich lang war und diese immer gleich durchgeführt wurde.

2.6 Psychovegetative Parameter

Während des Experiments wurden psychovegetative Parameter abgeleitet, die eine vegetative Reaktion des Probanden erfassen sollten. Im Nachfolgenden sind die verschiedenen gemessenen psychovegetativen Parameter aufgeführt.

Blutdruck

Die Entstehung von Bluthochdruck kann durch chronische Stressbelastungen begünstigt werden (Middeke 2005). Stresssignale, denen das Individuum ausgesetzt ist, wie starke körperliche Belastung, Angstreaktionen, psychische Anspannung, etc. können zum Anstieg des Blutdrucks führen (Thomas et al. 2007). Bei Stress kommt es über die Freisetzung von Noradrenalin und dessen Bindung an α_1-Rezeptoren der glatten Muskelzellen zur Vasokonstriktion und dadurch zu einer direkten Erhöhung des Blutdrucks (Rensing et al. 2006).

Es sollte also untersucht werden, ob die Probanden in den einzelnen Testsituationen ein erhöhtes Stressempfinden haben und sich dies entsprechend in erhöhten Blutdruckwerten zeigt.

EKG, Herzfrequenz und Herzratenvariabilität (HRV)

Zur Erweiterung der physiologischen Parameter wurden den Probanden in der Vorbereitungsphase EKG-Elektroden aufgeklebt. Über diese konnten die Herzfrequenz und das EKG aufgezeichnet werden. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, u.a. die

Herzratenvariabilität zu berechnen. Darunter versteht man eine Veränderung der Pulsfrequenz in Reaktion auf körperliche oder mentale Belastungs- oder Entspannungszustände. (Rensing et al. 2006).

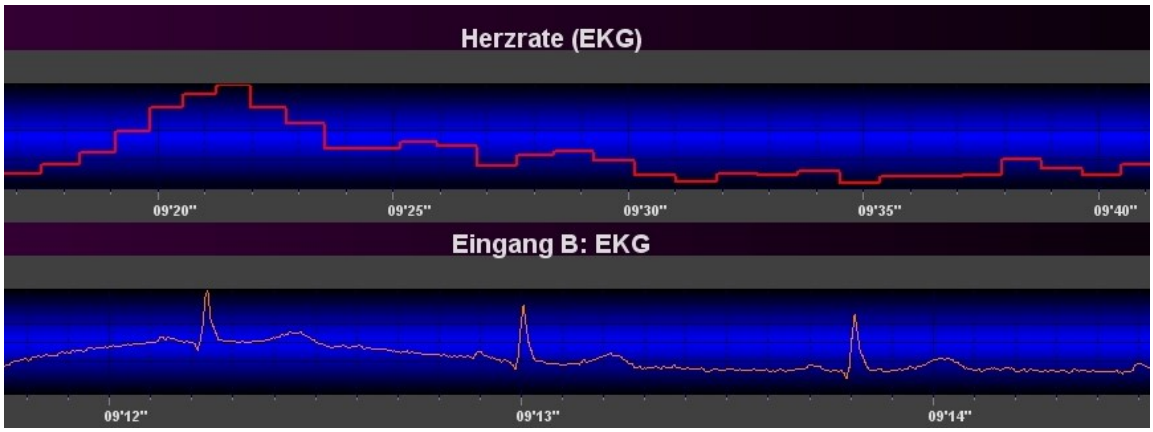


Abbildung. 7: Ansicht von Herzrate und EKG im Nexus 10
Herzrate = obere, rote Kurve; EKG (Elektrokardiogramm) = untere, gelbe Kurve
Screenshot einer Aufzeichnung während der FLiPP- Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm, Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Aufzeichnung Nexus Biotrace. Screenshot Christina Rau 2011.

Atemsensor-Gurt

Zusätzlich wurde die respiratorische Aktivität des Probanden erfasst. Durch einen dehnungssensitiven Atemgurt auf Zwerchfellhöhe konnten so die Atemfrequenz und die Atemamplitude erfasst werden.

Abbildung 8: Eingang des Atemsignals auf dem Bildschirm während der FLiPP-Studie
(FLiPP= Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psycho somatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Anfangs zeigt sich ein Bewegungsartefakt, dann eine regelmäßige Atmung mit Inspiration und Exspiration. Aufzeichnung Nexus Biotrace. Screenshot Christina Rau 2011.

Temperatursensor

Abhängig von der Durchblutung ändert sich die Oberflächentemperatur der Haut. Bei erhöhter Anspannung oder Stress kommt es durch den Einfluss des Sympathikus zu einer Abnahme der peripheren Durchblutung und somit zu einem Absinken der Hauttemperatur. Mit einem hochempfindlichen Sensor wurde bei den Probanden am Finger die Temperatur abgeleitet (Bruns u. Praun, 2002). Der Sensor wird hierbei mit einem Tape fixiert, damit er festen Hautkontakt hat.

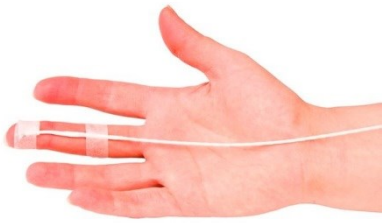


Abbildung 9: Temperatursensor Nexus-Biotrace, wie in der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011 verwendet.
Quelle: http://www.mindmedia.info/CMS2014/de/produkte/sensors(schriftliches Einverständnis für Bildnutzung vom 12.07.2013)

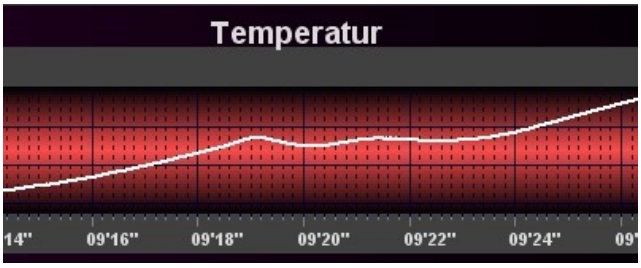


Abbildung 10: Temperaturkurve im Nexus-10 während Datenerhebung der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Aufzeichnung Nexus Biotrace. Screenshot Christina Rau 2011.

Hautleitfähigkeit

Über den Hautleitwert-Sensor von Nexus werden kleinste bioelektrische Veränderungen der Haut aufgezeichnet, die auf eine Veränderung der Schweißdrüsenaktivität zurückzuführen sind.

Die Sekretion der Schweißdrüsen wird ausschließlich durch sympathische, cholinerge Nervenfasern stimuliert (Hick u. Hick 2006). Die Hautleitfähigkeit (Skin conductance (SC)) steigt in Stresssituationen unter Einfluss des Sympathikus und einer damit verbundenen erhöhten Schweißproduktion an und fällt in Ruhe normalerweise ab. Das bedeutet, dass der Hautleitwert eine positive Korrelation zum Sympathikotonus hat (Bruns u Praun 2002).

Die Nexus-Elektroden werden an zwei Fingern palmar angebracht und fixiert. Gemessen wird die Hautleitfähigkeit in Mikro-Siemens. Die Sensoren können hier bereits sehr kleine Unterschiede ($1/10^3$ Mikro-Siemens) wahrnehmen (Mindmedia 2013).

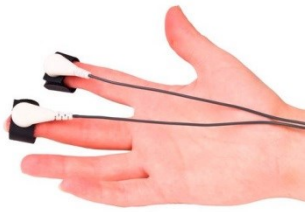


Abbildung 11: Hautleitwert (SC)-Sensor Nexus-Biotrace, wie in der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psycho-therapie), n = 30, Erhebungs-zeitraum 03-12/2011 verwendet.
Quelle: http://www.mindmedia.info/CMS2014/de/produkte/sensors (schriftliches Einverständnis für Bildnutzung vom 12.07.2013)

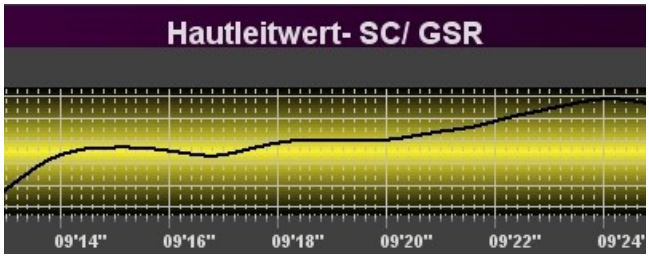


Abbildung 12: Screenshot Kurvenverlauf Hautleitwertverlauf während der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm– Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30., Erhebungszeitraum 03-12/2011. SC/GSR = Hautleitwert. Aufzeichnung Nexus Biotrace, Screenshot Christina Rau 2011.

2.7 Psychometrie

Um das Flow-Erleben zu quantifizieren und den psychischen Zustand des Probanden und eventuelle Vorbelastungen zu erfassen, wurden während des gesamten Ablaufs zu festgelegten Zeitpunkten ausgewählte Fragebögen vom Probanden ausgefüllt. Die Bearbeitungszeiten wurden in der Vorbereitungsphase der Studie in Vortests überprüft und so gewählt, dass der Proband die Fragen in Ruhe durchlesen und nach kurzer Überlegungszeit beantworten konnte.

Übersicht über die Fragebögen:

Tabelle 3: Überblick über die Fragebögen, die der Proband im Verlauf der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie) ausgefüllt hat, n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011

MDBF: Mehrdimensionale-Befindlichkeitsfragebogen; FLOW: Flow-Fragebogen zur Erfassung und Quantifizierung des Flow-Erlebens; KFB: Kurzer Fragebogen zur Erfassung von Stress/ Belastungen; HADS: Hospital Anxiety and Depression Scale; STAI X1 und STAI X2: State Trate Angst Inventar (Fragebogen zur Selbstbeschreibung);Irritationsskala zur Erfassung arbeitsbezogener Beanspruchungsfolgen; HL: Handlungsorientierung bei Tätigkeitsausführung; LOC: Internal locus of control (Internale Kontrollüberzeugung); SVA: Subject Value Attribution (subjektiver Wert der Tätigkeit); Zeitpunkt t0:vor Beginn der 30 minütigen Ruhephase; Zeitpunkt t2, t3, t4: Follow-up 1,2 und 3, jeweils unmittelbar nach Durchführung eines einzelnen Testabschnittes, t2 nach der ersten durchlaufenen Bedingung, t3 nach der dritten und t4 nach der letzten durchlaufenen Bedingung am Computer.

Zeitpunkt	Fragebögen
t0	Basis-Dokumentationsfragebogen MDBF-Fragebogen KFB-Fragebogen HADS-Fragebogen STAI X1- und STAI X2- Fragebogen Irritationsskala HL -Fragebogen LOC (Internal locus of control) SVA (Subject Value attribution)
t2	**Follow-up 1:** FLOW- Fragebogen STAI X1- Fragebogen
t3	**Follow-up 2:** FLOW-Fragebogen STAI X1- Fragebogen
t4	**Follow-up 3:** FLOW-Fragebogen STAI X1- Fragebogen MDBF-Fragebogen

Erklärungen und Funktion der verschiedenen Fragebögen

Basis-Dokumentationsfragebogen

Dieser Fragebogen beinhaltete Fragen zur Erfassung personenbezogener Daten zuzüglich Alter, Familienstand, Partnersituation, Kinder, Haushaltsführung, Schulabschluss, Berufsabschluss, ausgeübter Beruf und aktueller beruflicher Situation.

Darüber hinaus wurden im Rahmen der Basisdokumentation vor Testbeginn weitere Fragebögen eingesetzt, die psychische Symptome, Stresserleben und andere Faktoren ermitteln sollten. Diese Fragebögen sind mit entsprechender Erklärung hier aufgelistet:

- **MDBF: Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen (Steyer et al. 1997)**

  In dieser Studie wurde die Kurzform A des MDBF, bestehend aus 12 Items mit jeweils fünfstufiger Antwortskala verwendet. Der MDBF erfasst drei Dimensionen zur aktuellen, psychischen Befindlichkeit:

  - Gute- Schlechte Stimmung: ein hoher Skalenwert deutet auf eine positive Stimmungslage hin, die Person fühlt sich wohl und zufrieden.
  - Wachheit- Müdigkeit: ein hoher Skalenwert findet sich bei wachen, ausgeruhten Personen.
  - Ruhe- Unruhe: hohe Werte deuten darauf hin, dass der Proband sich im Moment der Erhebung ruhig und gelassen fühlt.

- **KFB: Kurzer Fragebogen zur Erfassung von Stress/ Belastungen (Flor 1991)**

  Der KFB besteht aus 16 Items, welche die Skalen soziale Beeinträchtigung und Belastungen, Partnerschaft und Familie, Alltag und die Gesamtbelastung beinhalten. Die als Selbstaussagen formulierten Items sind einer 6-Punkte-Skala von 0 (trifft nicht zu) bis 5 (trifft genau zu) zugeordnet. Die Auswertung der einzelnen Skalenwerte erfolgt mit Hilfe bestimmter Formeln, in die die gewählten Antwortmöglichkeiten eingesetzt werden. Ziel des KFB ist es, Alltagsbelastungen messbar zu machen, welche nicht auf Krankheitsauswirkungen zurückzuführen sind. Je höher der ermittelte Skalenwert des Probanden ausfällt, desto mehr ist dieser in seinem Alltag belastet.

- **HADS: Hospital Anxiety and Depression Scale (Zigmond u. Snaith 1983)**

  HADS ist ein kurzer Selbstbeurteilungsbogen zur Erfassung von Angst und Depressivität. Er wird als Screeningverfahren angewandt, um bei Personen mit körperlichen Beschwerden empfundene Ängste und depressive Episoden näher zu

beurteilen. Der HADS enthält 14 Items auf zwei Subskalen (7 Items für Depressivität, 7 Items für Angst). Jedes Item stellt eine Aussage zur Selbstbeurteilung dar, z.B. „Ich blicke mit Freude in die Zukunft“. Diesen Aussagen sind 4 abgestufte Antwortmöglichkeiten mit einem Punktewert von 0-3 zugeordnet (z.B. 3= ja, sehr/ 2= eher weniger als früher/ 1= viel weniger als früher/ 0= kaum bis gar nicht). Um eine Konfundierung durch somatische Komorbidität zu vermeiden, wird gezielt auf psychische Angst und Depressionssyndrome fokussiert.

Die Auswertung des HADS erfolgt durch Addition der jeweiligen Antworten des Probanden. Die Bewertung des Angst- und Depressivitätswertes ergibt bei einem ermittelten Wert ≤ 7 einen unauffälligen Befund. Ein Wert zwischen 8 und 10 deutet auf einen grenzwertigen Befund hin. Im Bereich eines Wertes ≥ 11 liegt ein auffälliges Ergebnis vor. Allgemein gilt hier, je höher der jeweilige ermittelte Gesamtsummenwert, desto höher ist der Angst- bzw. Depressivitätswert. Der HADS liefert keine Diagnose, aber eine Orientierung bezüglich der allgemeinen psychischen Belastung, wobei auch leichtere Ausprägungen psychischer Störungen erfasst werden können.

- **STAI: State Trate Angst Inventar (Laux et al. 1981)**

  Der STAI besteht aus zwei getrennten Fragebögen mit jeweils 20 Items. Die Items bestehen aus Selbstaussagen (Beispiel: „Ich bin vergnügt“), welche der Proband auf einer vierstufigen Antwortskala (s.u.) beurteilt, wobei 1 „fast nie bzw. überhaupt nicht“ und 4 „fast immer bzw. sehr“ bedeutet.

  Der State-Fragebogen (STAI X1) enthält 20 Fragen, die den aktuellen Angstzustand des Probanden beschreiben sollen, d.h., wie er sich in diesem Moment fühlt.

  10 Items sind positiv (Beispiel: „Ich bin ruhig“), 10 Items negativ (Beispiel: „Ich bin aufgeregt“) formuliert. Die vierstufige Antwortskala reicht von 1 (= überhaupt nicht) bis 4 (= sehr). Wie Tabelle 3 zeigt, wird der STAI X1 sowohl vor, als auch nach dem Experiment, sowie nach jedem Teilexperiment eingesetzt. Er erfasst hiermit also die jeweilige Angstsituation vor dem Experiment, sowie die Anspannung und Nervosität nach jedem Teilexperiment und nach Abschluss des Experiments.

Der STAI-X1 ist damit ein guter Marker für Erfassung der Höhe und des Verlaufs der Angst, abhängig von der Testsituation.

Der Trait-Fragebogen (STAI X2) wurde vor Beginn Experimentes eingesetzt. Er erfasst Angst als persönliche Eigenschaft, d.h. die individuelle Bewertung einer Situation als bedrohlich bzw. der Neigung zu Angstreaktionen. Er besteht ebenfalls aus 20 Items, von denen 13 positiv (Beispiel: „Ich bin glücklich“) und 7 negativ (Beispiel: „Ich fühle mich niedergeschlagen“) formuliert sind. Die vierstufige Antwortskala reicht von 1 (= fast nie) bis 4 (= fast immer).

Die Werte der Skalen werden summiert, wodurch sich jeweils ein Punktewert zwischen 20 (kleinster Wert) und 80 (maximaler Wert) ergibt. Je höher der Wert in dieser Spannbreite liegt, desto deutlicher zeichnet sich ein Zustand von Anspannung, innerer Unruhe etc. vor zukünftigen Geschehnissen ab (STAI-X1), bzw. desto stärker ausgeprägt ist das Persönlichkeitsmerkmal Angst (STAI-X2).

- **IS: Irritationsskala zur Erfassung arbeitsbezogener Beanspruchungsfolgen (Mohr et al. 2005)**

  Der Fragebogen zur Erfassung der Irritation besteht aus 8 Items, denen eine 7-stufige Antwortskala von 1 (= trifft überhaupt nicht zu) bis 7 (= trifft fast völlig zu) zugeordnet ist. Der Fragebogen erfasst sowohl die kognitive Irritation (Items 1, 2, 4), als auch die emotionale Irritation (Items 3, 5, 6, 7, 8). Zur Auswertung werden die jeweiligen Antworten zu Summenscores addiert, es ergeben sich dann Werte von 8- 56. Je höher der Skalenwert, desto höher das Maß an Irritation.

- **HL: Handlungsorientierung bei Tätigkeitsausführung (Kuhl 1994)**

  Dieser Fragebogen besteht aus 12 Items, denen jeweils zwei Antwortmöglichkeiten zugeordnet sind. Handlungsorientierung äußert sich in der Auswahl der Optionen 1B, 2B, 3A, 4B, 5A, 6B, 7A, 8B, 9A, 10A, 11B, 12A. Zur Auswertung des Fragebogens folgte die Kodierung der Antworten nach 0 (= Antwortalternative nicht angekreuzt) und 1 (= Antwortalternative angekreuzt).

  Je höher der Summenscore bei dieser Kodierung ist, desto höher ist die Handlungsorientierung und desto niedriger die Lageorientierung.

- **LOC: Internal locus of control (Krampen 1979)**

  Der aus 8 Items bestehende Fragebogen ermöglicht eine Aussage über den Internal locus of control, also die internale Kontrollüberzeugung. Hierbei handelt es sich um die innere Überzeugung, Ereignisse durch persönliche Eigenschaften, wie Einstellung, Können, Anstrengung u.a. kontrollieren bzw. steuern zu können (Aronson et al. 2008).

  Der Fragebogen beinhaltet Aussagen, die von dem Probanden in einer sechsstufigen Skala von 1(= sehr falsch) bis 2 (= sehr richtig) bewertet werden. Zur Auswertung werden die Summenscores gebildet. Je höher der Summenscore, desto höher ist der Internal locus of control (Krampen 1979).

- **SVA: Subject value attribution (Keller u. Landhäuser 2012)**

  Hier wurde in 3 Items der subjektive Wert der Tätigkeit, hier des Kopfrechnens, abgefragt. Die Hypothese war hier, dass subjective value neben der Passung eine zentrale Randbedingung von Flow ist, dass also unabhängig von der Bedingung subjective value zu Flow-Erleben führt (Keller u. Landhäuser 2012).

Follow-up-Fragebogen

Nach jedem der drei Experimente am Computer wurde der Blutdruck gemessen, Blut abgenommen und der Proband bekam einen Fragebogen. Dieser bestand aus dem Flow-Fragebogen, dem STAI-I und dem F_K-Fragebogen.

- **Flow- Fragebogen (Keller u. Blomann 2008)**

  Der Flow-Fragebogen wurde nach jeder Testphase eingesetzt, um genaue Unterschiede zwischen Langeweile-Passung-Überforderung zu detektieren und das Flow-Erleben zu quantifizieren.

  Der Fragebogen bestand aus 50 Items. Das erste Item erfasste auf einer fünfstufigen Antwortskala das subjektive Stresserleben, welches durch das Mathematik-Paradigma ausgelöst wurde. Das zweite Item erfasste in Form einer Timeline das subjektive Zeitempfinden während des Experiments. Die restlichen 48 Items waren alle in einem siebenstufigen Antwortformat von 1 (= trifft

überhaupt nicht zu) bis 2 (= trifft vollkommen zu) aufgebaut. Hier wurden spezifische Kriterien des Flow-Erlebens, die erlebte Passung, die empfundene Anforderung, die Selbstwahrnehmung, die erlebte Kontrolle und die Stimmung erfasst. Eine genaue Zuordnung von Item und Kodierung findet sich im Anhang.

- **STAI-I**

  Nach jedem einzelnen Experiment wurde erneut ein STAI-I-Fragebogen ausgefüllt zur Erfassung des momentanen Angstzustands und zum Aufdecken eventueller Verläufe.

- **F_K-Fragebogen**

  Dieser bestand aus einem einzelnen Item, mit welchem geprüft werden sollte, ob der Proband während der Testphase aufgehört hat, sich ernsthaft mit den Additionsaufgaben zu beschäftigen. Es wurde ein siebenstufiges Antwortformat angeboten von 1 (= nein, überhaupt nicht) bis 7 (= ja, vollkommen). Dem Anfügen dieses Fragebogens lag die Überlegung zugrunde, dass besonders in der Overload-Variante die Gefahr bestand, dass die Probanden im Laufe der Testphase aufhörten, sich ernsthaft mit den Aufgaben zu beschäftigen.

Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV (Wittchen et al. 1997)

Das strukturierte klinische Interview überprüft das Vorliegen verschiedener Krankheitsbilder. Zusätzlich zu dem im Vorfeld der Studie durchgeführten SKID-Screeningfragebogen wurde am Ende der Studie (siehe Abbildung 4) ein ausführliches SKID- Interview durchgeführt, wobei bei dieser Studie das SKID I (Kliniker-Version des SKID-Interviews) verwendet wurde. Hierbei werden in der Praxis besonders häufige DSM-IV Diagnosen in strukturierten Sektionen abgefragt und diagnostisch beurteilt. Da im Rahmen dieser Studie ausschließlich gesunde Probanden untersucht werden sollen, führen signifikante Hinweise im Sinne einer DSM-IV Diagnose zum Studienausschluss. Darunter fallen beispielsweise affektive Störungen, depressive Verstimmungen, unentdeckte dysthyme Störungen (chronisch verlaufende leichte Depressionsepisoden),

Alkoholmissbrauch, Drogen- und Medikamentenabhängigkeit, Angststörungen, Panikstörungen, soziale Phobien, posttraumatische Belastungsstörungen (PTSD), generalisierte Angststörungen und spezifische Phobien.

2.8 Statistische Methoden

Alle erfassten Variablen (Blutwerte, Psychophysiologische Parameter, Psychometrie) wurden in geeignete Excel-Tabellen eingetragen und jeweils nach den drei Bedingungen Langeweile, Passung, Überforderung sortiert, sowie die Zugehörigkeit zur jeweiligen Testversion markiert.

Die Parameter der HRV wurden als Rohdaten über die EKG-Messung ermittelt (aufgezeichnet durch Nexus 10), ebenfalls in Excel extrahiert, sortiert und dann über das Programm Kubios Version 2.0 ausgewertet.

Im Anschluss erfolgte die statistische Auswertung der erhobenen Parameter mit Hilfe des statistischen Computerprogrammes SPSS Version 20. Im nächsten Schritt wurde untersucht, ob es zwischen den Bedingungen Langeweile, Passung und Überforderung signifikante Unterschiede gibt. Die Variablen waren intervallskaliert und normalverteilt, so dass für die Auswertung parametrische Tests verwendet werden konnten. Die Auswertung der Basisdaten erfolgte über eine einfaktorielle ANOVA. Um signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen Langeweile, Passung und Überforderung zu untersuchen, erfolgte eine einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von einer Varianzanalyse mit Messwiederholung und weiteren Untersuchungen mittels T-Test. Bei der Analyse der Blutwerte, sowie bei Blutdruck und Puls, wurde mittels Differenzrechnung gearbeitet. Das bedeutet, dass jeweils der Differenz-Wert zum Ruhe-Wert (Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhe-Wert) gebildet wurde und diese Differenzwerte dann auf signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen Langeweile, Passung und Überforderung untersucht wurden. Das gewählten Signifikanzniveaus lagen bei $p < 0,05$ (*).

3 Ergebnisse

3.1 Erklärung zu Ergebnissen und Auswertung

Im ersten Schritt wurden die Mittelwerte der Basisdaten, die erfassten psychometrischen Daten und die Ergebnisse des Flow-Fragebogens zum Ausschluss von Reihenfolgeneffekten untersucht.

Tabelle 4: Übersicht über die einzelnen Testversionen und Reihenfolgeabläufe der einzelnen Bedingungen in der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Langeweile (L), Passung (P), Überforderung (Ü)

1. Testversion (L-P-Ü):	**Langeweile (L)**	**Passung (P)**	**Überforderung (Ü)**
2. Testversion (P-L-Ü):	**Passung (P)**	**Langeweile (L)**	**Überforderung (Ü)**
3. Testversion (Ü-P-L):	**Überforderung (Ü)**	**Passung (P)**	**Langeweile (L)**

3.2 Auswertung der Basisdaten zum Ausschluss von Reihenfolgeeffekten

3.2.1 Soziodemographische Daten

Von den insgesamt 30 untersuchten Probanden waren 15 Frauen und 15 Männer. In den Basis-Dokumentationsbögen (s. Anhang), welche von jedem Probanden vor Beginn der Studie ausgefüllt wurden (s. Abbildung 4, Kapitel Material und Methodik), zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bezüglich der soziodemographischen Daten zwischen den einzelnen Gruppen.

3.2.2 Psychometrie

Tabelle 5: Skalenwerte des Mehrdimensionale-Befindlichkeitsfragebogen zum Zeitpunkt 0 (= MDBF Anfang, Steyer et al. 1997)

Die Datenerhebung erfolgte anhand des Basisfragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011.
Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA. Signifikanzniveau: p > 0,05: n.s.
1. Testversion = L-P-Ü = Reihenfolge Langeweile (L), Passung (P), Überforderung (Ü);
2. Testversion = P-L-Ü = Reihenfolge Passung (P) ,Langeweile (L), Überforderung (Ü);
3. Testversion = Ü-P-L = Reihenfolge Überforderung (Ü), Passung (P), Langeweile (L)

MDBF Anfang	1. Testversion (L-P-Ü)			2. Testversion (P-L-Ü)			3. Testversion (Ü-P-L)			P
	N	MW	SD	N	MW	SD	N	MW	SD	
Gute-Schlechte Stimmung	9	17,78	1,20	9	16,67	2,87	10	17,6	1,96	n. s.
Wachheit-Müdigkeit	9	18,00	1,66	9	16,67	3,54	10	15,8	4,19	n. s.
Ruhe – Unruhe	9	17,11	1,54	9	16,11	3,26	10	16,8	2,39	n. s.

Zum Zeitpunkt 0 fanden sich im interindividuellen Gruppenvergleich keine signifikanten Unterschiede in der aktuellen psychischen Befindlichkeit.

Wie aus der Tabelle 3 des Kapitels Material und Methodik zu entnehmen ist, wurde der MDBF-Fragebogen auch nach Ende des Experiments, zum Zeitpunkt 4, nochmals durchgeführt. Hier konnte in der Skala ‚Gute-Schlechte-Stimmung' ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen nachgewiesen werden. Ein signifikanter Unterschied (p= 0,029) zeigte sich hier zwischen 1. Testversion (L-P-Ü) und 3. Testversion (Ü-P-L), d.h., einmal wurde das Experiment nach Überforderung und einmal nach Langeweile beendet. Der Mittelwert der L-P-Ü- Gruppe (14,8) lag hier unter dem Mittelwert der Ü-P-L-Gruppe (18,3). Dies weist auf eine bessere Stimmung der Gruppe hin, die den Test mit Langeweile beendet hat.

Tabelle 6: Skalenwerte des Kurzen Fragebogens zur Erfassung von Stress und Belastungen (= KFB-Fragebogen, Flor 1991) zum Zeitpunkt 0

Die Datenerhebung erfolgte anhand des Basisfragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011.
Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA. Signifikanzniveau: p > 0,05: n.s.
1. Testversion = L-P-Ü = Reihenfolge Langeweile (L), Passung (P), Überforderung (Ü);
2. Testversion = P-L-Ü = Reihenfolge Passung (P), Langeweile (L), Überforderung (Ü);
3. Testversion = Ü-P-L = Reihenfolge Überforderung (Ü), Passung (P), Langeweile (L)

KFB	1. Testversion (L-P-Ü)			2. Testversion (P-L-Ü)			3. Testversion (Ü-P-L)			P
	N	MW	SD	N	MW	SD	N	MW	SD	
Soziale Beeinträchtigung	10	2,2	1,1	9	1,52	1,12	10	1,4	1,07	n.s.
Partnerschaft	10	1,06	0,72	8	0,91	0,63	9	0,87	0,89	n.s.
Arbeits-belastung	10	1,77	1,26	10	0,90	0,83	9	1,26	1,4	n.s.
Alltag	10	0,70	0,73	10	0,63	1,01	10	0,77	0,74	n.s.
Gesamt-belastungen	10	1,34	0,59	8	0,95	0,46	8	1,05	0,65	n.s.

In Bezug auf die Belastungen in Partnerschaft, sozialer Beeinträchtigung, Arbeitsbelastung und Alltag fanden sich weder auf den einzelnen Skalen noch im Gesamtbelastungsscore signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen der drei Reihenfolgen.

Tabelle 7: Hospital Anxiety and Depression Scale (= Skalenwerte des HADS-Fragebogens, Zigmond u. Snaith 1983) zum Zeitpunkt 0

Die Datenerhebung erfolgte anhand des Basisfragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011.
Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA, Signifikanzniveau: $p > 0,05$: n.s.
1. Testversion = L-P-Ü = Reihenfolge Langeweile (L), Passung (P), Überforderung (Ü);
2. Testversion = P-L-Ü = Reihenfolge Passung (P), Langeweile (L), Überforderung (Ü);
3. Testversion = Ü-P-L = Reihenfolge Überforderung (Ü), Passung (P), Langeweile (L)

HADS	1. Testversion (L-P-Ü)			2. Testversion (P-L-Ü)			3. Testversion (Ü-P-L)			P
	N	MW	SD	N	MW	SD	N	MW	SD	
Angstwert	10	3,5	2,68	10	3,9	3,28	10	4,3	2,41	n. s.
Depressivitäts-wert	10	2,8	1,81	10	3,4	2,46	10	2,1	1,52	n. s.

Die Mittelwerte (alle < 7) deuten auf einen unauffälligen Angst- und Depressivitätswert bei den untersuchten Probanden hin. Es wurden zudem keine signifikanten Unterschiede gefunden.

Tabelle 8: Skalenwerte des State-Angst & Trait-Angst-Fragebogens (STAI-I und STAI-II-Fragebogens, Laux et al. 1981) zum Zeitpunkt 0

Die Datenerhebung erfolgte anhand des Basisfragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011.
Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA. Signifikanzniveau: p > 0,05: n.s.
1. Testversion = L-P-Ü = Reihenfolge Langeweile (L), Passung (P), Überforderung (Ü);
2. Testversion = P-L-Ü = Reihenfolge Passung (P), Langeweile (L), Überforderung (Ü);
3. Testversion = Ü-P-L = Reihenfolge Überforderung (Ü), Passung (P), Langeweile (L)

STAI	1. Testversion (L-P-Ü)			2. Testversion (P-L-Ü)			3. Testversion (Ü-P-L)			P
	N	MW	SD	N	MW	SD	N	MW	SD	
STAI-I	10	30,4	4,84	10	32,5	7,76	10	29,9	6,94	n. s.
STAI-II	10	30,3	5,19	10	32,4	7,59	10	32,9	7,72	n. s.

Es zeigten sich niedrige Mittelwerte, die damit auf eine niedrige State und Trait-Angst hinweisen. Des Weiteren fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probanden der drei Testversionen.

Tabelle 9: Skalenwerte der Irritationsskala (Mohr et al. 2005) zum Zeitpunkt 0

Die Datenerhebung erfolgte anhand des Basisfragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011.
Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA. Signifikanzniveau: p > 0,05: n.s.
1. Testversion = L-P-Ü = Reihenfolge Langeweile (L), Passung (P), Überforderung (Ü);
2. Testversion = P-L-Ü = Reihenfolge Passung (P), Langeweile (L), Überforderung (Ü);
3. Testversion = Ü-P-L = Reihenfolge Überforderung (Ü), Passung (P), Langeweile (L)

IS	1. Testversion (L-P-Ü)			2. Testversion (P-L-Ü)			3. Testversion (Ü-P-L)			P
	N	MW	SD	N	MW	SD	N	MW	SD	
Kognitive Irritation	10	7,6	3,03	10	5,6	3,03	10	8,8	4,49	n. s.
Emotionale Irritation	10	10,2	2,66	10	9,5	2,22	10	10,30	4,45	n. s.

Die Mittelwerte deuten auf ein sehr geringes Maß an Irritation hin (Mohr et al. 2005). Es fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probanden der einzelnen Testversionen.

Tabelle 10: Skalenwerte von Handlungsorientierung (Kuhl 1994), Internaler Kontrollüberzeugung (Krampen 1979), und subjektiver Wert der Tätigkeit (Keller u. Landhäußer 2012)

Die Datenerhebung erfolgte anhand des Basisfragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011.
Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA. Signifikanzniveau: p > 0,05: n.s.
1. Testversion = L-P-Ü = Reihenfolge Langeweile (L), Passung (P), Überforderung (Ü);
2. Testversion = P-L-Ü = Reihenfolge Passung (P), Langeweile (L), Überforderung (Ü);
3. Testversion = Ü-P-L = Reihenfolge Überforderung (Ü), Passung (P), Langeweile (L)

Fragebogen	1. Testversion (L-P-Ü)			2. Testversion (P-L-Ü)			3. Testversion (Ü-P-L)			P
	N	MW	SD	N	MW	SD	N	MW	SD	
Handlungs-orientierung	10	9,2	2,25	9	9,44	2,3	9	8,89	2,71	n.s.
Internal locus of control, (Internale Kontroll-überzeugung)	10	4,49	0,63	9	4,4	0,76	9	4,47	0,73	n.s.
Subject value attribution (subjektiver Wert der Tätigkeit)	10	4,27	1,94	9	5	1,61	9	3,78	1,41	n.s.

Es ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Probanden der einzelnen Testversionen in den Fragebögen Handlungsorientierung, Internal locus of control (internale Kontrollüberzeugung) und Subject value attribution (subjektiver Wert der Tätigkeit) nachweisen.

3.2.3 Ausschluss von Reihenfolgeeffekten als Basis für die weitere Auswertung

Da es in der Studie drei verschiedene Testversionen (s. Tabelle 4) gab und entsprechend die Reihenfolge von Langeweile, Passung und Überforderung variierte, wurde im nächsten Schritt mittels einfaktorieller ANOVA untersucht, ob es hier signifikante Reihenfolgeeffekte gibt. Dies konnte ausgeschlossen werden. Entsprechend konnten für die

weitere Auswertung alle Probandinnen und Probanden zu einer Gruppe zusammengefasst werden.

3.3 Auswertung über alle Reihenfolge- Bedingungen, gruppiert nach Langeweile, Passung, Überforderung

3.3.1 Psychometrie: Flow – Fragebogen

Bei der Auswertung des Flow-Fragebogens wurden die einzelnen Skalen des Fragebogens (Flow-Erleben, erlebte Passung, empfundene Anforderung, Selbstwahrnehmung, erlebte Kontrolle und Stimmung) einzeln ausgewertet und auf signifikante Unterschiede zwischen Langeweile, Passung und Überforderung untersucht.

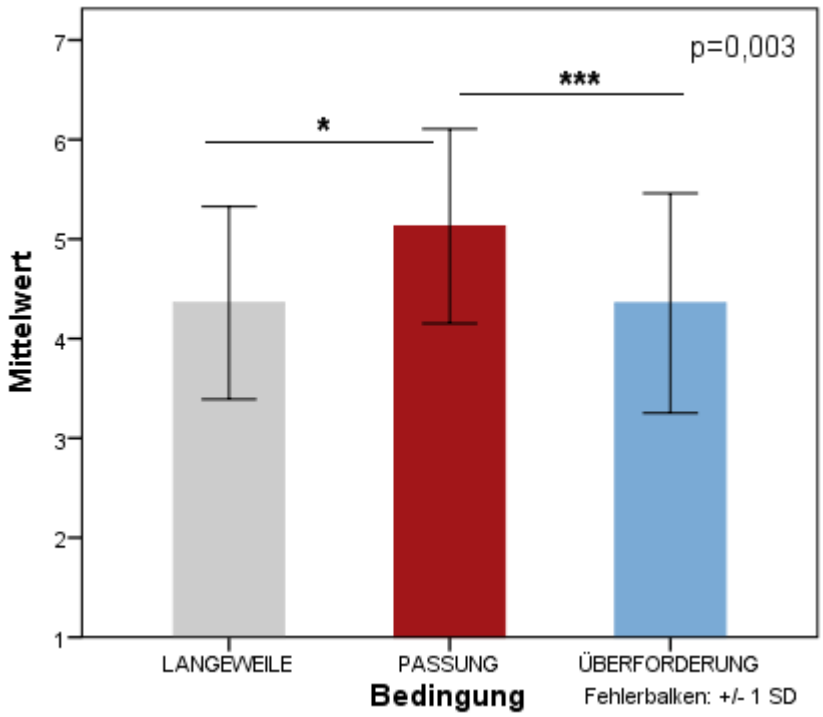


Abbildung 13: Skala Flow-Erleben
Erfasst anhand des Flow-Fragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Werte geben Mittelwerte und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben. Signifikanzniveau: ***: p<0,001; *: p<0,05: signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Gruppen.

Bei der Flow- Erleben- Skala zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Langeweile und Passung (p= 0,004), sowie signifikante Unterschiede zwischen Passung und Überforderung (p= 0,000). Zwischen Langeweile und Überforderung ist der Unterschied nicht signifikant.

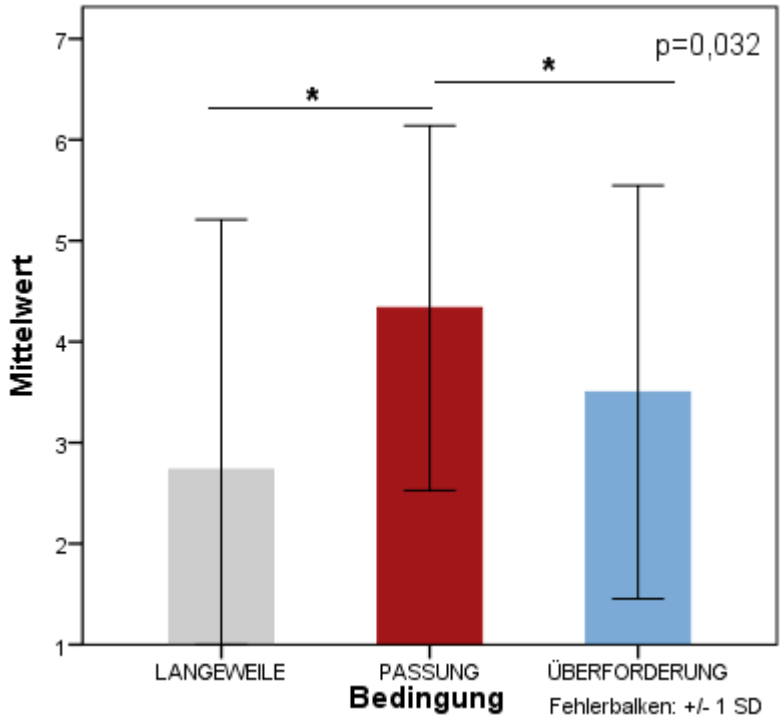


Abbildung 14: Skala Passung
Erfasst anhand des Flow-Fragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Werte geben Mittelwerte und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test. Signifikanzniveau: *: p<0,05: signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Gruppen.

In der Passung fanden sich ähnliche Effekte wie bei der Skala Flow-Erleben: signifikante Unterschiede zwischen Langeweile und Passung, sowie zwischen Passung und Überforderung. Keine signifikanten Unterschiede finden sich dagegen zwischen Langweile und Überforderung.

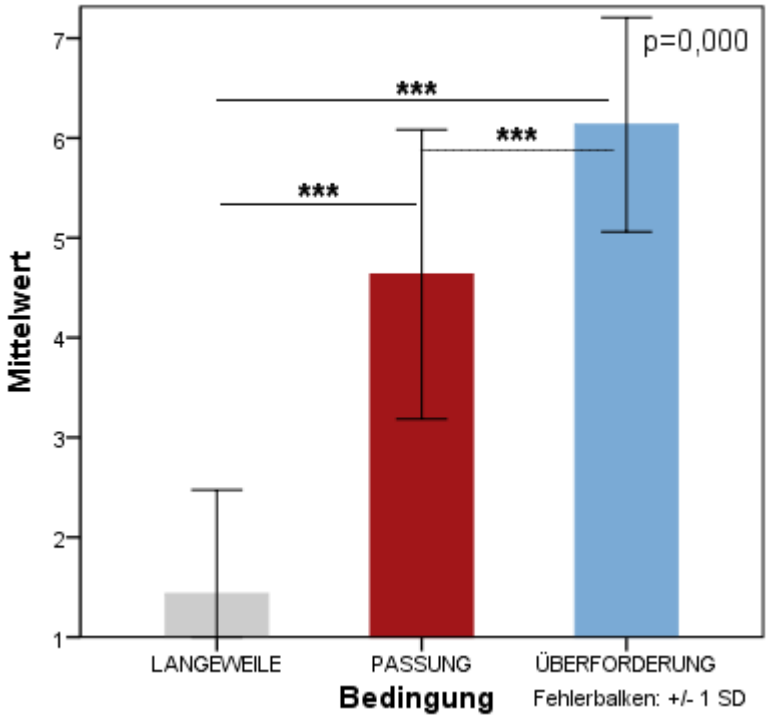


Abbildung 15: Skala Anforderung
Erfasst anhand des Flow-Fragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Werte geben Mittelwerte und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben. Signifikanzniveau: ***: p<0,001; signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Gruppen.

Hier zeigten sich zwischen allen drei Bedingungen (Langweile, Passung, Überforderung) signifikante Unterschiede in Bezug auf die jeweilige Anforderung.

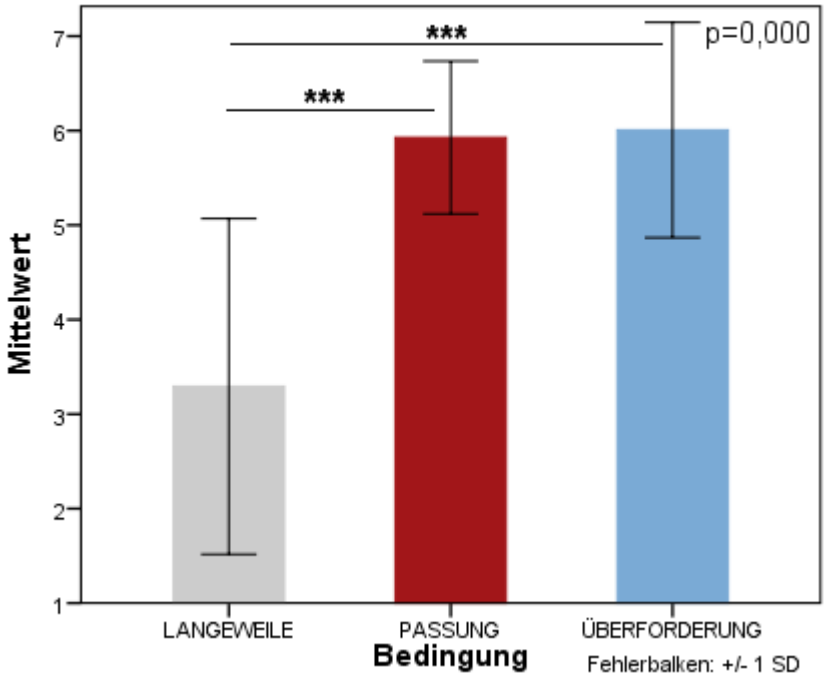


Abbildung 16: Skala reduzierte Selbstwahrnehmung
Erfasst anhand des Flow-Fragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Werte geben Mittelwerte und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben. Signifikanzniveau: ***: p<0,001; signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Gruppen.

Es zeigten sich signifikante Unterschiede in der Selbstwahrnehmung zwischen Langweile und Passung ($p < 0{,}001$), sowie zwischen Langweile und Überforderung ($p<0{,}001$).

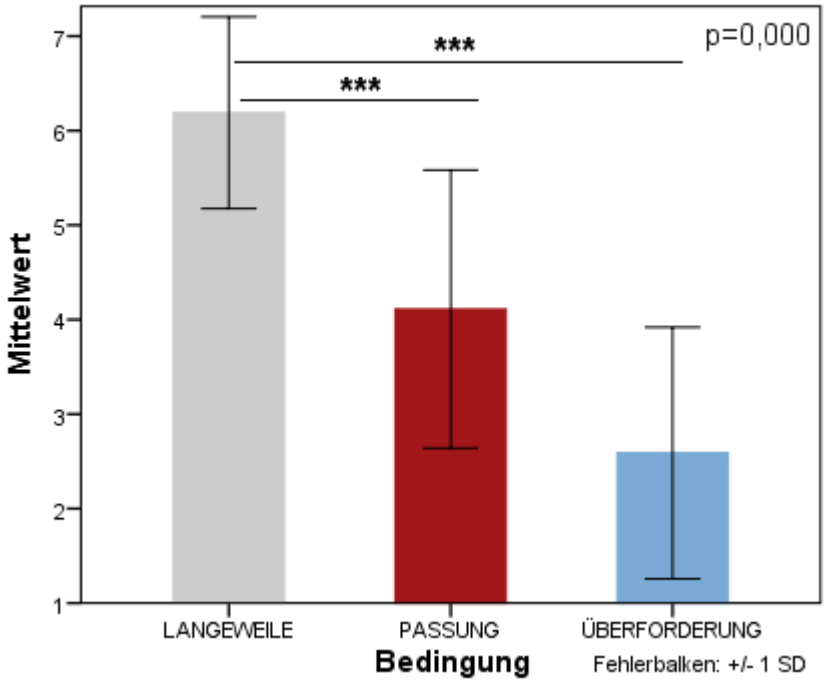


Abbildung 17: Skala Kontrolle
Erfasst anhand des Flow-Fragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Werte geben Mittelwerte und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben. Signifikanzniveau: ***: p<0,001 signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Gruppen.

Hier stellten sich zwischen den Bedingungen Langeweile und Passung, sowie zwischen Langeweile und Überforderung signifikante (p<0,001) Unterschiede in Bezug auf das jeweilige Kontrollempfinden dar.

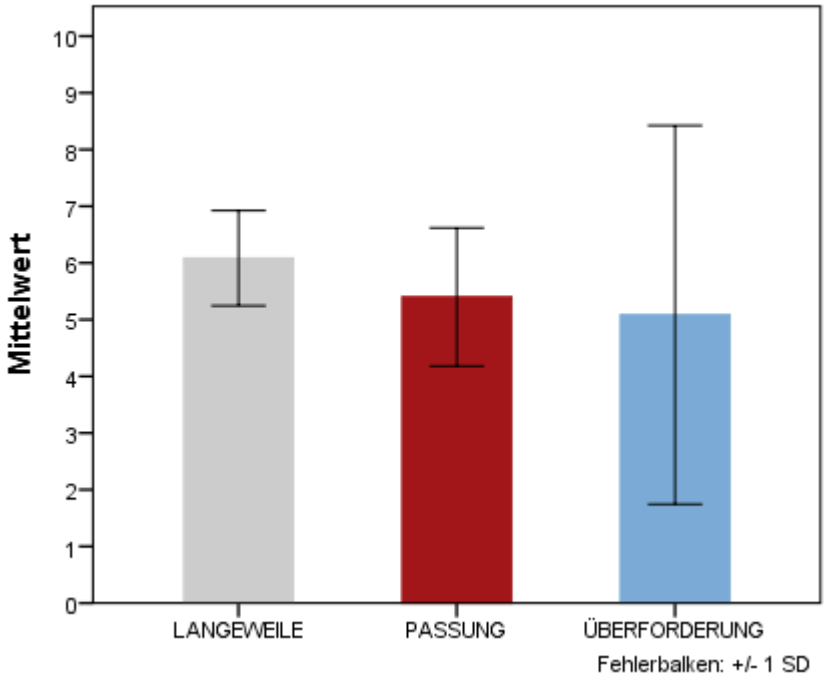


Abbildung 18: Skala Stimmung
Erfasst anhand des Flow-Fragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Werte geben Mittelwerte und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben. Signifikanzniveau: $p<0,05$ kein signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Gruppen.

Hier ließen sich zwischen allen drei Bedingungen (Langeweile, Passung, Überforderung) keine signifikanten Unterschiede nachweisen.

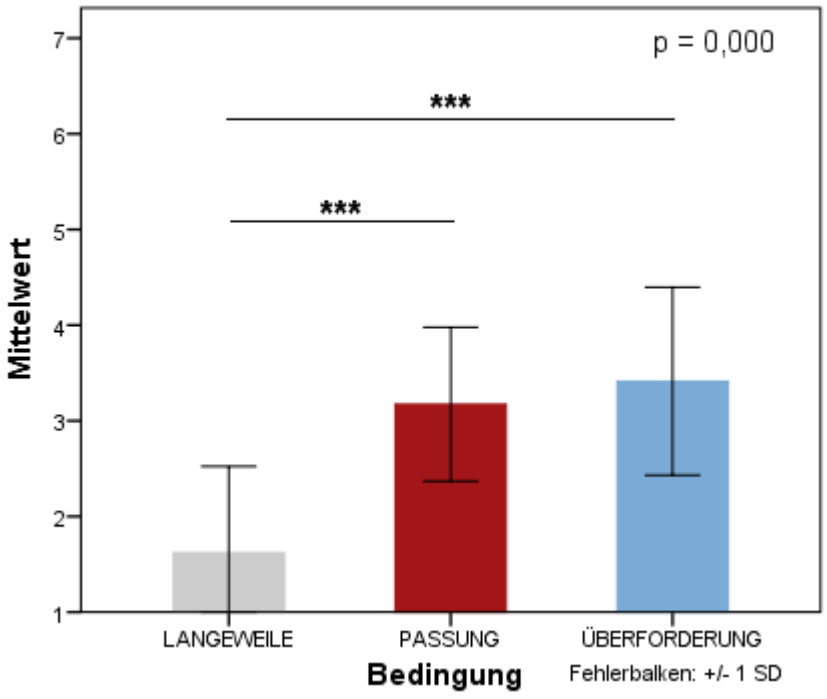


Abbildung 19: Skala Stresserleben
Erfasst anhand des Flow-Fragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Werte geben Mittelwerte und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben. Signifikanzniveau: ***:p<0,001 signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Gruppen.

Hier zeigten sich signifikante Unterschiede im Stresserleben zwischen Langeweile und Passung, sowie Langeweile und Überforderung. Das Stressempfinden in der Passungs- und der Überforderungs-Bedingung war dagegen nicht signifikant unterschiedlich.

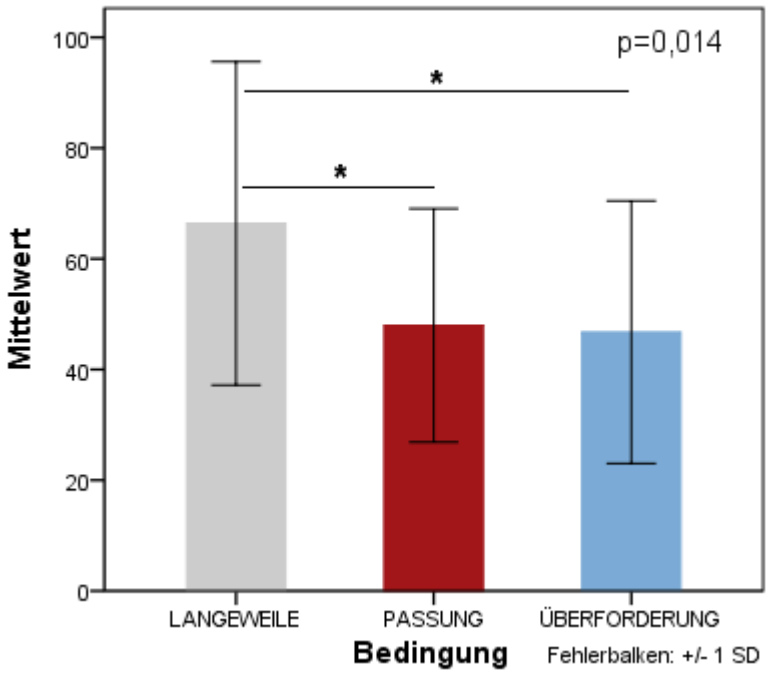


Abbildung 20: Skala Zeiterleben
Erfasst anhand des Flow-Fragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Werte geben Mittelwerte und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben. Signifikanzniveau: *p<0,05: signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Gruppen

In Bezug auf das Zeiterleben fanden sich signifikante Unterschiede zwischen Langweile und Passung (p= 0,011), sowie zwischen Langweile und Überforderung (p= 0,023).

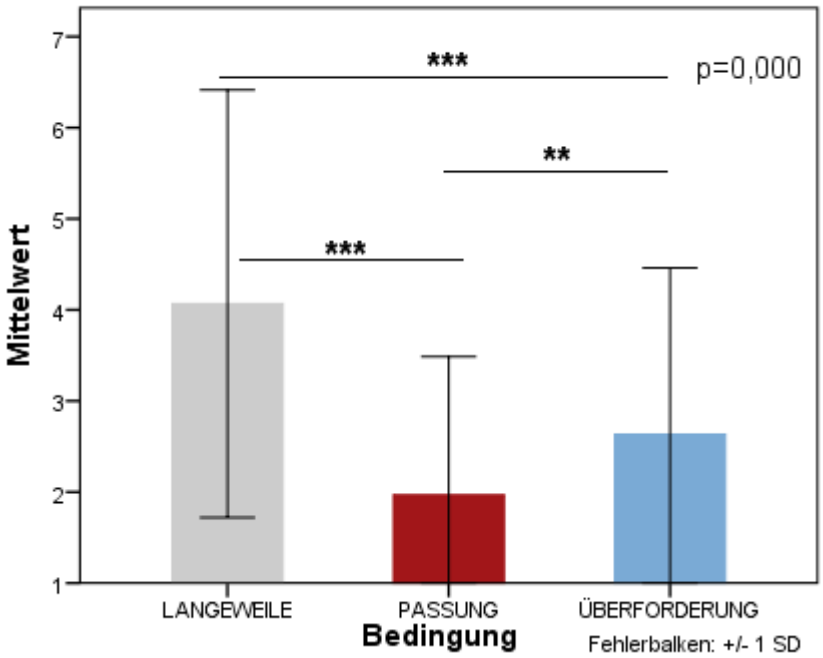


Abbildung 21: Skala Ernsthaftigkeit
Erfasst anhand des Flow-Fragebogens der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Werte geben Mittelwerte und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben. Signifikanzniveau: ***:p<0,001; **p<0,01: signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Gruppen

Bei der Ernsthaftigkeit, mit der sich die Probanden mit den Additionsaufgaben beschäftigt haben, stellten sich signifikante Unterschiede zwischen Langweile und Passung, zwischen Langweile und Überforderung, sowie zwischen Passung und Überforderung dar.

3.3.2 Psychometrie: STAI-I Fragebogen

Tabelle 11: Skalenwerte des STAI-I- (State-Angst & Trait-Angst, Laux et al. 1981) – Fragebogens im Vergleich von Langweile, Passung und Überforderung
Die Datenerhebung erfolgte anhand des Basisfragebogens, sowie der Follow-up Fragebögen 1-3 der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA.

Fragebogen	N	Langeweile		Passung		Überforderung		P
		MW	SD	MW	SD	MW	SD	
STAI-I	29	29,31	5,78	31,58	6,48	34,48	7,66	0,001

Tabelle 12: Darstellung der signifikanten Unterschiede zwischen Langeweile, Passung und Überforderung bezüglich der mit dem STAI-I (State-Angst & Trait-Angst, Laux et al. 1981) – Fragebogens erfassten situativen Ängstlichkeit
Die Datenerhebung erfolgte anhand des Basisfragebogens, sowie der Follow-up Fragebögen 1-3 der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Dargestellt sind die signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Bedingungen. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA, gefolgt von T-Test mit gepaarten Stichproben. Signifikanzniveau: $p<0,05$; $p<0,01$: signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen.

Bedingungspaare		P
Langeweile	Passung	0,027
Langeweile	Überforderung	0,001
Passung	Überforderung	0,008

Die situative Ängstlichkeit nahm von Langweile über Passung zu Überforderung zu, wobei sich nach der Bedingung Überforderung die höchste situative Ängstlichkeit zeigt.

3.3.3 Auswertung der erhobenen Laborparameter

Cortisol

Tabelle 13: **Vergleich der Mittelwerte von Cortisol zwischen den einzelnen Gruppen**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung des aktuellen Cortisol-Spiegels. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 29)		**Langeweile** (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n=30)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
Cortisol (µg/dl)	11,33	4,5	9,46	3,43	9,87	3,75	10,11	3,79

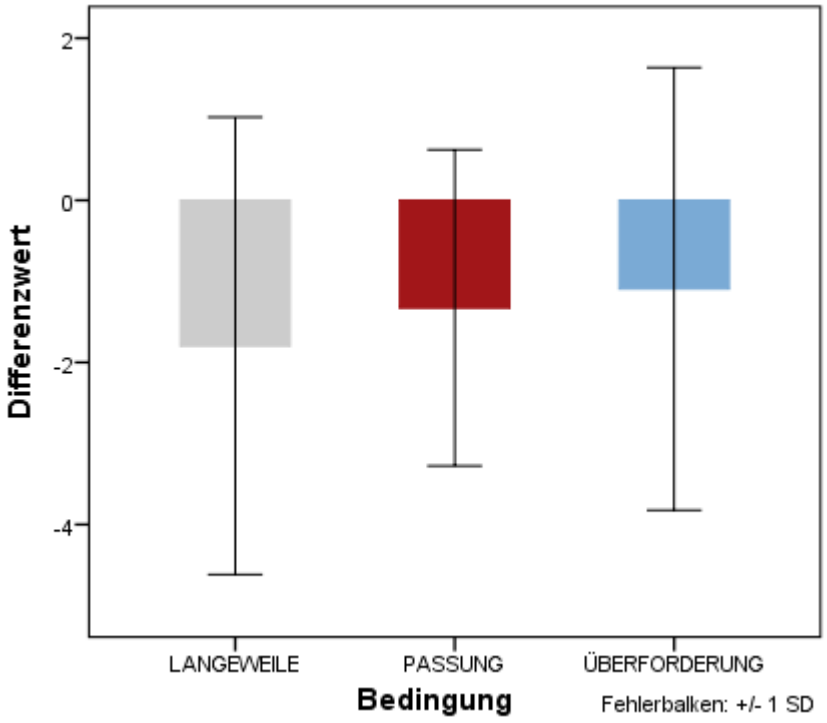


Abbildung 22: **Cortisol-Differenzwerte**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011 Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer, erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung des aktuellen Cortisol-Spiegels. Dargestellt sind die Differenzwerte (Berechnung über Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhewert). Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben.

Weder in den Mittelwertanalysen, noch in den Differenzwerten zeigten sich zwischen den Cortisolwerten von Langeweile, Passung und Überforderung signifikante Unterschiede.

ACTH

Tabelle 14: **Vergleich der Mittelwerte von ACTH zwischen den einzelnen Gruppen**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der ACTH (Adrenocortikotropes Hormon)-Konzentration. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 29)		**Langeweile** (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n= 30)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
ACTH (pg/ml)	19,15	10,25	16,13	6,47	18,29	8,23	20,48	10,71

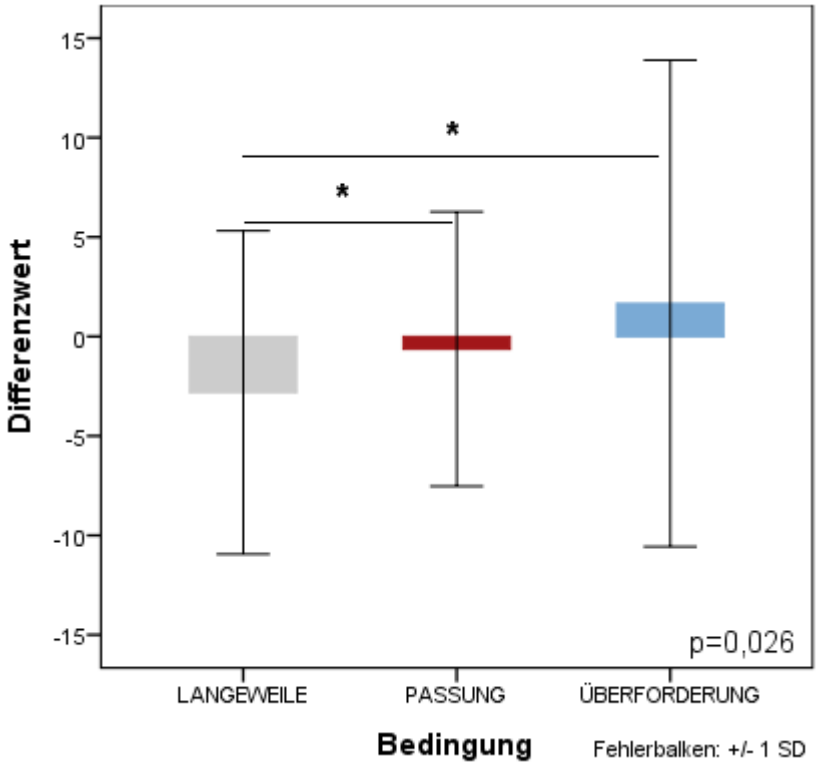


Abbildung 23: Vergleich der ACTH-Differenzwerte
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011 Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer, erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der ACTH (Adrenocortikotropes Hormon)-Konzentration. Dargestellt sind die Differenzwerte (Berechnung über Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhewert). Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben.

In der ACTH-Auswertung zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Langeweile und Passung (p=0,004) sowie zwischen Langeweile und Überforderung (p=0,009). Zwischen Passung und Überforderung ließen sich jedoch keine signifikanten Unterschiede nachweisen.

Katecholamine

In der Auswertung der Katecholamine ergaben sich in der Differenzanalyse keine signifikanten Unterschiede zwischen Langeweile, Passung und Überforderung. Allerdings

zeigten sich bei Noradrenalin mit p = 0,067 nahezu signifikante Effekte im Test der Innersubjekteffekte.

Es wurde zusätzlich ein Vergleich der Mittelwerte für Langeweile, Passung und Überforderung im allgemeinen linearen Modell durchgeführt, um die Bedingungen auf signifikante Unterschiede hin zu untersuchen. Auch hier zeigten sich im Bereich der Katecholamine (DHPG, L-DOPA, DOPAC, Dopamin, Adrenalin und Noradrenalin) keine signifikanten Unterschiede.

Adrenalin

Tabelle 15: **Vergleich der Mittelwerte von Adrenalin zwischen den einzelnen Gruppen**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der Adrenalin-Konzentration. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 30)		**Langeweile** (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n=30)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
Adrenalin (pg/ml)	188,39	151,87	172,49	97,49	180,3	92,17	159,74	72,52

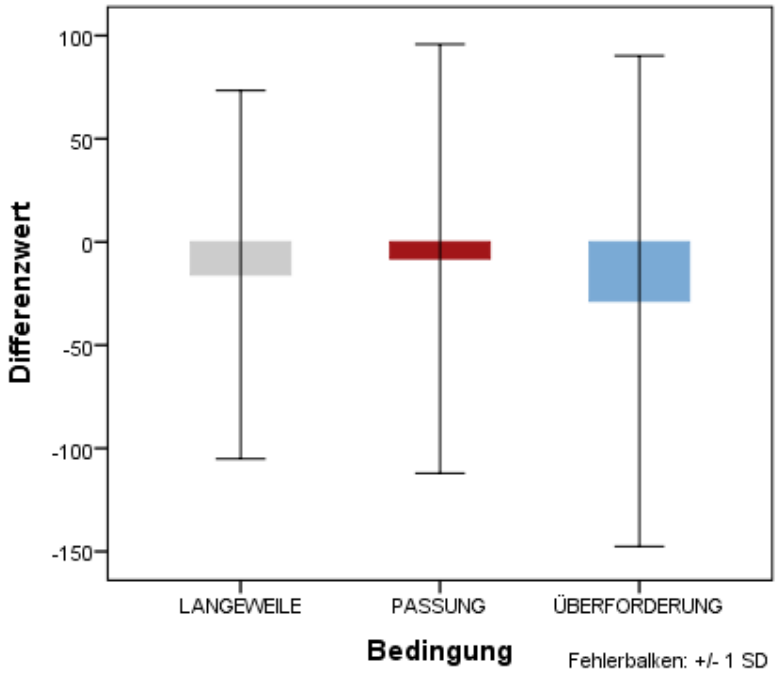


Abbildung 24: Vergleich der Adrenalin- Differenzwerte
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011 Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer, erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der Adrenalinkonzentration. Dargestellt sind die Differenzwerte (Berechnung über Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhewert). Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben.

Es zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede im Vergleich der Adrenalin-Differenzwerte.

Noradrenalin

Tabelle 16: **Vergleich der Mittelwerte von Noradrenalin zwischen den einzelnen Gruppen**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011 Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der Noradrenalin-Konzentration. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 30)		**Langeweile** (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n= 30)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
Noradrenalin (pg/ml)	495,08	196,68	530,54	226,77	507,44	214,03	483,9	171,01

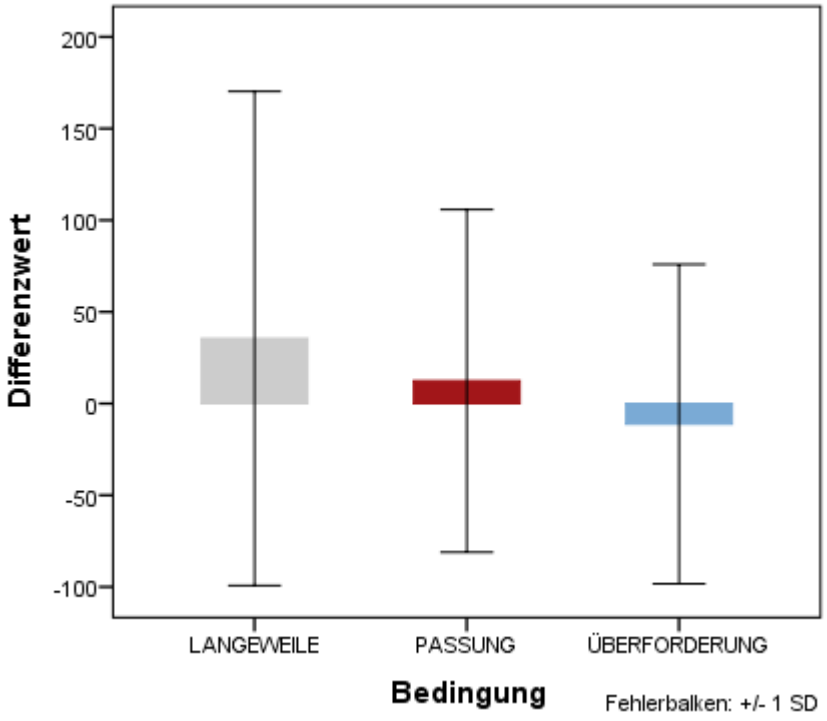


Abbildung 25: **Vergleich der Noradrenalin- Differenzwerte**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011 Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer, erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der Noradrenalin-Konzentration. Dargestellt sind die Differenzwerte (Berechnung über Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhewert). Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben.

Hier zeigt sich ein tendenziell signifikanter Unterschied zwischen der Langeweile- und der Überforderungsbedingung (p= 0,067), wobei Noradrenalin in der Überforderungsbedingung abfällt.

L-DOPA

Tabelle 17: **Vergleich der Mittelwerte von L-DOPA zwischen den einzelnen Gruppen**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der Konzentration von L-DOPA (Levodopa). Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 30)		**Langeweile** (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n= 30)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
L-DOPA (pg/ml)	2377,6	596,94	2455,41	863,66	2437,7	797,77	2364,21	719,940

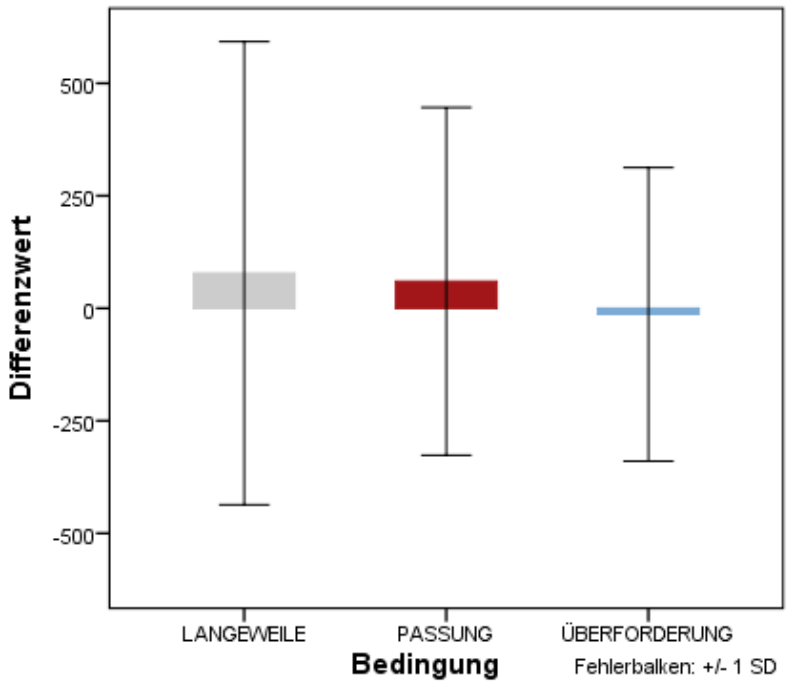


Abbildung 26: Vergleich der L DOPA- Differenzwerte
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer, erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der Konzentration von L-DOPA (Levodopa). Dargestellt sind die Differenzwerte (Berechnung über Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhewert). Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben.

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede bei L-DOPA zwischen den verschiedenen Bedingungen.

Dopamin

Tabelle 18: **Vergleich der Mittelwerte von Dopamin zwischen den einzelnen Gruppen**
Datenerhebung im Rahmen FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n=30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer , erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der Konzentration von Dopamin. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 30)		**Langeweile** (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n= 30)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
Dopamin (pg/ml)	11,26	8,75	12,43	16,63	9,85	9,14	9,4	8,33

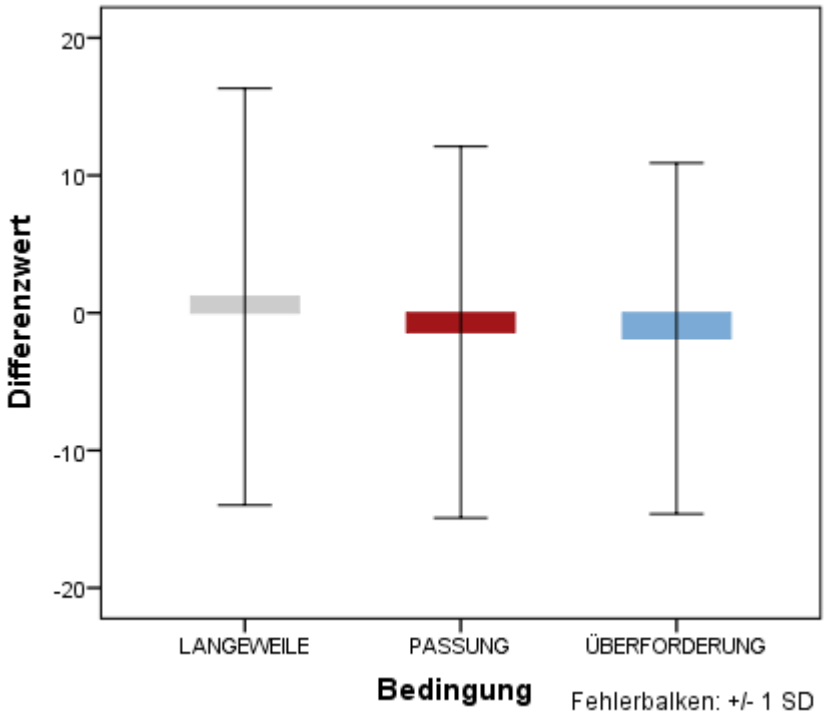


Abbildung 27: **Vergleich der Dopamin- Differenzwerte**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psycho logie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n=30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer, erfolgte eine Blutentnahme zur Bestimmung der Dopamin-Konzentration. Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, gefolgt von Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben.

DOPAC

Tabelle 19: **Vergleich der Mittelwerte von DOPAC zwischen den einzelnen Gruppen**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der DOPAC (3,4-Dihydroxyphenylacetic acid)- Konzentration. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 30)		**Langeweile** (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n= 30)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
DOPAC (mg/ml)	4921,84	6572,89	4518,72	4906,87	4636,94	6554,14	4369,76	5412,78

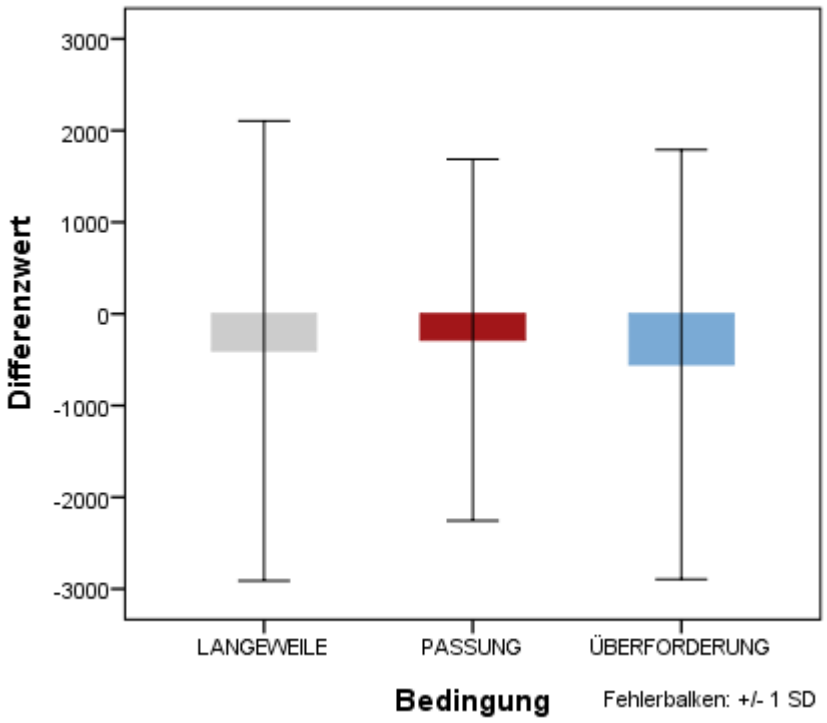


Abbildung 28: **Vergleich der DOPAC- Differenzwerte**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n= 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer, erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der DOPAC (3,4-Dihydroxyphenylacetic acid)-Konzentration. Dargestellt sind die Differenzwerte (Berechnung über Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhewert). Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben.

DHPG

Tabelle 20: **Vergleich der Mittelwerte von DHPG zwischen den einzelnen Gruppe**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011 Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der DHPG (3,4-Dihydroxyphenylethylglycol)-Konzentration. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 30)		**Langeweile** (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n= 30)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
DHPG (pg/ml)	10470,5	6936,96	11411,45	10975,27	10660,89	8553,67	11746,05	8888,64

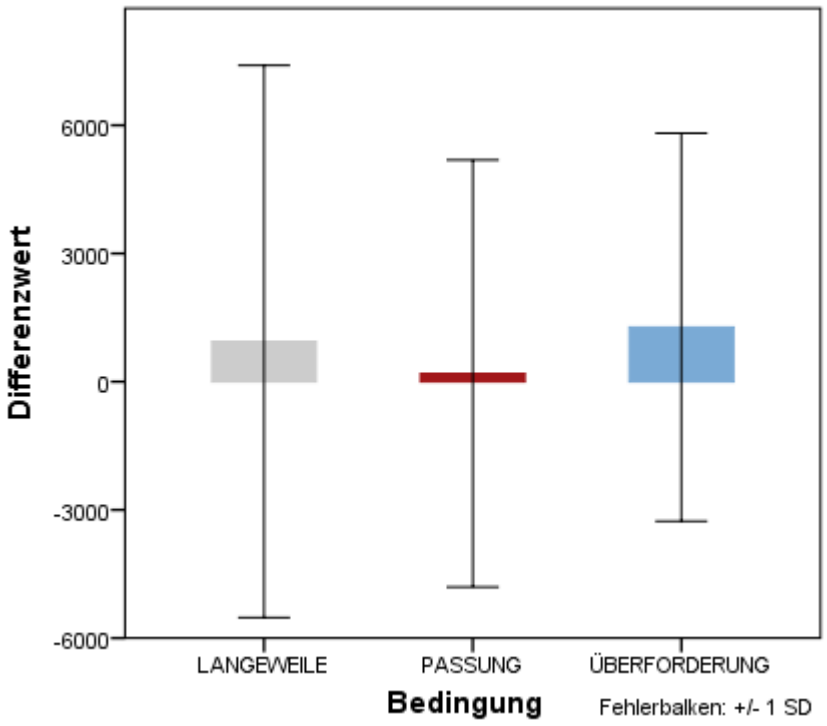


Abbildung 29: **Vergleich der DHPG- Differenzwerte**
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n=30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer, erfolgte jeweils eine Blutentnahme zur Bestimmung der DHPG (3,4-Dihydroxyphenylethylglycol)-Konzentration. Dargestellt sind die Differenzwerte (Berechnung über Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhewert). Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben.

Es fanden sich bei L-DOPA, Dopamin, DOPAC und DHPG keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Bedingungen.

3.3.4 Psychovegetative Parameter

Blutdruck

Tabelle 21: Vergleich der Blutdruck-Differenzwerte für systolischen und diastolischen Blutdruck

Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer erfolgte jeweils eine Blutdruckmessung (RR = Blutdruck). Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung über Bildung der Differenzwerte (Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhewert), gefolgt von einer einfaktoriellen ANOVA.

	Langeweile (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n= 30)		**P**
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	
RR systolisch	4,5	18,54	6,9	16,11	5,5	17,76	n.s.
RR diastolisch	0,7	14,23	51,27	15,82	49,87	18,37	0,000

Tabelle 22: Differenzierte Darstellung der signifikanten Unterschiede (p-Werte) der Differenzwerte des diastolischen Blutdrucks

Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer, erfolgte jeweils eine Blutdruckmessung. Dargestellt sind die signifikanten Unterschiede der Differenzwerte (Berechnung über Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhewert) des diastolischen Blutdrucks.
Statistische Berechnung über einfaktorielle Varianzanalyse, Varianzanalyse mit Messwiederholung und T-Test mit gepaarten Stichproben. Signifikanzniveau: p<0,001 signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Gruppen.

Bedingungspaare		**P**
Langeweile	Passung	0,000
Langeweile	Überforderung	0,000
Passung	Überforderung	n. s.

Tabelle 23: Deskriptive Ergebnisse des mittleren arteriellen Blutdrucks (MAD)

Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Nach einer 30 minütigen Ruhephase, sowie nach durchlaufener Testphase von Langeweile, Passung und Überforderung am Computer erfolgte jeweils eine Blutdruckmessung. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) des berechneten mittleren arteriellen Blutdrucks (MAD) an.
Statistische Berechnung über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 30)		**Langeweile** (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n= 30)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
MAD	92,29	13,52	94,26	13,05	96,17	12,77	95,54	14,33

Bei der Berechnung des Differenzwertes für den systolischen und diastolischen Blutdruck zeigte der diastolische Blutdruck einen signifikanten Unterschied zwischen Langeweile und Passung, sowie zwischen Langeweile und Überforderung.

In der Berechnung des mittleren arteriellen Blutdrucks zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Langeweile, Passung und Überforderung.

Puls

Tabelle 24: Deskriptive Auswertung der gemessenen Pulswerte
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Herzfrequenz wurde durchgehend aufgezeichnet und entsprechende Bedingung (Ruhe, Langeweile, Passung, Überforderung) markiert. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung der jeweiligen Bedingung erfolgte nach Extraktion der Daten aus dem Nexus 10 und Segmentierung der Daten (Zuordnung zu jeweiliger Bedingung) über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 30)		**Langeweile** (n= 30)		**Passung** (n= 30)		**Überforderung** (n= 30)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
Puls	61,73	8,01	59,4	8,19	60,23	8,62	60,8	9,11

In der weiteren Auswertung wurden die ermittelten Pulswerte auf signifikante Unterschiede zwischen Langeweile, Passung und Überforderung hin untersucht. In der Differenzanalyse (Bildung der Differenz von Langeweile, Passung und Überforderung zum Ruhepuls) fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Bedingungen.

In einem zweiten Schritt wurde auf Basis der ermittelten Mittelwerte, ein T-Test mit gepaarten Stichproben durchgeführt. Hier zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem Puls in Ruhe und dem Puls in der Langeweile-Bedingung ($p= 0,036$). Der Puls nahm hier bei Langeweile ab, war also in der Ruhephase noch höher als in der Bedingung Langeweile.

Herzratenvariabilität (HRV)

Tabelle 25: Auswertung der HRV-Parameter bezüglich Signifikanzen zwischen Langeweile, Passung und Überforderung

Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Während der Studie wurde fortlaufend ein EKG aufgezeichnet und die jeweiligen Bedingungen Ruhe, Langeweile und Überforderung markiert. Die Daten konnten im Anschluss aus dem Nexus 10 als HRV (=Herzratenvariabilität) exportiert und in die entsprechenden Bedingungen Langeweile (LAN), Passung (PASS) und Überforderung (ÜBE)segmentiert werden. Im Anschluss erfolgte die Berechnung der entsprechenden HRV-Parameter über Kubios Version 2.0. Dargestellt sind Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzwert (p). Die Statistische Berechnung erfolgte über eine einfaktorielle ANOVA.

HRV-Parameter: RMSSD = Quadratwurzel der mittleren quadratischen Abwei chung aufeinander folgender NNs, NN50 = Anzahl an Paaren aufeinanderfolgen der NNs, die sich um mehr als 50 ms unterscheiden; pNN50 = Prozentsatz aufei-nanderfolgender RR-Intervalle (NN50), die sich um mehr als 50 ms voneinander unterscheiden; LF_PEAK_FFT = Low Frequency Peak berechnet mit Welch's periodogram method (FFT spectrum; FFT= Fast- Fourier-Transformation); HF_PEAK_FFT = High Frequency Peak berechnet mit Welch's periodogram method (FFT spectrum; FFT= Fast- Fourier-Transformation); LF_HF_RATIO_AR = Quotient aus low/high Frequency, AR-Spektrum (AR= autoregressive modeling based method); NN = NN (= normal to normal): Abstand zweier Herzschläge in Millisekunden

	RMSSD				**NN50**				**pNN50**			
	N	**MW**	**SD**	**p**	**N**	**MW**	**SD**	**p**	**N**	**MW**	**SD**	**P**
LAN	28	22,09	17,19	n.s.	22	21,82	30,88	n.s.	22	4,82	7,53	n.s.
PASS	28	22,49	18,18		20	22,85	23,54		20	5,05	4,93	
ÜBE	28	24,19	26,72		22	22,18	34,7		22	5,89	10,48	
	LF_PEAK_FFT				**HF_PEAK_FFT**				**LF_HF_RATIO_AR**			
	N	**MW**	**SD**	**p**	**N**	**MW**	**SD**	**P**	**N**	**MW**	**SD**	**P**
LAN	28	0,06	0,02	n.s.	28	0,2	0,04	n.s.	28	6,59	8,8	n.s.
PASS	28	0,06	0,02		28	0,19	0,04		28	10,57	19,75	
ÜBE	26	0,07	0,02		26	0,19	0,03		26	7,54	7,78	

In der Analyse der HRV-Daten ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Langeweile, Passung und Überforderung.

Temperatur

Tabelle 26: Übersicht über ermittelte Temperaturwerte
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, 6 Probanden wurden bei fehlerhafter Aufzeichnung von der Auswertung ausgeschlossen, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Temperatur wurde während des kompletten Experimentes aufgezeichnet, sowie entsprechende Bedingungen markiert. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung der jeweiligen Bedingung erfolgte nach Segmentierung der Daten über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 19)		**Langeweile** (n= 19)		**Passung** (n= 19)		**Überforderung** (n= 19)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
Temperatur	31,81	4,37	30,66	4,23	30,45	4,01	30,06	3,55

Zwischen Langeweile, Passung und Überforderung ließen sich keine signifikanten Unterschiede nachweisen.

Hautleitfähigkeit

Tabelle 27: Übersicht über ermittelte Hautleitfähigkeit
Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, 5 Probandenwurde wegen fehlerhafter Aufzeichnung bei einzelnen Bedingungen ausgeschlossen, Erhebungszeitraum 03-12/2011 Die Temperaturwurde während des kompletten Experimentes aufgezeichnet, sowie entsprechende Bedingungen markiert. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung der jeweiligen Bedingung erfolgte nach Segmentierung der Daten über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 26)		**Langeweile** (n= 25)		**Passung** (n= 26)		**Überforderung** (n=26)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
Temperatur	2,1	1,65	2,7	1,59	3,09	2,37	2,95	1,92

Der Mittelwert der Hautleitfähigkeit ist in der Ruhebedingung am kleinsten und in der Passungs-Bedingung am größten. Signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Bedingungen ließen sich allerdings nicht nachweisen.

Atmung

Tabelle 28: Übersicht über ermittelte Atemfrequenz

Datenerhebung im Rahmen der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie), n = 30, 4 bzw. 5 Probandenwurde wegen fehlerhafter Aufzeichnung bei einzelnen Bedingungen ausgeschlossen, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Die Atemaktivität wurde während des kompletten Experimentes aufgezeichnet, sowie entsprechende Bedingungen markiert. Die Werte geben Mittelwerte (MW) und Standardabweichung (SD) an. Statistische Berechnung der jeweiligen Bedingung erfolgte nach Segmentierung der Daten über eine einfaktorielle ANOVA.

	Ruhe (n= 26)		**Langeweile** (n= 25)		**Passung** (n= 26)		**Überforderung** (n=26)	
	MW	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**	**MW**	**SD**
Atemfrequenz	15,67	1,75	15,33	1,85	17,44	1,9	14,76	1,6

Zwischen den einzelnen Bedingungen fanden sich keine signifikanten Unterschiede.

4 Diskussion

Für die Erstellung dieser Dissertation wurde die FLiPP-Studie an gesunden Probanden am Universitätsklinikum Ulm etabliert. Erstmals wurden der Flow- Test bei einer älteren Probandengruppe durchgeführt und zudem Hormonkonzentrationen aus gewonnenen Blutproben ermittelt, um die Auswirkungen des Experiments auf hormoneller Ebene zu erfassen. Da bereits umfangreiche Arbeiten (Keller et al. 2010) vorliegen, die Stressreaktionen und mentale Belastung im Rahmen von Flow-Erleben nachweisen, wurden in dieser Arbeit schwerpunktmäßig dem Flow-Erleben zugrunde liegende psychovegetativ-hormonelle Prozesse untersucht.

Im Rahmen des Diskussionsteils werden zunächst die Ergebnisse der Untersuchung und deren Interpretation zusammenfassend dargestellt, mit bereits bestehenden Arbeiten im Bereich der Flow-Forschung (Keller et al. 2010), (Rheinberg et al. 2003), (Engeser u. Rheinberg 2008) verglichen, diskutiert und abschließend dem Flow- Konzept von Csikszentmihalyi gegenübergestellt. Es soll darauf eingegangen werden, ob Flow-Erleben mit Stressempfinden verbunden ist, wobei in diesem Kontext die konstruktiven und kritischen Aspekte dieses Modells und Anwendungsbereiche diskutiert werden sollen.

Im Experiment durchliefen die Probanden drei verschiedene Bedingungen: die Langeweile-Bedingung, die Passungs-Bedingung (diese führt bei einer gelungenen Intervention zu Flow-Erleben) und die Überforderungs-Bedingung. Wird von Flow-Erleben gesprochen, so setzt dies stets eine gelungene Passungssituation voraus.

4.1 Flow- Fragebogen: kann unter experimentellen Bedingungen bei älteren Probanden Flow erzeugt werden?

Die Ergebnisse des Flow-Fragebogens bestätigen die Hypothese, dass bei älteren Probanden in einer gelungenen experimentellen Passungssituation Flow-Erleben ausgelöst werden kann. So zeigte die hierfür wichtigste Skala, die des Flow-Erlebens,

welche typische Komponenten des Flow-Zustandes erfasst, in der Passungs-Bedingung signifikant höhere Werte als in der Langeweile-Bedingung. Flow ist eine stufenlose Variable, die die empirische Qualität eines Flow-Erlebens erfasst (de Manzano et al. 2010). Höhere Werte in der Passungs-Bedingung sprechen daher für das Auftreten von Flow in dieser Bedingung. Während die Ergebnisse von Langeweile- und Überforderungs-Bedingung ebenfalls signifikant waren, zeigte sich zwischen Passungs- und Überforderungs-Bedingung kein signifikanter Unterschied. Das Flow-Erleben wird demnach ähnlich bewertet, wie eine Überforderungs-Bedingung. Dieses Ergebnis kann bereits als Hinweis auf damit verbundenes Stresserleben im Flow gewertet werden.
Darüber hinaus erfasste der Fragebogen weitere spezifische Komponenten des Flow-Erlebens. Auch diese Ergebnisse legen eine gelungene Intervention dar und sollen hier diskutiert werden.

Skala Passung

Die empfundene Passung, die als wichtige Randbedingung und gute Voraussetzung für das Auftreten von Flow- Erleben (Keller u. Landhäußer 2011) gilt, war erwartungsgemäß in der Passungs-Bedingung am größten, in den beiden anderen Bedingungen (Langeweile und Überforderung) dagegen wesentlich geringer. Hier zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen Langweile und Passung, sowie zwischen Passung und Überforderung. Diese Ergebnisse decken sich gut mit bisherigen Studien und untermauern die Annahme, dass die Passung eine essentielle Randbedingung für Flow-Erleben ist (Keller u. Bless 2008).

Skala Anforderung

Auch in der Anforderungsskala zeigten sich zwischen allen drei Bedingungen signifikante Unterschiede. Dies entspricht einer wichtigen Voraussetzung für Flow: die Anforderung ist bei Langeweile wesentlich geringer als die Fähigkeiten, bei Überforderung wesentlich höher und bei Flow den Fähigkeiten entsprechend, was dann wiederum als Passung bezeichnet wird (Keller u. Landhäußer 2011).

Reduzierte Selbstwahrnehmung

Die reduzierte Selbstwahrnehmung (reduced self-consciousness) sollte in der Passungs-Bedingung am höchsten sein. Hier zeigten sich hohe Werte, sowohl für die Passungs-Bedingung, als auch für die Überforderungs-Bedingung, sowie erwartungsgemäß niedrige Werte für die Langeweile-Bedingung. Der geringe Unterschied zwischen Überforderung und Passung entspricht zwar nicht dem erwarteten Ergebnis, kann aber dadurch erklärt werden, dass die Versuchspersonen in der Überforderungs-Bedingung ebenfalls sehr stark auf die Aufgabe fokussiert waren und um sich herum weniger wahrgenommen haben. Kritisch bleibt zu hinterfragen, inwieweit sich ein Teil der Versuchspersonen auch in der Überforderungs-Bedingung noch in einem Flow Zustand befand. Die Intervention zeigt sich hier, mit einer deutlich reduzierten Selbstwahrnehmung in der Passungs-Situation, gelungen.

Skala Kontrolle

In der Skala Kontrolle zeigten sich erwartungsgemäß hohe Werte für Langeweile und Passung, sowie signifikante Unterschiede zwischen allen drei Bedingungen. Ausgeprägtes Kontrollempfinden gehört zu den Komponenten des Flow-Erlebens. Da die empfundene Kontrolle aber auch in der Langeweile-Bedingung sehr hoch ist, muss diese immer separat betrachtet werden.

Skala Stimmung

In dieser Studie konnten bei gelungener Passungs-Bedingung keine Effekte von Flow auf die Stimmung nachgewiesen werden. Csikszentmihalyi spricht hier von, „elements of enjoyment“. Die Freude, die eine Tätigkeit bereitet, liegt in der Tätigkeit selbst, welche damit intrinsisch motivierend wirkt (Csikszentmihalyi 2008). In experimentellen Analysen des Flow-Zustandes gab es hier bisher unterschiedliche Ergebnisse bezüglich Auswirkungen auf die Stimmung. So zeigten Keller und Bless 2008, dass bei der Untersuchung von Flow mittels des Tetris-Paradigmas in einem between-design die Komponente Involviertheit und Freude im adaptiven Modus, also in der Passungs-Bedingung, am höchsten war. Andere Arbeiten, die sich ebenfalls des Tetris-Paradigmas bedienten, weisen dagegen keinen Einfluss von Flow auf die Stimmung auf (Keller et al.

2011) (Keller et al. 2010). Folglich kann der fehlende Einfluss auf die Stimmung auch nicht durch das hier

eingesetzte Paradigma, eine potentiell aversiv besetzte Tätigkeit (Kopfrechnen), erklärt werden. Fraglich ist dennoch, ob Einflüsse auf die Stimmung in einem experimentellen Setting detektiert werden können, oder primär bei Tätigkeiten auftreten, die eine Person frei wählt. Darüber hinaus stellt sich die Frage, ob Flow-Erlebnisse immer mit positivem Effekt auf die Stimmung verknüpft sind. Von Csikszentmihalyi gibt es hierzu verschiedene und teils widersprüchliche Aussagen. Ihm zufolge erleben viele Menschen den Flow-Effekt zwar als angenehm und erleben eine Freude an der Tätigkeit, dennoch muss Flow nicht zugleich mit einem Glücksgefühl verknüpft sein (Csikszentmihalyi 2004), auch wenn sich die Verknüpfung von Flow und Glücksgefühl, größter Freude und optimaler Erfahrung deutlich aus seinen Büchern ergibt (Csikszentmihalyi 2010). Kommt es im Zusammenhang mit Flow-Erlebnissen zu Glücksgefühlen, so treten sie typischerweise erst nach dem Flow auf (Aellig 2004). Zudem würde man, ausgehend davon, dass Flow-Erleben zu positivem Stress führt, einen Effekt auf die Stimmung erwarten, wie schon postuliert von Keller et al. 2010.

In dieser Studie konnte nachgewiesen werden, dass Flow in einer Passungs-Bedingung zwar auftritt, sich aber gleichzeitig kein Effekt auf die Stimmung detektieren lässt. Dieses Ergebnis wirft die Frage auf, ob es möglicherweise verschiedene Arten von Flow gibt. Flow-Erlebnisse die mit einem Glücksgefühl verbunden sind und Flow-Erlebnisse, die die Stimmung unbeeinflusst lassen. Fraglich ist auch, ob in einem vorgegebenen Paradigma Auswirkungen von Flow auf die Stimmung wirklich suffizient gemessen werden können. Schließlich ist diese Tätigkeit nicht frei durch die jeweilige Versuchsperson messbar und potentiell aversiv besetzt. Demgegenüber stehen die Erhebungen durch die Experienced Sampling Method, die zwar bereits erwähnte Schwächen aufweist, aber im Gegensatz zu den experimentellen Paradigmen zufällige und frei gewählte Tätigkeiten erfasst und somit einen Einfluss auf die Stimmung und potentielle Glücksgefühle besser detektieren kann.

Skala Stress

Hier zeigte sich eine Steigerung des Stressempfindens von Langeweile über Passung zu Überforderung. Damit konnte gezeigt werden, dass Flow zu einem gesteigerten Stressempfinden führen kann. Hier finden sich signifikante Unterschiede im Stresserleben

zwischen Langeweile und Flow, sowie Langeweile und Überforderung. Das Stressempfinden in der Flow- und der Überforderung-Bedingung ist dagegen ähnlich hoch, was zusätzlich für ein Stressempfinden in der Flow-Bedingung spricht.

Skala Zeiterleben

In Bezug auf das Zeiterleben zeigten sich hohe Werte für Langeweile und niedrigere Werte für die Passungs-Bedingung und Überforderung. In der Überforderungs-Bedingung könnte man hier auch höhere Werte erwarten, aber ähnlich wie bei reduzierter Selbstwahrnehmung lassen sich die Werte durch eine starke Konzentration der Probanden auf die Aufgaben und damit reduziertem Zeitgefühl erklären.

In Bezug auf das Zeiterleben finden sich signifikante Unterschiede zwischen Langeweile und Flow, sowie zwischen Langeweile und Überforderung. Wie erwartet, gaben Personen in der Passungs-Bedingung ein kürzeres Zeitempfinden an, als in Langeweile und ein zumindest minimal kürzeres, als in Überforderung. Die Durchführung einer Aufgabe in der Passungs-Bedingung führt demnach zu einem Gefühl von schneller vorübergehender Zeit. Dieses Ergebnis untermauert das Flow-Konzept als Konzept der intrinsischen Motivation. So konnten vorausgegangene Arbeiten, basierend auf der Experience sampling method darlegen, dass eine höhere intrinsische Motivation zugleich mit einem kürzeren Zeitempfinden zusammenhängt (Conti 2001) (Keller u. Blomann 2008). Mit Resultaten bisheriger Studien (Keller u. Bless 2008) stimmt dieses Ergebnis allerdings nur eingeschränkt überein. So findet sich wider Erwarten ein kürzeres Zeitempfinden in der Überforderungs-Bedingung. Dieser Punkt kann ähnlich dem Punkt reduzierte Selbstwahrnehmung durch eine hohe Konzentration und dadurch verkürztes Zeitempfinden erklärt werden.

Skala Ernsthaftigkeit

Mit dieser Skala sollte überprüft werden, ob die Probanden im Verlauf einer Bedingung aufgehört haben, sich ernsthaft mit den Additionsaufgaben zu beschäftigen. Die hier aufgezeigten Ergebnisse zeigen eine gelungene Intervention mit erwartungsgemäß hohen Werten in der Langeweile-Bedingung und im Vergleich niedrigsten Werten in der Passungs-Bedingung.

Die hier dargestellten Ergebnisse belegen die Hypothese, dass Flow- Erleben bei älteren Probanden unter experimentell kontrollierbaren Bedingungen erfolgreich mit dem Mathematik-Paradigma nach Keller et al. (2011) ausgelöst werden kann. Hervorzuheben ist, dass hier eine potentiell aversiv belegte Tätigkeit (Kopfrechnen) sich als valides Mittel in der Flow-Forschung erwies und damit die Bedeutung einer Passung unterstreicht. Die Manipulation der drei Bedingungen war erfolgreich, wenn man die Werte des Flow-Index über die drei Phasen hinweg vergleicht. Es zeigten sich signifikante Effekte sowohl in den Komponenten, als auch den Randbedingungen des Flow-Erlebens. Interessant ist darüber hinaus die Beobachtung, dass die Bedingungen Passung und Überforderung in drei Skalen (reduzierte Selbstwahrnehmung, Stresserleben und Zeiterleben) ähnlich hohe Werte aufweisen.

4.2. Was passiert während des Flow- Erlebens inklusive Überforderung und Langeweile auf vegetativer und hormoneller Ebene bei gesunden, älteren (40-75-jährigen) Probanden

Die vorliegende Arbeit erweitert die bisherige Flow-Forschung um Aspekte der hormonellen und psychovegetativen Reaktionen während des Erlebens eines Flow-Zustandes. Erhaltene Ergebnisse werden nachfolgend diskutiert und interpretiert. Ferner werden methodische Schwierigkeiten und Lösungsansätze der Arbeit dargestellt.

4.2.1. SAM-Achse

Es zeigten sich keine signifikanten Veränderungen innerhalb der Gruppe der Katecholamine (DHPG, L-DOPA, DOPAC, Dopamin, Adrenalin und Noradrenalin). Lediglich für die Noradrenalin-Konzentration findet sich ein tendenziell signifikanter Effekt ($p=0,067$) für den Vergleich zwischen Langeweile- und Überforderungs-Bedingung. Hier zeigt sich allerdings paradoxerweise eine Abnahme der Noradrenalin-Konzentration in der Überforderungs-Bedingung, im Vergleich zur Langeweile-Bedingung. Auch der Mittelwert in der Ruhe-Bedingung ist höher als der in der Überforderungs-Bedingung. Ob dies durch einen erhöhten Stress vor dem Beginn des eigentlichen Experimentes, oder durch eine

Abnahme der Konzentration in der Überforderungsbedingung verursacht wird bleibt hier unklar.

Bezüglich des diastolischen Blutdruckwertes zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen der Langeweile-Bedingung mit Passung bzw. Überforderung. Da die Blutdruckregulation u.a. über die SAM-Achse vermittelt wird, könnte hier eine geringfügige Mitaktivierung dieser Achse vermutet werden. In Anbetracht der fehlenden Effekte auf untersuchte Katecholamine erscheint eine generelle Aktivierung allerdings unwahrscheinlich. Die Effekte auf den diastolischen Blutdruck werden hier im Rahmen der HPA-Achsen-Aktivierung gesehen.

Die kurzfristige SAM-Achse spricht demnach nicht auf Passungsstress während des Flow-Erlebens an.

4.2.2. HPA-Achse

Die Ergebnisse der ACTH-Konzentrationen während der FLiPP-Studie ergaben signifikante Unterschiede zwischen den Bedingungen Langeweile und Passung, sowie zwischen Langeweile und Überforderung. Bei der ACTH-Konzentration zwischen der Passungs- und der Überforderungs-Bedingung fanden sich keine signifikanten Unterschiede, wobei der Mittelwert in Überforderung über dem der Passung lag. Dies lässt darauf schließen, dass sowohl eine Passungssituation mit Flow-Erleben, als auch Überforderung unter mentaler Stressbelastung bei gesunden Probanden die HPA-Achse aktivieren. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass in der Studie von Keller et al. (2011) sich ein ähnliches Reaktionsmuster bei Cortisol zeigte, wie in dieser Studie bei ACTH: hohe Cortisolspiegel in der Fit- und Überforderungs-Bedingung und niedrige Cortisollevel in der Langeweile-Bedingung. Hiermit konnte erstmals eine direkte Aktivierung der HPA-Achse mittels ACTH-Anstiegs im Serum im Rahmen der Passungs-Bedingung belegt werden. Interessant ist darüber hinaus ein nur geringfügig höherer Anstieg in der Überforderungs-Bedingung, von der angenommen wird, dass sie bei den Probanden ein Stresserleben auslöst. Das Erleben einer Passung ist also assoziiert mit der Aktivierung einer physiologischen Stresshormonachse.

Im Gegensatz zu bisherigen Ergebnissen von Keller et al. (2011), die im Zusammenhang mit Flow-Erlebnissen erhöhte Speichel-Cortisolwerte fanden, zeigte in Bezug auf das Serum-Cortisol keine signifikanten Effekte.

Vergleicht man dieses Ergebnis mit Studien des Stresstests TSST, dann finden sich beim TSST höchste Cortisolkonzentrationen bei Gesunden direkt nach dem Test, der allerdings im Gegensatz zur FLiPP-Studie (8 min), ganze 20min dauerte (Kirschbaum et al. 1993). Hier stellt sich eine methodologische Schwierigkeit im Versuchsaufbau dar. Während ACTH eine relativ kurze Halbwertszeit (8-14 min) hat, nur über eine geringe Plasmastabilität verfügt und daher eine zeitnahe Blutentnahme und schnelle Verarbeitung erfordert (Thomas et al. 2007), hat Cortisol eine wesentlich längere Halbwertszeit (ca. 66 min) und einen Peak im Serum erst nach 15-30 min (Wood et al. 1997); (de Kloet 2005). Einen Grund für den fehlenden Effekt auf Serumcortisol stellt daher möglicherweise der hier gewählte Messzeitpunkt dar, der sich immer direkt an die 8-minütige Testphase in den Bedingungen Langeweile, Passung und Überforderung anschließt. Diese Annahme wird durch eine kleine Studie zum TSST, die in denselben Räumlichkeiten und unter ähnlichen Bedingungen stattfand bestätigt. Hier fand sich nach Stressintervention ein eher langsamerer Cortisolanstieg, mit höchster Konzentration erst 5 Minuten nach dem TSST (Krause 2011).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das hier angewandte Setting, aufgrund der kurzen Messabstände nicht geeignet ist, signifikante Unterschiede von Cortisol im Serum zu detektieren. Zudem besteht die Gefahr, Mischwerte aus den verschiedenen Versuchsabschnitten zu generieren. Neben größeren Messabständen ist daher eine zusätzliche Messung des Cortisols im Speichel für weitere Studien dringend zu empfehlen. Zwar ist die Konzentration an Speichelkortison niedriger als die Konzentration an freiem Cortisol im Serum und zeigt sich anfälliger für Schwankungen im Rahmen der zirkadianen Rhythmik, hat aber den Vorteil, deutlich sensitiver auf eine Stimulation durch ACTH zu reagieren. (Bieger 2014); (Trifonova et al. 2013)

Der signifikante ACTH-Anstieg in der Passungs- und der Überforderungs-Bedingung legt zwar einen konsekutiven Anstieg von Cortisol nahe, konnte im Rahmen dieser Studie aber nicht eindeutig belegt werden.

4.2.3. Psychovegetative Parameter

Es zeigten sich signifikante Unterschiede beim diastolischen Blutdruck zwischen Langeweile und Flow, sowie zwischen Langeweile und Überforderung, wobei der diastolische Blutdruck in der Passungs- und Überforderungs-Bedingung signifikant höher war als in der Langeweile-Bedingung.

In der Berechnung des mittleren arteriellen Blutdrucks zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Langeweile, Passung und Überforderung.

Auch hier zeigte sich folglich wieder ein ähnliches Muster, wie bei ACTH, nämlich Unterschiede zur Langeweile-Bedingung, aber keine Unterschiede zwischen der Passungs- und der Überforderungs-Bedingung.

Blutdruckanstiege auf mentalen Stress sind gut berichtet (Hjortskov et al. 2004); (Mazurek et al. 2010). Bedenkt man, dass zudem Rechnen unter Zeitdruck ein bekannter Stressor ist (Lederbogen u. Ströhle, 2012), ist hier lediglich ein moderater, mentaler Stress anzunehmen. Warum ein alleiniger Effekt auf den diastolischen Wert beobachtet wird und wie er letztendlich zu bewerten ist, bleibt unklar und sollte in folgenden Studien weiter untersucht werden. Vergleichbare Studien zeigen im Rahmen von Blutdruck und mentalem Stress einen deutlichen Einfluss von mentalem Stress auf Systole und Diastole, oder teilweise sogar einen wesentlich stärkeren Einfluss auf den systolischen Blutdruckwert (Hjortskov et al. 2004); (Carroll et al. 2001). Dies stellt sich hier mit alleinigem Effekt auf die Diastole anders dar. Positiv zu bemerken bleibt, dass diastolische Blutdruckanstiege infolge von mentalem Stress ein geringeres Risiko für eine spätere Hypertonie bergen als systolische Blutdruckanstiege (Carroll et al. 2001).

In dieser Studie konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Versuchsbedingungen in Bezug auf HRV, Temperatur, Hautleitfähigkeit und Atmung nachgewiesen werden.

Bezüglich Temperatur, Hautleitfähigkeit und Atmung wird auf Basis der gesamten Ergebnisse davon ausgegangen, dass zwar eine Stressreaktion stattgefunden hat, allerdings scheint diese nicht umfangreich genug zu sein, um signifikante Unterschiede zu provozieren. Dies kann ggf. auch auf die Größe der Stichprobe (30 Probanden) zurück zu führen zu sein.

Jedoch überrascht ein fehlender Effekt auf die HRV. So wurden in einer ähnlichen Studie von Keller et al. 2011, die sich ebenfalls eines within-designs bediente, signifikante Unterschiede der HRV zwischen der Langeweile-Bedingung und der Passungs-Bedingung aufgezeigt. Wobei sich die HRV in der Langeweile-Bedingung am niedrigsten und in der Überforderungs-Bedingung am höchsten zeigte. Der Messzeitraum der Studien unterscheidet sich kaum (5 min versus in der hier vorliegenden Studie 8 min). Im Gegensatz zu dem in der Studie von Keller et al. 2011 verwendeten Wissens-Paradigma, wurde in der hier vorliegenden Studie aus bereits beschriebenen Gründen das Kopfrechen-Paradigma verwendet. Zusätzlich zu dem von Keller et al. 2011 verwendeten HRV-Parameter RMSSD wurden ergänzende HRV-Parameter untersucht, was einen Vergleich der Studien gut ermöglicht. Der einzige Unterschied neben der Paradigmenwahl findet sich in der Reihenfolge des Versuchsablaufs. Während bei Keller et al. 2011 Langeweile, Passung und Überforderung nacheinander durchlaufen wurden, gibt es in der hier vorliegenden Studie drei unterschiedliche Testversionen, die eine jeweils unterschiedliche Reihenfolge der einzelnen Versuchsbedingungen beinhalten. Es besteht die Möglichkeit, dass eine Versuchsperson, die vor der Passungs-Bedingung die Überforderungs-Bedingung durchlaufen hat, diese anders wahrnimmt, als eine Versuchsperson, die mit der Langeweile-Bedingung gestartet hat. Daher können Effekte der Reihenfolge auf den empfundenen mentalen Stress und damit auf die gemessene HRV nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden, auch wenn sich statistisch keine Reihenfolgeeffekte nachweisen ließen. Tatsache bleibt, dass erwartete Änderungen in der HRV, die sehr sensitiv auf emotionale Belastung und mentalen Stress reagiert (Dishman et al. 2000); (Hall et al. 2004); (Hjortskov et al. 2004), in vorliegender Studie nicht repliziert werden können. Zeichen einer erhöhten mentalen Belastung (mittels signifikant verminderter HRV) unter der Passungs- oder Überforderungs-Bedingung konnten folglich nicht aufgezeigt werden.

4.3 Flow- Erleben und Stress - ist Flow-Erleben vergleichbar mit Stress-Erleben verbunden?

In der vorliegenden Studie konnte gezeigt werden, dass Flow vergleichbar mit Stresserleben verbunden sein kann. Den ersten Hinweis hierfür liefert bereits die Erfassung des subjektiven Stressempfindens anhand eines Selbstbericht-Fragebogens. Dies zeigte sich in der Passungs- und der Überforderungs-Bedingung signifikant höher als in der Langeweile-Bedingung. Probanden scheinen in der Passungs-Bedingung demnach subjektiv ein Gefühl von Stress zu haben. Unterstützt wird diese Annahme durch die Ergebnisse der Laboruntersuchungen. Hier zeigt sich ein signifikant höherer ACTH-Wert in den Bedingungen Passung und Überforderung gegenüber Langeweile und beweist mit einer hiermit nachgewiesenen HPA-Achsen-Aktivierung eine stattgehabte Stressreaktion während des Flow-Erlebens.

Diese Ergebnisse decken sich mit bisherigen Studien (Keller et al. 2011), die negative Nebeneffekte des Flow-Erleben in Form von erhöhter mentaler Beanspruchung (gemessen durch erniedrigte HRV) und Stress durch erhöhte Cortisollevel aufzeigten. Darüber hinaus erweitert die vorliegende Arbeit bestehende Ergebnisse um umfassende physiologische und hormonelle Analysen.

Mentale Beanspruchung, hohe Konzentration, Fokussierung auf die aktuelle Tätigkeit und eine Passung führen demnach zwar erfolgreich zu Flow-Erleben, rufen jedoch zeitgleich über Aktivierung der HPA-Achse eine moderate Stressreaktion hervor. Wie zu Beginn der Arbeit bereits postuliert wurde, erfordert dies folglich einen konstruktiven und achtsamen Umgang mit der Empfehlung, in jeder Tätigkeit Flow zu suchen. Zwar wurden Flow und Stress auch zuvor schon gemeinsam beschrieben (Rheinberg et al. 2003); (Csikszentmihalyi 2000), die möglichen Nebenwirkungen einer ‚Überdosis' an Flow, wie sie durch Aktivierung der HPA-Achse zu erwarten wäre, jedoch vernachlässigt. Basierend auf den vorliegenden Ergebnissen ist von einer moderaten Stressreaktion auszugehen, da sich keine signifikanten Auswirkungen auf Atmung, Puls, Hautleitwert, etc. zeigen. Entsprechend De Manzano et al. (2010) und Keller et al. (2011) zeigt sich ein Passungs-Zustand mit moderatem Stresslevel als ideale Voraussetzung für Flow-Erleben. Demgegenüber führt die Überforderungs-Bedingung, die entsprechend mit einem

höheren Stresslevel verbunden ist zu weniger Flow. Diese Ergebnisse werden durch eine nachfolgende Studie untermauert, in der Pfeifer et al. (2014) eine umgekehrte U-Korrelation von Erregung des sympathischen Nervensystems und Flow, sowie von HPA-Achsen-Aktivierung und Flow aufzeigen konnten.

Abgesehen von fraglos positiven Aspekten des Flow-Erlebens (Landhäußer u. Keller 2012); (Csikszentmihalyi 2010), macht dies die Wichtigkeit von Pausen und Erholungsphasen klar. Interessant wäre hierbei besonders der Aspekt, ob sich eine anhaltende Stressreaktion zeigt. Aufgrund der Störvariable SKID-Interview lassen sich in dieser Studie Anfangs- und Endpunkte nicht zuverlässig vergleichen. Die Frage, wie schnell sich der Körper von der Stressreaktion erholt (Normalisierung von ACTH und Blutdruck) und ob bei wiederholten Flow-Erfahrungen längere oder kürzere Erholungsphasen nötig sind, lässt sich daher mit dieser Studie nicht beantworten. Hier sollte bei nachfolgenden Studien darauf geachtet werden, dass auch die Ruhephase am Ende des Experiments eine ‚reine' Ruhephase ist – d.h. die Probanden nicht, wie hier durch ein SKID-Interview, abgelenkt werden.

4.4 Einordnung der Arbeit in den Kontext der bisherigen Flow-Forschung und Ausblick

4.4.1 Einordnung der vorliegenden Arbeit in den Kontext der bisherigen Flow-Forschung

In dieser Arbeit konnte mittels des von Keller und Landhäußer entwickelten Mathematik-Paradigmas (Landhäußer u. Keller, 2012) erfolgreich eine experimentelle Passungs-Bedingung und damit Flow-Erleben bei älteren Probanden manipuliert werden. Der verwendete Flow-Fragebogen zeigte sich dabei als valides Werkzeug zur Erfassung von Komponenten des Flow-Erlebens.

Darüber hinaus stellen die Ergebnisse dieser Arbeit einen weiteren wichtigen Baustein dar, wenn es um die Identifizierung psycho-physiologischer Prozesse geht, die im Zusammenhang mit Flow auftreten. Interessant ist hierbei besonders der Nachweis einer

HPA-Achsen-Aktivierung, ohne eine voll ausgeprägte Stressreaktion. Flow-Erfahrungen sind folglich durch moderate Erregungs- und somit Stressspiegel charakterisiert. Dies bestätigt die bereits in der Einleitung beschriebene kritische Komponente des Flow-Erleben und unterstreicht, dass Flow-Phasen sich mit Erholungsphasen abwechseln sollten. Diese Ergebnisse lassen sich unmittelbar in den Arbeitsalltag transferieren. Flow-Erfahrungen treten beispielsweise bei ärztlicher Tätigkeit regelmäßig bis häufig auf (Csikszentmihalyi 2010), wohingegen erfahrungsgemäß ausreichend Regenerationsphasen im Alltag oft fehlen. Eine Konsequenz hiervon ist eine hohe Rate von Burnout, Depression und Arbeitsunzufriedenheit (Shanafelt et al. 2012); (West et al. 2011). Erhalten die Mitarbeiter jedoch nur alle zwei Wochen eine Stunde geschützte Zeit, in der sie das Erlebte reflektieren und Lösungswege erlernen können, so führt dies zu einem signifikanten Abfall der Burnout-Häufigkeit, der emotionalen Erschöpfung und Depersonalisierung (West et al. 2014).

4.4.2 Ausblick

Das Thema Flow ist so aktuell wie nie. Neben hier ausführlich diskutierten, kritischen Komponenten bieten Flow-Erfahrungen das Potential der intrinsischen Motivation. Neben der Identifizierung weiterer Flow-typischer Muster gestaltet sich die Entwicklung weiterer Studiendesigns als besonders spannend und herausfordernd. So hat sich diese bereits von der Experience-Sampling-Methode hin zu experimentellen Paradigmen entwickelt, die die Untersuchung von kausalanalytischen Zusammenhängen unter standardisierten Bedingungen ermöglichen. Eine Limitation hiervon stellt jedoch die Eindimensionalität dar, hier der Fokus auf die kognitive Tätigkeit Kopfrechnen. Flow-Erfahrungen im Alltag zu messen, während die Person wirklich im Flow ist und damit die Brücke zur multimodalen Anwendungsforschung zu schlagen, stellt sich als nächste Herausforderung. Beispielsweise in Firmen, welche Arbeitsabläufe bewusst so gestalten, dass die Mitarbeiter leicht in den Flow kommen oder Therapieformen, wie die Taketina Rhythmustherapie genauer auf Wirkung und einzelne Faktoren zu untersuchen, sollte im umfassenden Forschungsgebiet rund um das Thema Flow zu den nächsten Schritten zählen. Ebenso spannend stellt sich die Frage dar, was in Ruhephasen passiert und ob es

einen Unterschied gibt zwischen Menschen die leicht und häufig Flow erleben und denen, die nur selten in einen Flow kommen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Forschungsgebiet rund um das Thema Flow interessant bleibt und viele Möglichkeiten bietet, weitere Zusammenhänge zu ergründen. In verschiedenen Unternehmen und manchen Therapieformen ist dieses Konzept bereits angekommen. Aufgrund der hier postulierten Ergebnisse ist es allerdings ratsam, dass sich Flow-Phasen mit Erholungsphasen abwechseln, da auch das positive Erleben eines Flow-Gefühls Stress im Körper auslöst.

5 Zusammenfassung

Flow erleben – ein Begriff, der auch über die Grenzen der Wissenschaft hinaus allseits bekannt ist. Tatsächlich handelt es sich bei dem von Csikszentmihalyi erstmals beschriebenen Begriff ‚Flow' um einen gut analysierten Bewusstseinszustand, der bestimmte Randbedingungen (klare Ziele, Passung zwischen Anforderung und Fähigkeiten, unmittelbares Feedback) erfordert und aus empirisch erforschten Komponenten besteht (hohe Konzentration, tiefe Involviertheit, Verlust der Selbstwahrnehmung, Gefühl von Kontrolle, reduziertes Zeitempfinden, flüssiger Handlungsablauf, hohe Motivation). Völliges Versunkensein und hohe Konzentration auf eine Tätigkeit, die oft als mühelos erlebt wird, kann zu einem Zustand von Flow führen. Besonders wichtig ist hier eine wahrgenommene Passung von Anforderung und Fähigkeiten, welche Flow erst ermöglicht. Aus Sicht der Motivationspsychologie besonders interessant ist die Tatsache, dass Tätigkeiten, in denen Flow erlebt wird, als intrinsisch motiviert gelten. Arbeitsabläufe, Lerneinheiten und Lebensbereiche so zu gestalten, dass Menschen leichter in den Flow kommen und damit motivierter, produktiver und zufriedener sind, ist aus Sicht Csikszentmihalyi der Schlüssel zu einem glücklichen Leben. Die Methoden der Flow-Forschung haben sich von qualitativen Interviews (Experience Sampling Method), in denen die Beschaffenheit von Erlebnissen während einer bestimmten Aktivität erfasst wird, zu experimentellen Paradigmen weiter entwickelt, welche die Möglichkeit bieten Flow unter standardisierten Bedingungen genauer zu untersuchen. Neben fraglos positiven Aspekten und Ressourcen von Flow-Erleben, sind auch Stimmen um die Schattenseiten des Flow-Erlebens immer deutlicher in den Fokus gerückt. Eine erhöhte Konzentration des Stresshormons Cortisol im Speichel und eine erniedrigte HRV während eines Flow-Zustandes weisen auf eine möglicherweise ablaufende Stressreaktion hin.

Welche psychovegetativen und hormonellen Reaktionen ein Flow-Erleben unter standardisierten Bedingungen hervorruft, wurde hier anhand eines experimentellen Mathematik-Paradigmas, erstmals bei einer Stichprobe mit älteren Probanden (40-75 Jahre) untersucht. Abschließend soll diese Arbeit die Frage klären, ob Flow-Erleben vergleichbar mit Stressempfinden verbunden sein kann.

Das Studienkollektiv umfasste insgesamt 30 Probanden, welche anhand des Mathematik-Paradigmas die Bedingungen Langeweile, Passung und Überforderung durchliefen. Komponenten und Randbedingungen des Flow-Erlebens wurden mittels des Flow-Fragebogens erfasst. Zur genaueren Analyse psycho-physiologischer Reaktionsmuster wurden verschiedene Kreislauffunktionen (Blutdruck, Atmung, Puls, HRV, Temperatur, Hautleitwert) erfasst und regelmäßige Blutabnahmen (zur Analyse von ACTH, Cortisol, Katecholamine) durchgeführt.

Es zeigte sich eine erfolgreiche Intervention – mittels des Mathematik-Paradigma konnte Flow-Erleben auch bei einem älteren Probandenkollektiv ausgelöst werden. Erwartungsgemäß zeigten sich die höchsten Werte für Flow-Erleben in der Passungs-Bedingung. Auf hormoneller Ebene zeigten sich parallel dazu erhöhte Werte für ACTH in der Passungs- und der Überforderungs-Bedingung. Ein ähnliches Reaktionsmuster zeigte sich bezogen auf den diastolischen Blutdruck auf vegetativer Ebene. Auf Cortisol, Katecholamine, HRV, Atmung, Puls, Hautleitwert und Temperatur konnten durch eine manipulierte Passungs- und Überforderungssituation keine signifikanten Effekte nachgewiesen werden.

In der vorliegenden Arbeit konnte das Mathematik-Paradigma erstmals erfolgreich bei einer älteren Probandengruppe angewandt werden.

Zudem leistet die Arbeit einen Beitrag zur genaueren Identifizierung Flow-typischer physiologischer Muster. So konnte eine Aktivierung der HPA-Achse, ein Effekt auf den Blutdruck und folglich ein Zusammenhang von Flow-Erleben und moderater physiologischer Stressreaktion nachgewiesen werden. Dies legt nahe, das neben positiven Elementen des Flow-Erlebens, wie hohe Motivation, Freude an der ausgeübten Tätigkeit, Flow- Erleben nicht in jeder Tätigkeit gesucht werden sollte, sondern auch entsprechende Pausenzeiten und Erholungsphasen wichtig sind. Dies sollte bei möglichen Anwendungsgebieten des Flow-Konzepts in Wirtschaft, Unternehmenskultur und Therapie berücksichtig werden. Neben weiterer Analyse Flow-typischer physiologischer Muster sollte in zukünftigen Studien daher auch ein Fokus auf Ruhephasen gelegt werden. Zudem stellt sich die spannende Herausforderung, die methodologische Flow-Forschung auf das Gebiet der Anwendungsforschung zu erweitern.

6 Literaturverzeichnis

1. Aellig S: Über den Sinn des Unsinns: Flow-Erleben und Wohlbefinden als Anreiz für eine autotelische Tätigkeit. Eine Untersuchung mit der Experience Sampling Method (ESM) am Beispiel des Felskletterns. Dissertation, Philosophische Fakultät Zürich (2003). Waxmann Verlag, Münster, S. 93-193 (2004)

2. Bieger W: Diagnostik der Steroidhormone im Speichel - Anwendungsgebiete und Analytik. Gynäkologie und Geburtshilfe 3: 24-30 (2014)

3. Carroll D, Smith G, Shipley M, Steptoe A, Brunner E, Marmot M: Blood Pressure Reactions to Acute Psychological Stress and Future Blood Pressure Status: a 10-Year Follow-up of Men in the Whitehall II Study. Psychosomatic Medicine 63: 737-743 (2001)

4. Conti R: Time flies: Investigating the connection between intrinsic motivation and the experience of time. Journal of Personality 69: 1-26 (2001)

5. Chromsystems Instruments & Chemicals GmbH: Arbeitsvorschrift für die HPLC-Bestimmung Katecholamine im Plasma. Chromsystems, Gräfelfing, S. 5-17 (2015)

6. Csikszentmihalyi M, LeFevre J: Optimal experience in work and leisure. Journal of Personality and Social Psychology 56: 815-522 (1989)

7. Csikszentmihalyi M, Rathunde K: The measurement of flow in everyday life: toward a theory of emergent motivation. Nebraska Symposium on Motivation 40: 57-97 (1993)

8. Csikszentmihalyi M, Csikszentmihalyi I: Die außergewöhnliche Erfahrung im Alltag: Die Psychologie des Flow-Erlebnisses. Klett-Cotta, S. 291-312 (1995)

9. Csikszentmihalyi M: Finding Flow. Basic books, Harper Collins, New York, S. 17-78 (1997)

10. Csikszentmihalyi M: Beyond Boredom and Anxiety: Experiencing Flow in Work and Play. Jossey-Bass, San Francisco, California, S. 13-55 (2000)

11. Csikszentmihalyi M, Nakamura J: Concept of Flow. In: Snyder u. Lopez (Hrsg) Handbook of positive psychology. Oxford University Press, Oxford New York, S. 89-105 (2002)

12. Csikszentmihalyi M, Abuhamdeh, S Nakamura J: Flow a gerneral context. In: Elliot A, Dweck C (Hrsg): Handbook of Competence and Motivation. The Guilford Press, New York, S. 598-608 (2005)

13. Csikszentmihalyi M: Flow: The Psychology of Optimal Experience. Harper Collins, New York, S. 43-164 (2008)

14. Csikszentmihalyi M: Flow- Das Geheimnis des Glücks. Klett-Cotta, Stuttgart, S.13-249 (2010)

15. Csikszentmihalyi M: Going with the Flow (2004) http://www.profil.at/articles/0434/560/90474_s1/csikszentmihalyi-going-flow (18.3.2014)

16. Csikszentmihalyi M: TED Speaker Csikszentmihalyi. http://www.ted.com/speakers/mihaly_csikszentmihalyi (10.03.2014)

17. de Kloet R, Joëls M, Holsboer F: Stress and the brain: from adaptation to disease. Nature Reviews Neuroscience 6: 463-475 (2005)

18. De Manzano O, Theorell T, Harmat L, Ullén, F: The psychophysiology of flow during piano playing. Emotion 10: 301–311 (2010)

19. Dishman R, Nakamura Y, Garcia M, Thompson R, Dunn A, Blair S: Heart rate variability,trait anxiety, and perceived stress among physically fit men and women. Internal Journal of Psychophysiology 37: 12-33 (2000)

20. Engeser S, Rheinberg, F: Flow, performance and moderators of challenge-skill balance. Motivation and Emotion 32: 158–172 (2008)

21. Flatischler R: Taketina - die heilsame Kraft rhythmischer Urbewegungen. Irisana, München, S. 128-137 (2012)

22. Flatischler R: Taketina Niederlande (2015) http://www.taketina.nl/TaKeTiNa_Netherlands/Home.html (25.05.2015)

23. Flor H: KFB - Kurzer Fragebogen zur Erfassung von Belastungen. In Flor H: Psychobiologie des Schmerzes. Empirische Untersuchungen zur Psychobiologie, Diagnostik und Therapie chronischer Schmerzsyndrome der Skelettmuskulatur. Hogrefe (vormals Verlag Hans Huber), Bern Göttingen Toronto, S. 267-312 (1991)

24. Fukuda S, Morimoto K. (2001). Lifestyle, stress and cortisol response: Review II : Lifestyle. Environmental Health and Preventive Medicine, 6: 15–21 (2001)

25. Galuska J: Akademie Heiligenfeld (2015) http://www.akademie-heiligenfeld.de/Kongresse_und_Tagungen/Kongress_02/index.php?module=010700&event=3615&catalog_id=1&category_id=11 (25.05.2015)

26. Goethe W: Italienische Reise. Goldmann, München, S. 195 (1988)

27. Hall M, Vasko R, Buysse D, Ombao H, Chen Q, Cashmere J, Kupfer D, Thayer J: Acute stress affects heart rate variability during sleep. Psychosomatic Medicine 66: 56-62 (2004)

28. Heckhausen J, Heckhausen H: Motivation und Handeln. Springer, Berlin Heidelberg, S. 365-384 (2010)

29. Hjortskov N, Rissén D, Blangsted A, Fallentin N, Lundberg U, Søgaard K: The effect of mental stress on heart rate variability and blood pressure during computer work. European Journal of Applied Physiology 92: 84–89 (2004)

30. Huppelsberg J, Walter K, 2005. Kurzlehrbuch Physiologie. Thieme, Stuttgart, S. 195-201 (2005)

31. Kahneman D, Krueger A, Schkade D, Schwarz N, Stone A: A Survey Method for Characterizing Daily Life Experience: The Day Reconstruction Method. Science 306: 1776-1780 (2004)

32. Keller J, Bless H: Flow and regulatory compatibility: an experimental approach to the flow model of intrinsic motivation. Personality & Social Psychology Bulletin 34: 196–209 (2008)

33. Keller J, Blomann F: Locus of Control and the Flow Experience : An Experimental Analysis. European Journal of Personality 22: 589–607 (2008)

34. Keller J, Bless H, Blomann F, Kleinböhl D: Physiological aspects of flow experiences: Skills-demand-compatibility effects on heart rate variability and salivary cortisol. Journal of Experimental Social Psychology, 47: 849–852 (2011)

35. Keller J, Landhäußer A: Im Flow sein: Experimentelle Analysen des Zustands optimaler Beanspruchung. Psychologische Rundschau, 62: 213–220 (2011)

36. Keller J, Landhäußer A: The Flow Model Revisited. In: Engeser S (Hrsg): Advances in Flow Research. Springer, New York, S. 51-64 (2012)

37. Kirschbaum C, Pirke K, Hellhammer D: The Trier Social Stress Test - A Tool for Investigating Psychobiological Stress Response in a Laboratory Setting. Neuropsychobiology 28: 76-81 (1993)

38. Krampen G: Differentiation of the construct „locus of reinforcement“: German adaptation and application of the IPC-scales. Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie 26: 573-595 (1979)

39. Krause S: Variabilität von Stresshormonkonzentration unter mentaler Stressbelastung. Arbeit zur Erlangung des Bachelor of Science, Universität Ulm, S.32-44 (2011)

40. Kuhl J: Handlungsorientierung bei Tätigkeitsausführung. In: Kuhl J, Beckmann K (Hrsg) Volition and Personality: Action- and State-oriented Modes of Control. Hogrefe & Huber Publishers, Göttingen Seattle, S. 47-59 (1994)

41. Landhäußer A, Keller J: Optimale Herausforderungen gesucht – wie sich das Erleben von Flow fördern lässt. Wirtschaftspsychologie aktuell: 44–46 (2012)

42. Laux L, Glanzmann P, Schaffner P, Spielberger C: STAI (State-Trait-Angstinventar). Handanweisung. Beltz Test GmbH, Göttingen, S. 2-75 (1981)

43. Lederbogen F, Ströhle A: Stress, mental disorders and coronary heart disease. Der Nervenarzt 83: 1448–1457 (2012)

44. Massimini F, Carli M: Optimal experience - Psychological Studies of Flow in Consciouness. In: Csikszentmihalyi M, Csikszentmihalyi I (Hrsg): The systematic assessment of flow in daily experience. Cambridge University Press, New York, S. 266-287 (1988)

45. Mazurek B, Stöver T, Haupt H, Klapp B, Adli M, Gross J, Szczepek A: The significance of stress: its role in the auditory system and the pathogenesis of tinnitus. HNO 58: 162–172 (2010)

46. Mohr G, Rigotti T, Müller A: Irritation – ein Instrument zur Erfassung psychischer Beanspruchung im Arbeitskontext. Zeitschrift für Arbeits- und Organisationspsychologie 49: 44-48 (2005)

47. Rensing L, Koch M, Rippe B, Rippe V: Mensch im Stress. Elsevier, München, S. 1-19; 82-186 (2006)

48. Robinson K: The Element. Penguin Books, London, S. 1-102 (2009)

49. Rheinberg F, Vollmeyer R: Flow-Erleben in einem Computerspiel unter experimentell variierten Bedingungen. Zeitschrift Für Psychologie 4: 161–170 (2003)

50. Rheinberg F, Vollmeyer R, Engeser S: Die Erfassung des Flow-Erlebens. (2003) http://psych-server.psych.uni-potsdam.de/people/rheinberg/messverfahren/Flow-FKS.pdf (07.04.2015)

51. Rheinberg F: Intrinsische Motivation und Flow-Erleben. (2004) http://www.psych.uni-potsdam.de/people/rheinberg/files/intrinsische-motivation.pdf (07.04.2015)

52. Schäfer A: Mr. Flow und die Suche nach dem guten Leben. Psychologie Heute 3: 2-7 (2005)

53. Schulte B: A company that profits as it pampers workers. Washington Post 2014 http://www.washingtonpost.com/business/a-company-that-profits-as-it-pampers-workers/2014/10/22/d3321b34-4818-11e4-b72e-d60a9229cc10_story.html. 2014 (09.08.2015)

54. Shanafelt T, Boone S, Tan L, Dyrbye L, Sotile W, Satele D, West C, Sloan J, Oreskovich M: Burnout and satisfactionwith work-life balance among US physicians relative to the general US population. American Medical Association (Arch Intern Med.) 172: 1377-1385 (2012)

55. Steyer R, Schwenkmezger P, Notz P, Eid M: Der Mehrdimensionale Befindlichkeits-fragebogen (MDBF). Handanweisung. Hogrefe, Göttingen, S. 2-33 (1997)

56. Thomas L, Ansorg R, Barlage S: Labor und Diagnose. Th-Books, Frankfurt, S. 1062-1078 (2007)

57. Trifonova S, Gantenbein M, Turner J, Muller C: The use of saliva for assessment of cortisol pulsatile secretion by deconvolution analysis. Psychoneuroendocrinology 38: 1090-1101 (2013)

58. Ulrich M, Keller J, Hoenig K, Waller C, Grön G (2014): Neural correlates of experimentally induced flow experiences. NeuroImage 86: 194–202 (2014)

59. West C, Shanafelt T, Kolars J: Quality of life, burnout, educational debt, and medical knowledge among internal medicine residents. JAMA - The Journal of the American Medical Association, 306: 952-960 (2011)

60. West C, Dyrbye L, Rabatin J, Call T, Davidson J, Multari A, Romanski S, Hellyer J, Sloan J, Shanafelt T: Intervention to Promote Physician Well-being, Job Satisfaction, and Professionalism. JAMA- The Journal of the American Medical Association 174: 527-533 (2014)

61. Wittchen H, Zaudig M, Fydrich T: SKID (Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV), Achse I und Achse II, 1. Auflage, Hogrefe, Göttingen, S. 4-49; 65-73 (1997)

62. Wood P, Barth J, Freedman D, Perry L, Sheridan B: Evidence for the low-dose dexamethason suppressiontest to screen for Cushing's syndrome-recommendations for a protocol for biochemistry laboratories. Annals of Clinical Biochemistry 34: 222-229 (1997)

63. Zigmond A, Snaith R: The hospital anxiety and depression scale (HADS). Acta Psychiatrica Scandinavica 67: 361-370 (1983)

Anhang

Materialien für Gewinnung der Blutproben:

Produkt	Cat. No.	Hersteller
Serum-Monovette, 7,5 ml	01.1601	Sarstedt
EDTA-Monovette, 2,7 ml	05.1167	Sarstedt
EGTA-Kabevetten, 2,7 ml	05.1557.001	Kabe Labortechnik
Kanülenpflaster 2,5x12,5 cm geschlitzt	941339	Curafix
Spritze 5 ml 2-teilig	4606051V	B.Braun
Spritze 10 ml 2-teilig	4606108V	B.Braun
Hahn Dreiweg für Infusionstherapie blau	4095111	B.Braun
Venenverweilkanüle Safety 20G/1,1 mm	4268113B	B.Braun
Venenverweilkanüle Safety 18G/1,3 mm	4268130B	B.Braun
Mandrin Vasofix 18G	60086939	B.Braun
Mandrin Vasofix 20G	60086940	B.Braun
Pflaster aus Kunstseide 2,50 cm x 9,2 m	46834	Hartmann
Pflaster aus Kunstseide 1,25 cm x 9,2 m	46833	Hartmann
Kanülenentsorgungsbox 4 Liter Nr.14935	014935	Sarstedt
Handschuhe,Unt.,Latex,pf,S	45040	Sempercare
Zellstofftupfer	038602	Hartmann
Kodan Tinktur forte	1220996	Schülke
Probenbeutel für den internen Transport	60098755	Uniklinik Ulm

Kombistopfen für luer lock orange	3860087	B.Braun
Multiadapter mit luer Konus	3859739	B.Braun
NaCl 0,9% 10ML Mini-Plasco 1Amp	2350748	B.Braun
Desinfektionsmittel	3887138	Braun
Stauschlauch		

Materialien für Verarbeitung der Blutproben:

Cryotubes 2ml	479-1220	VWR
Color-Coded Inserts für Cryotubes	16001-122	VWR
Rasterkartons zum Einfrieren der Cryogefäße		
Eppendorf Research plus 0,5-5ml plus Zubehör		Eppendorf
Zentrifuge: Universal 320 R		Hettich

Technische Materialien der FLiPP-Studie

Laptop, Windows-Betriebssystem mit installiertem BioTrace+ (= Software für Aufzeichnung der Nexus-Daten)
Laptop, Windows-Betriebssystem mit installiertem Mathematik-Paradigma und Markierung der Zahlentasten zur erleichterten Ergebniseingabe während des Tests
Nexus-10 inkl. der Messfühler Atemgurt, EXG-Kabel (EKG- und HRV-Dokumentation), Hautleitwert-Sensor, Temperatur-Sensor (Mind Media, Vertrieb über VDT Psychologie- und Medizinvertrieb)

Individuelle Dokumente der FLiPP-Studie:

Probandengesuch

Screeningfragebogen (allgemeiner Screeningfragebogen und SKID-Screeningfragebogen)

Einverständniserklärung

Probandeninformation und Aufwandsentschädigung

Verlaufsprotokoll

Übersicht über Arbeitsanweisung und Ablauf des Mathematik-Paradigmas wie im Computer des Probanden dargestellt

Nachfolgend ist die Arbeitsanweisung, die die Probanden auf dem Bildschirm des Computers lesen sollten eingefügt, sowie eine Beispielaufgabe aus dem Mathematikparadigma.

Im Startbild der FLiPP-Studie auf dem Computer fand sich folgende Arbeitsanweisung:

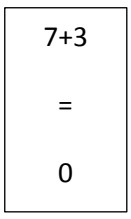
Liebe Teilnehmerin,
lieber Teilnehmer,

wir bitten Sie nun, am Computer einige Kopfrechenaufgaben zu bearbeiten. Es handelt sich dabei immer um Additionsaufgaben.

Im Anschluss an die Bearbeitung der Aufgaben werden Sie einen Fragebogen ausfüllen. Uns interessiert dabei, wie Personen die Aufgaben wahrnehmen und verarbeiten.

Im Rahmen des Programmablaufs werden Ihnen mehrere Kopfrechenaufgaben gestellt. Bei jeder Aufgabe müssen Sie mehrere ganze Zahlen addieren und Ihre Lösung über die Tastatur eintippen.

Die Aufgaben, die Sie gleich gestellt bekommen werden wie folgt aussehen:



An die Stelle der Null geben Sie Ihre Lösung ein. Sie müssen dafür nicht auf die Null klicken, sondern lediglich die Tastatur (Zahlentasten) benutzen.

Sie haben pro Aufgabe einige Sekunden Zeit, um die Lösung zu berechnen und einzutragen. Drücken Sie bitte die Enter Taste, wenn ein schwarzer Rahmen um Ihr eingegebenes Ergebnis erscheint. Daraufhin bekommen Sie jeweils ein kurzes Feedback, ob die Lösung richtig oder falsch war. Danach erscheint automatisch eine neue Aufgabe.

Zunächst werden Sie zwei Beispielaufgaben bekommen, um sich mit dem Programm vertraut zu machen.

Falls Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich bitte an die Aufsichtsperson.

Zum Starten der Beispielaufgaben drücken Sie bitte die Leertaste.

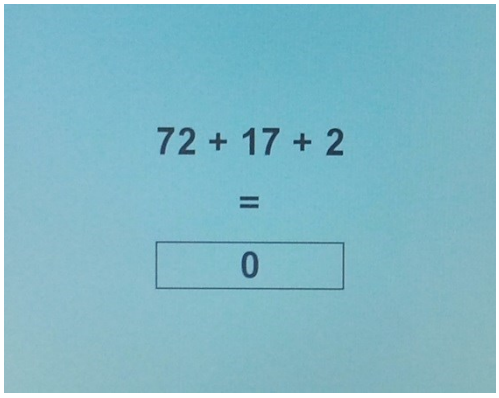


Abbildung 30: Beispielaufgabe aus der FLiPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm–Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Screenshot Christina Rau, 2011.

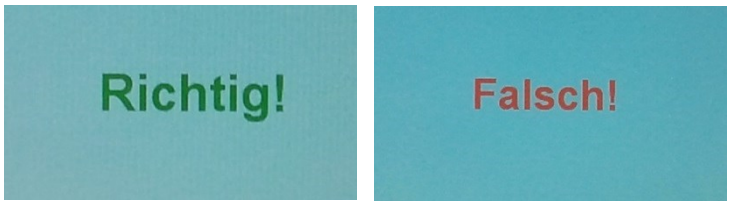


Abbildung 31: Richtig und Falsch- Anzeigen des Computerprogramms, wie in der FLiPP-Studie verwendet
FLiPP = Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm–Klinik für Psycho somatik und Psychotherapie, n = 30, Erhebungszeitraum 03-12/2011. Diese Anzeige erschien nach der Bearbeitungszeit auf dem Bildschirm als Feedback für den Probanden. Screenshot Christina Rau, 2011.

Flow- Fragebogen der FLiPP-Studie

(FLiPP = Flow in Psychosomatik und Psychologie, Uniklinik Ulm – Klinik für Psychosomatik und Psychotherapie), n = 30.

Flow-Fragebogen wie in vorliegender Studie verwendet, wurde hier mit freundlicher Genehmigung von Prof. Dr. Johannes Keller (Flow-Fragebogen nach Keller u. Bless 2008) eingefügt.

Studiencode: _____ **Datum**: ___.___._____

Bitte denken Sie jetzt noch einmal an die soeben beendete Phase dieser Studie zurück, in der Sie eine Zeit lang unter vorgegebenem Tempo am Laptop Additionsaufgaben lösen sollten.

1. **Wie war Ihr Stresserleben in der soeben beendeten Phase?**

1	2	3	4	5
☐	☐	☐	☐	☐
extrem niedrig	niedrig	mittel	hoch	extrem hoch

Zunächst interessiert uns Ihre subjektive Einschätzung, wie lange diese Phase gedauert hat. Bitte kennzeichnen Sie durch einen senkrechten Strich Ihre subjektive Einschätzung der Dauer dieser Phase.

2. **Die Dauer der soeben beendeten Phase habe ich persönlich empfunden als…**

sehr kurz ——————————————— sehr lang

Bitte geben Sie nun an, inwiefern Sie die folgenden Aussagen im Hinblick auf die soeben beendete Phase für zutreffend halten.

Verwenden Sie hierfür bitte das folgende Antwortformat, das jeweils zum Ankreuzen vorgegeben wird.

	1	2	3	4	5	6	7	
trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu
		eher nicht	ein wenig	teils-teils	eher	deutlich		

3. **Ich möchte gerne noch einmal Additionsaufgaben in der Art bearbeiten, wie ich es in dieser Phase getan habe.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

4. **Ich war stark in die Aufgaben involviert.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

5. **Die Aufgabenstellung hatte hohen Unterhaltungswert.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

6. **Es hat mir sehr viel Spaß gemacht, mich mit den Aufgaben zu befassen.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

7. **Die Aufgaben haben mich gelangweilt.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

8. **Die Aufgaben zu lösen stellte eine Herausforderung für mich dar.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

9. **Ich hatte die erforderliche Fähigkeit, um die Aufgaben erfolgreich zu lösen.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

10. **Inwiefern hat das Anforderungsniveau der Aufgaben Ihrer Fähigkeit entsprochen?**

überhaupt nicht ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ vollkommen

11. **War das Anforderungsniveau der Aufgaben zu gering oder zu hoch für Sie?**

zu gering ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ zu hoch

12. **Ich könnte mir vorstellen, ein solches Programm zum Üben des Kopfrechnens für den eigenen Gebrauch zu besorgen.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

13. **Wie anstrengend haben Sie es empfunden, sich auf die Aufgaben zu konzentrieren?**

überhaupt nicht anstrengend ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr anstrengend

14. **Wie viel Energie mussten Sie aufwenden, um sich auf die Aufgabe zu konzentrieren?**

sehr wenig ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ sehr viel

15. **In welchem Ausmaß hat es Sie Selbstdisziplin gekostet, sich auf die Aufgaben zu konzentrieren?**

es hat **überhaupt keine** Selbstdisziplin gekostet	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	es hat **sehr viel** Selbstdisziplin gekostet

Bitte geben Sie jetzt an, inwiefern die folgenden Aussagen Ihren Zustand und Ihre Gedanken <u>während</u> der soeben beendeten Bearbeitung der Mathematikaufgaben zutreffend beschreiben.

16. **Während der Bearbeitung der Mathematikaufgaben habe ich öfter an persönliche Dinge gedacht, die mich momentan beschäftigen.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

17. **Während der Bearbeitung der Mathematikaufgaben waren alle Gedanken an andere Dinge, die mich momentan persönlich beschäftigen, wie ausgelöscht.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

18. **Während der Bearbeitung der Mathematikaufgaben habe ich über mich und mein Verhalten nachgedacht.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

19. **Während der Bearbeitung der Mathematikaufgaben war mein Bewusstsein vollkommen auf die Lösung der Aufgabe gerichtet.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

20. **Während der Bearbeitung der Mathematikaufgaben habe ich mich selbst und mein Verhalten kaum noch bewusst wahrgenommen.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

21. **Ich fühlte mich optimal beansprucht.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

22. **Meine Gedanken bzw. Aktivitäten liefen flüssig und glatt.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

23. **Ich merkte gar nicht, wie die Zeit verging.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

24. **Ich hatte keine Mühe, mich zu konzentrieren.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

25. **Mein Kopf war völlig klar.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

26. **Ich war ganz vertieft in das, was ich gemacht habe.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

27. **Die richtigen Gedanken kamen wie von selbst.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

28. **Ich wusste bei jedem Schritt, was ich zu tun hatte.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

29. **Ich fühlte mich unter Druck gesetzt.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

30. **Ich war entspannt.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

31. **Ich fühlte mich im Ehrgeiz gepackt.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

32. **Ich war frustriert.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

33. **Ich habe die Aufgaben mit Begeisterung bearbeitet.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

34. **Ich war gelöst.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

35. **Ich war mit Eifer bei der Sache.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

36. **Ich fand die Erfahrung angenehm.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

37. **Ich fand die Beschäftigung mit den Aufgaben lohnenswert.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

38. **Die Aufgaben zu lösen hat mich nicht angestrengt.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

39. **Ich konnte mich sehr gut auf die Aufgaben konzentrieren.**

trifft überhaupt nicht zu ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ trifft vollkommen zu

40. **Ich wusste genau, was ich zu tun hatte.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

41. **Ich habe bemerkt, dass ich Kontrolle über die Aufgaben hatte.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

42. **Ich habe bemerkt, dass ich beim Rechnen gut war.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

43. **Ich habe bemerkt, dass ich mich beim Lösen der Aufgaben geschickt angestellt habe.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

44. **Ich war fähig, die Aufgaben zu bewältigen.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

45. **Ich hatte während der Bearbeitung der Aufgaben das Gefühl, Kontrolle zu haben.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

46. **Ich denke, dass ich eine gute Leistung erbracht habe.**

trifft überhaupt nicht zu	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	trifft vollkommen zu

Wie fühlen Sie sich im Moment nach Bearbeitung der Aufgaben?

47.	sehr schlecht	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	sehr gut
48.	glücklich	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	unglücklich
49.	traurig	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	fröhlich
50.	heiter	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	bedrückt

Danksagung

Ich bedanke mich von ganzem Herzen bei allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Bei Herrn Prof. Dr. med. Gündel, der den Kontakt zu meiner Betreuerin PD Dr. med. Christiane Waller und damit die Entstehung dieser Arbeit ermöglicht hat. Bei ihr möchte ich mich für die großartige Unterstützung, viele spannende Gespräche und das Vertrauen, das sie mir entgegenbrachte bedanken. Einen herzlichen Dank für die Begleitung bei der Studienplanung, der Etablierung von Studienräumen und der geduldigen, herzlichen Betreuung bei der experimentellen Durchführung der Studie, Ergebnisbesprechungen und immer wieder kritischen Rückfragen bei der schriftlichen Ausarbeitung.

Bei Prof. Dr. Keller möchte ich mich herzlich für die Bereitstellung des von ihm und Prof. Dr. Herbert Bless entwickelten Mathematik-Paradigmas, sowie seine eingebrachten Erfahrungen im Bereich der Flow-Forschung bedanken. Anne Landhäußer gilt mein besonderer Dank für die geduldige Beantwortung vieler Fragen rund um das Thema Flow.

Bei Edit Rottler möchte ich mich für die Unterstützung im Statistik-Dschungel, immer wieder geduldige Beantwortung meiner vielen Fragen und wertvollen Tipps rund um die Auswertung herzlich bedanken.

Von Herzen bedanke ich mich bei meiner tollen Familie, meinen Freunden, all den Menschen die mich liebevoll auf meinem Weg begleiten. Ganz besonders möchte ich mich hier bei Sandra Burger bedanken, die nicht locker ließ und mich stets motivierte, trotz Arbeitsbelastung und Weiterbildungen, meine Doktorarbeit nicht aus den Augen zu verlieren. Bei Sabrina Krause und Johanna Fischer möchte ich mich für die Unterstützung am Beginn der Studie bedanken. Das daraus zudem eine wunderbare Freundschaft entstanden ist, ist für mich ein besonderes Geschenk. Bei meiner Mutter Erika Rau, meinem Bruder Tobias und bei Gerhard Specht möchte ich mich für die mühevollen Korrekturlesearbeiten bedanken. Ganz besonderer Dank gilt dem Mann an meiner Seite, Christian Schmidt, der mich in den Endzügen der Arbeit mit vielfachem Korrekturlesen, kritischen Nachfragen und liebevoller Begleitung unterstützte.

„So eine Arbeit wird eigentlich nie fertig, man muss sie für fertig erklären,

wenn man nach Zeit und Umständen das Möglichste getan hat."

Johann Wolfgang von Goethe, italienische Reise, Caserta den 16. März 1787

(Goethe 1988)