

Universitätsklinikum Ulm
Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie

Ärztlicher Direktor:

Prof. Dr. med. Harald Gündel

**Psychophysiologische und neuroendokrine Korrelate des Flow-Erlebens
bei depressiven Probanden im Vergleich zu einer gesunden
Kontrollgruppe**

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin der
Medizinischen Fakultät der Universität Ulm

vorgelegt von

Christian Schwemmler

Erlangen

2018

Amtierender Dekan: Prof. Dr. T. Wirth

1. Berichterstatterin: apl. Prof. Dr. C. Waller

2. Berichterstatterin: Prof. Dr. M. Pfundmair

Tag der Promotion: 09.05.2019

In Dankbarkeit

meinen Eltern

gewidmet

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	II
1. EINLEITUNG	1
1.1 DAS FLOW KONZEPT NACH CSIKSZENTMIHALYI.....	1
1.2 DIE EXPERIMENTELLE MESSUNG VON FLOW.....	3
1.3 FLOW UND DEPRESSION	5
1.4 DIE PHYSIOLOGISCHEN KORRELATE DES FLOW-ERLEBENS: STRESS DURCH FLOW?.....	8
1.5 ZUSAMMENFASSUNG UND INTENTION DER STUDIE	11
1.6 FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN.....	12
2. MATERIAL UND METHODEN	14
2.1 STUDIENKOHORTEN	14
2.2 ABLAUF DER STUDIE	15
2.3 ETHIKVOTUM	18
2.4 KOPFRECHEN-PARADIGMA	18
2.5 FRAGEBÖGEN – PSYCHOMETRISCHE DATEN	20
2.6 MESSUNG DER HORMONELLEN PARAMETER	31
2.7 STATISTISCHE METHODEN	33
3. ERGEBNISSE	35
3.1 SOZIODEMOGRAPHISCHE DATEN.....	35
3.2. FRAGEBÖGEN – PSYCHOMETRISCHE DATEN	36
3.3 ERGEBNISSE IN BEZUG AUF DIE FRAGESTELLUNGEN UND HYPOTHESEN.....	40
3.4 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	53
4. DISKUSSION	55
4.1 STUDIENDESIGN	55
4.2 STUDIENKOHORTEN	57
4.3 FLOW-ERLEBEN UND DEPRESSIVITÄT	60
4.4 DIE PHYSIOLOGISCHEN KORRELATE DES FLOW-ERLEBENS IM KONTEXT DEPRESSIVER ERKRANKUNGEN	65
4.5 LIMITATIONEN DER STUDIE	73
4.6 SCHLUSSFOLGERUNGEN	75
5. ZUSAMMENFASSUNG	79
6. LITERATURVERZEICHNIS	81
ANHANG	91
DANKSAGUNG	97
LEBENS LAUF	98

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
ANS	Autonomes Nervensystem
BMI	Body-Mass-Index
bzgl.	bezüglich
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DSM	Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders
EDA	Elektrodermale Aktivität
EDTA	Ethylendiamintetraacetat
ESM	Experience Sampling Method
FLIPP	Flow in Psychosomatik und Psychologie (Bezeichnung der Gesamtstudie)
Flow-FB	Flow-Fragebogen
gr	Stichprobe
GSR	Galvanic Skin Response
HL	Handlungs- und Lageorientierung
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
HRV	Herzratenvariabilität
LOC	Locus of Control
M	Mittelwert
man	Manipulation
MDBF	Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen
min	Minute
ml	Milliliter
m ²	Quadratmeter
N	Number / Anzahl
ns	nicht signifikant
pg	Pikogramm
PNS	Peripheres Nervensystem
p (gr)	Stichprobenunterschied
p (man)	Manipulationsunterschied
p (gr x man)	Interaktionseffekt
RFCF	Relative Centrifugal Force / Relative Zentrifugalkraft
s.u.	siehe unten
SD	Standard Deviation / Standardabweichung
SKID	Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV

sog.	sogenannte / sogenannter / sogenanntes
STAI	State-Trait-Angstinventar
SVA	Subjective Value Attribution
Tab.	Tabelle
u.a.	unter anderem
usw.	und so weiter
VAS	Visuelle Analogskala
VNS	Vegetatives Nervensystem
z.B.	zum Beispiel
µg	Mikrogramm
<	kleiner als
>	größer als

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde in der gesamten Arbeit nur die männliche Form verwendet. Es ist ausdrücklich hervorzuheben, dass dies nur aus didaktischen Gründen erfolgte und dabei stets Männer und Frauen gleichermaßen gemeint sind.

1. Einleitung

1.1 Das Flow Konzept nach Csikszentmihalyi

Mihaly Csikszentmihalyi, ein mittlerweile emeritierter Professor für Psychologie der Universität von Chicago und Begründer des Flow-Konzepts, begann sein viel zitiertes Werk *Beyond Boredom and Anxiety* mit den Worten:

„In a world supposedly ruled by the pursuit of money, power, prestige, and pleasure, it is surprising to find certain people who sacrifice all those goals for no apparent reason: people who risk their lives climbing rocks, who devote their lives to art, who spend their energies playing chess. By finding out why they are willing to give up material rewards for the elusive experience of performing enjoyable acts, we hope to learn something that will allow us to make everyday life more meaningful.“ (Csikszentmihalyi 1975, S.1)

Mit diesen zwei einleitenden Sätzen, deren Worte bis heute nichts von ihrer Aussagekraft eingebüßt haben, beschrieb er bereits unmittelbar zu Beginn des Buches den hauptsächlichen Grund seiner Forschungsbemühungen. Csikszentmihalyi versuchte zu verstehen, warum Menschen bestimmte Tätigkeiten immer wieder ausführen, selbst wenn diese keine erkennbare extrinsische, also von außen zugeführte, Belohnung wie Geld, Macht oder Ansehen zur Folge haben würden (z.B. Bergsteigen, Tanzen oder Schachspielen). Er vermutete, der Grund dafür und damit der Anreiz müsse in der ausgeführten Tätigkeit selbst zu finden sein und bezeichnete sie daher als *autotelisch* (aus dem griechischen auto = selbst und telos = Ziel, Csikszentmihalyi 1975, S.10, eigene Übersetzung). Seine Überlegungen standen damals in komplettem Gegensatz zu der vorherrschenden Überzeugung einer behavioristisch geprägten Motivations-Psychologie (siehe z.B. Skinner 1971), die auf der Vorstellung beruhte, extrinsische Anreize seien verantwortlich für menschliche Verhaltensweisen. Dennoch hielt Csikszentmihalyi an seinen Überlegungen fest und widmete seine nachfolgenden Forschungsbemühungen dem Phänomen, das er selbst einige Zeit später *Flow* nannte.

Im Zuge seiner ersten Untersuchungen befragte Csikszentmihalyi in einer Vielzahl qualitativer Interviews unter anderem Extremsportler, Musiker und Künstler und versuchte, deren Motivation für die fortwährende Ausübung von Tätigkeiten ohne erkennbaren extrinsischen Anreiz zu ergründen. Durch das Miteinbeziehen von beispielsweise Chirurgen und Lehrern in seine Untersuchungen unternahm er außerdem einen Vergleich zwischen arbeits- und freizeitbezogenen Tätigkeiten. Obgleich derartige Berufe extrinsische Anreize

in Form einer Bezahlung und eines zumeist recht hohen gesellschaftlichen Ansehens mit sich bringen, vermutete er, dass auch solche Tätigkeiten zu wesentlichen Anteilen um ihrer selbst willen ausgeübt werden (Csikszentmihalyi 1975, S. 5). Das Ergebnis seiner Untersuchungen waren sich wiederholende Beschreibungen ein und desselben Erlebnisses. Csikszentmihalyi beschrieb es zusammenfassend mit den Worten:

“(...) *a unified flowing from one moment to the next, in which he is in control of his actions, and in which there is little distinction between self and environment, between stimulus and response, or between past, present, and future.*” (Csikszentmihalyi 1975, S. 36).

Dieses Gefühl des fließenden Übergangs von einem Moment zum nächsten trug letztendlich maßgeblich zur Namensgebung des Flow-Phänomens bei, das mit anderen Worten als

„*das tiefe Versunkensein bzw. das reflexionsfreie Aufgehen in einer glatt laufenden Tätigkeit*“ beschrieben werden kann (Keller u. Landhäußer 2011, S. 214).

Im Laufe der Forschungsbemühungen Csikszentmihalyis kristallisierten sich mehrere Grundbedingungen heraus, für die eine ursächliche Bedeutung im Rahmen der Entstehung eines stabilen Flow-Erlebens bei der Ausübung einer Tätigkeit angenommen wurde (nach Nakamura u. Csikszentmihalyi 2002, S. 90):

- 1) die wahrgenommene **Passung** von Anforderungen und Fähigkeiten
- 2) eine **klare Zielsetzung** und ein promptes und **eindeutiges Feedback**

Handlungen, bei deren Ausübung diese Voraussetzungen erfüllt sind, können nach Ansicht von Csikszentmihalyi zu Flow-Erleben führen. Mit *Passung* ist dabei das Übereinstimmen der für die korrekte Ausübung der Tätigkeit benötigten und der zur Verfügung stehenden individuellen Fähigkeiten gemeint.

Das subjektive Erleben im Flow-Zustand selbst kann außerdem durch verschiedene weitere Kernkomponenten beschrieben werden. Dazu gehören:

- 3) eine maximale **Konzentration** auf die auszuführende Tätigkeit
- 4) das **Verschmelzen** von Handlung und Wahrnehmung
- 5) der **Verlust von Selbstaufmerksamkeit** und selbstreflexiven Gedanken
- 6) das intensive **Gefühl von Kontrolle** bezüglich der ausgeführten Tätigkeit
- 7) eine **veränderte Wahrnehmung der Zeit** (meist beschleunigt ablaufend) und
- 8) die **Ausführung um der Tätigkeit selbst willen** (= autotelische Komponente)

Das Verschmelzen von Handlung und Wahrnehmung ist dabei im Sinne der oben bereits beschriebenen „*glatt laufenden Tätigkeit*“ (Keller u. Landhäußer 2011, S. 214) zu verstehen.

Diese acht (bzw. bei Alleinstellung des Merkmals *eindeutiges Feedback* neun) Faktoren beschreiben alle möglichen Einzelkomponenten sowie die zentralen Rahmenbedingungen des Flow-Erlebens. Dabei gilt nach Csikszentmihalyi die subjektiv wahrgenommene Passung als zentrale Voraussetzung für das Entstehen von Flow.

Das Erleben von Flow in den verschiedensten Situationen wird stets als sehr positiv empfunden (Schüler u. Engeser 2009) und darüber hinaus mit generellem Wohlbefinden in Zusammenhang gebracht (Smolej-Fritz u. Avsec 2007, eigene Übersetzung). Dies macht, unabhängig von möglicherweise vorliegenden extrinsischen Belohnungen, sehr wahrscheinlich den Anreiz für eine wiederholte Ausführung der entsprechenden Flow-auslösenden Tätigkeiten aus. Aufgrund dieser angenehmen Begleiterscheinungen von Flow wird seit einigen Jahren, insbesondere auch von Csikszentmihalyi selbst, propagiert, dass das Phänomen der Schlüssel zu einem glücklichen (Berufs-) Leben sei und man die Zeit im Flow möglichst in jeder Hinsicht maximieren sollte:

„*A good life is one that is characterized by complete absorption in what one does*“ (Nakamura u. Csikszentmihalyi 2002, S. 89).

Für eine nähere Betrachtung im Kontext depressiver Erkrankungen, die bekanntermaßen mit einer von Niedergeschlagenheit und Traurigkeit geprägten Stimmung einhergehen, scheint das Flow-Phänomen also geradezu prädestiniert zu sein.

1.2 Die experimentelle Messung von Flow

Zu Beginn seiner Untersuchungen befragte Csikszentmihalyi Personen in halb-strukturierten qualitativen Interviews retrospektiv zu ihren bisherigen Flow-Erlebnissen (Csikszentmihalyi 1975). Die Antworten und Beschreibungen, die er im Rahmen dieser ersten Interviews erhielt, verwendete er später zur Formulierung des „Flow Questionnaire“. Bei diesem Fragebogen mussten die Probanden nach Durchsicht kurzer Beschreibungen verschiedener Flow-Erlebnisse angeben, wie oft und in welchem Kontext sie bereits selbst Derartiges erlebt hatten (Delle Fave u. Massimini 1988). Das Verfahren diene insbesondere der Identifizierung Flow-auslösender Ereignisse. Im Folgenden wird diesbezüglich die englische Bezeichnung Flow Questionnaire beibehalten, um eine Verwechslung mit dem in der vorliegenden Studie verwendeten Flow-Fragebogen zu vermeiden.

Um Flow direkt im Bereich des täglichen Lebens untersuchen zu können, wurde bald darauf die, bereits aus anderen Forschungsbereichen bekannte, sog. Experience Sampling Methode verwendet (ESM, Csikszentmihalyi et al. 1977). Ihre Funktionsweise konnte von Csikszentmihalyi im Rahmen einer späteren Forschungsarbeit nochmals bestätigt werden (Csikszentmihalyi u. Larson 1987). Bei diesem Verfahren erhält der Studienteilnehmer für eine bestimmte Zeitdauer (z.B. eine Woche) einen Empfänger, der zu zufälligen oder definierten Tageszeitpunkten ein Signal abgibt, auf welches hin der Proband einen Fragebogen bezüglich der unmittelbar zuvor ausgeführten Tätigkeiten ausfüllen soll (Csikszentmihalyi u. Larson 1987; Moneta u. Csikszentmihalyi 1996). Flow-Ereignisse werden dann bei der späteren Auswertung der Fragebögen entweder anhand der von den Probanden angegebenen Passung von Anforderung und Fähigkeiten oder mit Hilfe der Angaben zu den verschiedenen Flow-Komponenten (beispielsweise der Konzentration, der Involviertheit oder des subjektiven Vergnügens) identifiziert und können anschließend eingehender untersucht werden (Nakamura u. Csikszentmihalyi 2002, S. 94). Dieses Vorgehen erlaubt es dem Probanden aufgrund der zeitlichen Nähe zwischen der Bearbeitung des Fragebogens und dem eventuell vorher erlebten Flow, die betreffenden Erlebnisse noch in ausreichender Qualität zu erinnern und zu beschreiben. Die ESM ist also im Vergleich zu den vorherigen Messmethoden (qualitative Interviews und Flow Questionnaire) nicht auf die retrospektive Rekonstruktion lange zurückliegender Flow-Erlebnisse angewiesen (Nakamura u. Csikszentmihalyi 2002, S. 94). Vermutlich auch aufgrund der prinzipiell einfachen Handhabung und der Möglichkeit mit relativ geringem Aufwand eine größere Menge an Daten zu generieren, wurde die Methode während der letzten Jahre in einer Vielzahl von Arbeiten zum Thema Flow verwendet (siehe z.B. Bringsen et al. 2011; Gaggioli et al. 2013; Heo et al. 2010; Massimini et al. 1987; Moneta u. Csikszentmihalyi 1996).

Nichtsdestotrotz gibt es auch einige Nachteile der Experience Sampling Methode, die nicht unerwähnt bleiben sollten. So ist es vorstellbar, dass das Erleben von Flow durch den Signalgeber unterbrochen oder verhindert werden könnte. Zudem könnte das Flow-Erleben so intensiv sein, dass das Signal und der auszufüllende Fragebogen ignoriert werden und das besonders intensive Flow-Erlebnis daher in den erhobenen Daten letztlich nicht auftaucht, was die Datenqualität und -validität beeinträchtigen würde. Darüber hinaus ist hervorzuheben, dass mit Hilfe der Experience Sampling Methode lediglich korrelative Daten

generiert werden können (Keller u. Bless 2008), anhand derer es nicht möglich ist, kausale Zusammenhänge zu identifizieren.

Es war daher eine logische Konsequenz, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem Flow unter kontrollierten experimentellen Bedingungen untersucht werden kann. Insbesondere die Möglichkeiten physiologische Vorgänge identifizieren sowie, aufgrund der hohen Datenqualität, objektive Aussagen hinsichtlich Ursache und Wirkung des Flow-Erlebens treffen zu können, sprachen für experimentelle Untersuchungen. So wurden letztlich verschiedene Paradigmen entwickelt, mit deren Hilfe es mittlerweile möglich ist, über eine Manipulation der Passung Flow im Labor zu erzeugen. In erster Linie wurden hierzu bisher Computerspiele verwendet, wie z.B. Tetris (Keller et al. 2011; Keller u. Bless 2008), Quiz-Spiele (Keller et al. 2011), Pacman (Peifer et al. 2015) oder sogenannte First Person Shooter (Kivikangas 2006). Aber auch mit Hilfe computergestützter Kopfrechen-Aufgaben wurde bereits im Rahmen mehrerer jüngerer Studien erfolgreich Flow erzeugt (Ulrich et al. 2016; Ulrich et al. 2014). Die Möglichkeit mit Hilfe von Spielen oder anderen Programmen computergestützt Flow zu induzieren, hat sich mittlerweile als geeignete experimentelle Methode etabliert. Alle genannten Paradigmen funktionieren mit Hilfe einer Manipulation der Passung von Anforderungen und Fähigkeiten. Dabei wird in einer adaptiven Manipulationsbedingung sicher gestellt, dass die Schwierigkeit der Aufgaben sich laufend an das momentane individuelle Fähigkeitsniveau des Probanden anpasst. Dieses experimentelle Verfahren der Flow-Induktion hat den entscheidenden Vorteil, dass es prinzipiell möglich ist, die benötigten vegetativen Parameter, wie z.B. die Herzfrequenz oder die Elektrodermale Aktivität (EDA, auch als GSR, Galvanic Skin Response bezeichnet) in Echtzeit während des Flow-Erlebens zu messen. Nach Beenden der Flow-induzierenden Aufgabe können mit Hilfe von Fragebögen oder Interviews nach wie vor auch noch retrospektive Daten hinsichtlich der einzelnen Komponenten des Flow-Erlebens gewonnen und diese mit den Ergebnissen der vorherigen Echtzeit-Messungen verglichen werden. Abgesehen von dem meist höheren zeitlichen (und bisweilen finanziellen) Aufwand sind experimentelle Studiendesigns daher zur Untersuchung der physiologischen Vorgänge während des Flow-Erlebens von deutlichem Vorteil gegenüber den beschriebenen anderen Methoden.

1.3 Flow und Depression

Nach der International Classification of Diseases Version 10 (ICD-10) besteht eine depressive Erkrankung, wenn typische Symptome wie z.B. gedrückte Stimmung, Verlust

von Interesse und Freude, ein verminderter Antrieb und eine gesteigerte Ermüdbarkeit in bestimmter Anzahl vorhanden sind. Darüber hinaus kann eine Vielzahl weiterer, eher unspezifischer Beschwerden, wie z.B. Konzentrations-, Aufmerksamkeits- oder Schlafstörungen auftreten. Anhand der Anzahl und Schwere der vorliegenden Symptome erfolgt eine dreistufige Schweregradeinteilung der meist in Episoden verlaufenden Erkrankung (Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information 2016).

Obwohl verschiedene Arbeiten immer wieder bestätigen, dass die Depression mit steigender Tendenz weltweit zu den häufigsten psychischen Erkrankungen gehört und im Jahr 2015 global gesehen der dritthäufigste Grund für ein Leben mit Behinderung war (GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators 2016; Steel et al. 2014), wurde der Zusammenhang zwischen Depression und Flow bisher kaum untersucht. Insbesondere aufgrund der bereits beschriebenen positiven Wirkung von Flow auf das allgemeine Befinden könnte eine nähere Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Flow und dem Krankheitsbild der Depression jedoch von großem, möglicherweise sogar therapeutischem Nutzen sein.

Die Vermutung liegt allerdings nahe, dass Flow-Erleben bei Personen, die an einer Depression erkrankt sind, nur verändert oder deutlich eingeschränkt möglich sein könnte. So sind kognitive Störungen, wie beispielsweise eine herabgesetzte Konzentrationsfähigkeit ein häufiges Symptom im Rahmen einer depressiven Episode (McIntyre u. Lee 2016; Rock et al. 2014). Für das Erreichen eines stabilen Flow-Zustandes gilt die Fähigkeit, seine Aufmerksamkeit bündeln und auf eine bestimmte Tätigkeit richten zu können (= sich auf die Tätigkeit zu konzentrieren) als unabdingbar. Erst in einem Zustand tiefer Konzentration können durch eine gerichtete Aufmerksamkeit Handlung und Wahrnehmung verschmelzen, sowie eine Veränderung der Zeit- und ein Verlust der Selbstwahrnehmung auftreten, wobei insbesondere die Aufrechterhaltung von Flow nur im Rahmen einer andauernden Fokussierung der Aufmerksamkeit auf die zu bearbeitende Tätigkeit möglich ist (Nakamura u. Csikszentmihalyi 2002, S. 92). Es scheint daher fraglich, ob das Konzentrationsvermögen depressiver Probanden ausreicht, um Flow generieren bzw. aufrechterhalten zu können.

De Manzano beispielsweise bezeichnete Flow als einen „*Zustand müheloser Aufmerksamkeit, der durch das Zusammenspiel zwischen positivem Affekt und hoher Aufmerksamkeit entsteht*“ (de Manzano et al. 2010, eigene Übersetzung) und bekräftigt mit dieser Aussage die Vermutung, dass während einer depressiven Phase, die per Definition

von einer negativen Grundstimmung, also einem negativen Affekt begleitet wird, ein stabiler Zustand des Flow-Erlebens wahrscheinlich nur schwer erreicht werden kann.

Da „*Flow (...) ein Zustand [ist], in welchem die Person sich gleichzeitig kognitiv effizient, motiviert und zufrieden fühlt*“ (Moneta u. Csikszentmihalyi 1996, S. 277, eigene Übersetzung) scheint eine nähere Betrachtung des Flow-Erlebens bei Personen mit klinisch manifester depressiver Erkrankung dennoch sinnvoll zu sein. Denn falls die Vermutung zutrifft, dass „*die erfolgreiche Suche nach Flow (...) wahrscheinlich (...) auch die mentale Gesundheit [verbessert]*“ (Moneta u. Csikszentmihalyi 1996, S. 278, eigene Übersetzung), liegt ein sinnvoller therapeutischer Nutzen von Flow im Rahmen der Behandlung depressiver Erkrankungen zumindest im Bereich des Möglichen.

In der - soweit ersichtlich - bisher einzigen zu diesem Thema veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeit konnte gezeigt werden, dass depressiv erkrankte Personen zumindest prinzipiell in der Lage sind, Flow zu erleben und man die Sporttherapie depressiver Patienten mit der Integration von Flow verbessern könnte. Die Intention dieser Studie von Reinhardt et al. (2008) war, zu untersuchen, ob man sich die autotelische Komponente von Flow im Rahmen der Sporttherapie zunutze machen könnte, um dem Motivationsproblem vieler depressiv Erkrankter hinsichtlich sportlicher Betätigung entgegen zu wirken. Reinhardt und Kollegen vermuteten, dass das Erleben von Flow diesbezüglich intrinsisch motivierend wirken und den Patienten die wiederholte sportliche Betätigung somit erleichtern könnte. Allerdings wurde im Rahmen der Arbeit ausschließlich eine Stichprobe depressiver Probanden untersucht, so dass es bis heute keinen Vergleich zwischen gesunden und depressiven Personen hinsichtlich möglicher Unterschiede im Flow-Erleben gibt.

Allem voran hatte die vorliegende Arbeit somit das Ziel, zu untersuchen, inwiefern sich depressive Probanden hinsichtlich ihrer Fähigkeit Flow zu erleben von gesunden Personen unterscheiden und ob es ihnen tatsächlich möglich ist, in einen stabilen Zustand des Flow zu gelangen. Im Rahmen dessen ist es außerdem für die Ergebnisse der hier vorliegenden Arbeit und auch für zukünftige Untersuchungen von großem Interesse, ob depressive Probanden für eine Manipulation der Passung zur Etablierung eines Flow-Zustands überhaupt zugänglich sind und inwiefern sie sich auch in dieser Hinsicht möglicherweise von gesunden Probanden unterscheiden. Die erste Fragestellung lautet daher zusammenfassend:

Fragestellung I: Gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen dem Flow-Erleben gesunder und depressiver Probanden?

Zudem wird im Rahmen dieser Arbeit untersucht, inwiefern sich das Erleben von Flow auf das Angstempfinden der Probanden auswirkt. In der Arbeit von Reinhardt et al. (2008) wird ein deutlicher Effekt der durchgeführten Laufband-Intervention auf verschiedene affektive Zustände beschrieben. Die depressiven Probanden gaben im Verlauf eine positivere Stimmung und weniger empfundene Deprimiertheit an. Allerdings bleibt letztendlich unklar, ob dieser Effekt eine Folge der sportlichen Betätigung oder des erlebten Flow war. Die hier vorliegende Arbeit untersucht daher unabhängig von einer körperlichen Betätigung, ob die momentan empfundene Angst der Probanden im Zusammenhang mit dem Grad des erlebten Flow steht, um herauszufinden, ob eine sinnvolle therapeutische Verwendung von Flow in der Behandlung affektiver Erkrankungen prinzipiell möglich wäre:

Fragestellung II: Hat das Erleben von Flow Einfluss auf die Stimmungslage der Probanden?

1.4 Die physiologischen Korrelate des Flow-Erlebens: Stress durch Flow?

Die Anpassung der Körperfunktionen an akute Gefahrensituationen erfolgt im menschlichen Körper über verschiedene Regelkreise. Als Teil des peripheren Nervensystems (PNS) umfasst das vegetative Nervensystem (VNS) neben dem viszeralen/enterischen Nervensystem auch den Sympathikus und den Parasympathikus. Der Sympathikus mit den Hormonen Adrenalin und Noradrenalin ist mit seiner sog. ergotropen Funktionsweise für die Aktivierung des Körpers im Sinne einer „Fight or Flight“-Reaktion im Rahmen akuter Gefahrensituationen zuständig. Der Parasympathikus sorgt mit seiner trophotropen Funktion für die anschließende Regeneration des Körpers, die für eine dauerhafte Gesundheit essentiell ist. In der vorliegenden Arbeit wird Serotonin als hormoneller Vertreter der trophotropen Achse verwendet. Dieser Neurotransmitter ist an verschiedenen zentralnervösen Vorgängen beteiligt, die in Beziehung mit der Regeneration des Körpers stehen, insbesondere der Regulation von Schlaf, Appetit und Stimmung.

Neben der ergotropen SAM-Achse (Sympathisch-Adrenal-Medulläre-Achse, Sympathikus) und der trophotropen Achse (Parasympathikus) ist auch die sog. HPA-Achse (Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse, englisch: Hypothalamic-Pituitary-Adrenal axis) ein wichtiger Bestandteil im Rahmen der Aufrechterhaltung der Homöostase.

Zu den Zielhormonen dieses hormonellen Regelkreises gehören Glukokortikoide (v.a. Cortisol), Mineralokortikoide (v.a. Aldosteron) und Androgene. Im Rahmen der Anpassung an verschiedenste Belastungssituationen sind hier vor allem die Glukokortikoide essentiell. Sie sorgen, insbesondere in Form des Hauptvertreters Cortisol, unter anderem für die ausreichende Energie-Versorgung des Körpers. Neben Cortisol wurde im Rahmen der hier beschriebenen Studie auch das Adrenocorticotrope Hormon (ACTH) gemessen, welches in der Hypophyse gebildet wird und zur Ausschüttung von Cortisol in der Nebennierenrinde führt.

Die genannten hormonellen Systeme sind zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit des Körpers unabdingbar. Eine erhöhte Aktivität der SAM- und/oder der HPA-Achse kann je nach auslösender Situation und Dauer der Aktivität als Stress wahrgenommen werden. Unter normalen Umständen ist Stress eine Reaktion auf akute Gefahrensituationen physischer (z.B. Hitze, Kälte) oder nichtphysischer Art (z.B. mentale Belastungen). Der menschliche Körper reagiert auf derartige, potentiell lebensbedrohliche, bzw. als lebensbedrohlich empfundene Ereignisse durch Anpassung physiologischer Parameter wie z.B. der Herzfrequenz oder des Blutdrucks, um mit temporär erhöhter Leistungsfähigkeit adäquat auf Gefahren reagieren zu können und – im evolutionären Sinne – seine Überlebenschancen zu maximieren. Solche akuten lebensbedrohlichen Situationen sind heutzutage glücklicherweise selten geworden. Unter anderem aufgrund der zunehmenden Digitalisierung und der damit einhergehenden uneingeschränkten Erreichbarkeit, der Lärmverschmutzung in Städten und der oftmals begleitenden beruflichen und bisweilen auch privaten Belastungen kommt es allerdings mittlerweile bei großen Teilen der Bevölkerung zu einer anhaltenden Kumulation einer Vielzahl unterschiedlicher Stressoren und damit zu einer dauerhaften Aktivierung der verschiedenen Stressachsen ohne dass Ruhe- und Entspannungsphasen für das benötigte regenerative Gleichgewicht sorgen können. Diese dauerhafte Aktivierung kann langfristig deutliche gesundheitliche Folgen haben, ein ursächlicher Zusammenhang mit der Entstehung von kardialen Erkrankungen (Kivimaki et al. 2002; Rod et al. 2009) gilt beispielsweise als gesichert.

In den letzten Jahren wurden die Forschungsbemühungen bezüglich der physiologischen Korrelate des Flow-Erlebens zunehmend intensiviert. Insbesondere die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Stress und Flow fand vermehrt Beachtung, nachdem eine erste Studie gezeigt hatte, dass das Erleben von Flow mit einer Aktivierung des sympathischen Nervensystems einhergeht und zugleich ein Zusammenhang mit Parametern besteht, die mit

mental load (kognitiver Belastung, eigene Übersetzung) assoziiert sind (de Manzano et al. 2010). Wenig später wurde berichtet, dass Flow mit erhöhten Cortisol-Spiegeln im Speichel und einer erniedrigten Herzratenvariabilität einhergeht (Keller et al. 2011). Beide Parameter gelten als Indikatoren für erlebten Stress (Pruessner et al. 1999; Sloan et al. 1994). Gaggioli et al. zeigten darüber hinaus einen Zusammenhang zwischen Flow und einer erhöhten Herzfrequenz, sowie einem erhöhten LF/HF-Verhältnis (Gaggioli et al. 2013). Das Verhältnis von LF zu HF ist ein Parameter der Herzratenvariabilität und zeigt Verschiebungen des Gleichgewichts zwischen sympathischer und parasympathischer Aktivität an, wobei ein Anstieg für eine erhöhte sympathische Aktivität spricht (Pagani et al. 1986). All diese Ergebnisse sprechen für eine Belastung durch Flow, die im Sinne eines Stresserlebens zu interpretieren ist und über eine Aktivierung der SAM- und HPA-Achse vermittelt wird. Auch wenn der Aspekt einer möglichen schädigenden Wirkung von Flow auf den menschlichen Körper bisher nur wenig beachtet wurde, mehren sich die Hinweise, dass Flow zumindest aus physiologischer Sicht als eine Form kognitiver Belastung anzusehen ist.

Um fundierte Aussagen hinsichtlich möglicher gesundheitsschädlicher Folgen von Flow-Erleben treffen zu können, ist eine genauere Charakterisierung der zugrunde liegenden physiologischen Vorgänge von großer Bedeutung, insbesondere im Hinblick auf die oft angepriesenen Vorteile einer Maximierung des Flow-Erlebens in Beruf und Freizeit. Auch im Hinblick auf eine mögliche therapeutische Verwendung von Flow ist ein Zuwachs an Wissen in diesem Bereich unabdingbar. Eines der Hauptanliegen der hier beschriebenen Studie war es daher, einen Beitrag zum besseren Verständnis der biophysiological Korrelate des Flow-Erlebens zu leisten.

Im Zuge dessen erfolgt zuerst ein Vergleich der Ruhe-Aktivität der Stressachsen von gesunden und depressiven Probanden, um mögliche Unterschiede in die weiteren Betrachtungen miteinbeziehen zu können. Anschließend wird die Aktivität der verschiedenen Stressachsen im Verlauf des Experiments näher betrachtet, um ein besseres Verständnis der dem Flow-Erleben zugrundeliegenden physiologischen Vorgänge zu erreichen:

Fragestellung III: Gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen der Aktivität der Stressachsen gesunder und depressiver Probanden?

Über einen korrelativen Vergleich des Flow-Erlebens und der Konzentration der Hormone Adrenalin, Noradrenalin, ACTH, Cortisol und Serotonin im peripheren Blut wird schließlich untersucht, ob ein direkter Zusammenhang zwischen verschiedenen Flow-Parametern und der hormonellen Aktivität der Stressachsen besteht:

Fragestellung IV: Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Aktivität der Stressachsen und dem Flow-Erleben der Probanden?

1.5 Zusammenfassung und Intention der Studie

Das Ziel dieser Arbeit ist, Flow-Erleben bei Probanden mit einer klinisch manifesten depressiven Erkrankung im Vergleich zu einer gesunden Stichprobe zu untersuchen, sowie mögliche Unterschiede hinsichtlich der zugrunde liegenden psychophysiologischen und neuroendokrinen Reaktionen aufzudecken und zu beschreiben. Im Hinblick auf zukünftige Forschungsbemühungen soll darüber hinaus auch geklärt werden, ob eine Manipulation der Passung im experimentellen Setting geeignet ist, um bei depressiven Probanden Flow auszulösen.

Im Rahmen der weiteren Ausführungen kommt vor allem der Charakterisierung der biophysiologischen Korrelate des Flow-Erlebens eine zentrale Bedeutung zu. Darüber hinaus soll eruiert werden, inwiefern Flow-Erleben einen Einfluss auf die empfundene Angst gesunder und depressiver Probanden hat.

Unter Miteinbeziehung aller Ergebnisse soll schließlich im Laufe der Arbeit erörtert werden, inwieweit das Erleben von Flow im Zusammenhang mit Stress steht und ob eine Verwendung von Flow in der Behandlung affektiver Erkrankungen sinnvoll erscheint und verantwortbar ist.

1.6 Fragestellungen und Hypothesen

Im Folgenden werden die Fragestellungen und Hypothesen nochmals in ihrer Gesamtheit aufgeführt:

Fragestellung I: Gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen dem Flow-Erleben gesunder und depressiver Probanden?

Hypothese 1: Gesunde Probanden erleben während des Rechnens in der adaptiven Manipulation mehr Flow als während der Langeweile- und der Überforderungs-Manipulation.

Hypothese 2: Die Probanden der beiden Stichproben unterscheiden sich hinsichtlich ihres subjektiven Flow-Erlebens während des Rechnens, was zu unterschiedlichen Ergebnissen in den untersuchten Flow-Parametern führt.

Fragestellung II: Hat das Erleben von Flow Einfluss auf die Stimmungslage der Probanden?

Hypothese 3: Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Grad des Flow-Erlebens und der subjektiv empfundenen Angst der Probanden.

Fragestellung III: Gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen der Aktivität der Stressachsen gesunder und depressiver Probanden?

Hypothese 4: Die Probanden der beiden Stichproben unterscheiden sich hinsichtlich der Ruhe-Werte der Herzfrequenz, des Blutdrucks, der Elektrodermalen Aktivität sowie der Konzentrationen der Hormone Adrenalin, Noradrenalin, ACTH, Cortisol und Serotonin im peripheren Blut.

Hypothese 5: Die Probanden der beiden Stichproben unterscheiden sich hinsichtlich des Verlaufs der Herzfrequenz, des Blutdrucks, der Elektrodermalen Aktivität sowie der Konzentrationen der Hormone Adrenalin, Noradrenalin, ACTH, Cortisol und Serotonin im peripheren Blut während der verschiedenen Rechen-Manipulationen.

Fragestellung IV: Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Aktivität der Stressachsen und dem Flow-Erleben der Probanden?

Hypothese 6: Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Konzentration der Hormone Adrenalin, Noradrenalin, ACTH, Cortisol und Serotonin im peripheren Blut und dem Grad des Flow-Erlebens während des Rechnens in der adaptiven Manipulation.

2. Material und Methoden

2.1 Studienkohorten

Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Daten wurden mit Hilfe zweier verschiedener Kohorten (Stichproben) im Rahmen der FLIPP-Studie (**FL**ow **I**n **P**sychosomatik und **P**sychologie) zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm ermittelt.

2.1.1 Stichprobe gesunder Probanden

Es wurden 39 gesunde Probanden im Alter zwischen 40 und 71 Jahren ohne relevante somatische oder psychische Vorerkrankungen (19 weibliche, 20 männliche Probanden, Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Untersuchung $M = 55,3$ Jahre; $SD = 8,76$) im Zeitraum von April bis Dezember 2011 in der Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie der Universität Ulm untersucht. Die Erhebung dieser Daten erfolgte durch Frau cand. med. Christina Rau und Herrn cand. med. Alexander Demel. Im Rahmen der Dissertation „Untersuchung Flow-spezifischer psychovegetativer und hormoneller Muster anhand eines experimentellen Paradigmas“ (Rau 2016) wurde ein Teil der Daten bereits veröffentlicht.

2.1.2 Stichprobe depressiver Probanden

Die zweite Stichprobe bestand aus 31 Personen im Alter zwischen 31 und 61 Jahren (17 weibliche, 14 männliche Probanden, Durchschnittsalter zum Zeitpunkt der Untersuchung $M = 45,9$ Jahre; $SD = 7,77$). Die Durchführung dieses Studienteils erfolgte im Zeitraum von März 2014 bis April 2015 ebenfalls an der Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie der Universität Ulm sowie in Günzburg an der Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II der Universität Ulm. Die Datenerhebung erfolgte durch Frau Silvia Rajec sowie den Autor der vorliegenden Arbeit. Im Rahmen der Masterarbeit „Flow und Depression: Psychophysiologische Konsequenzen des Flow-Erlebens“ (Rajec 2014) wurde ein Teil der Daten bereits veröffentlicht.

Voraussetzung für die Teilnahme an der Studie innerhalb dieser Stichprobe war das gegenwärtige Vorliegen einer der folgenden psychischen Erkrankungen:

- eine (mindestens) leichte oder mittelgradige depressive Episode (F 32.0 / F 32.1 nach ICD-10)
- eine rezidivierende depressive Störung, gegenwärtig eine (mindestens) leichte oder mittelgradige depressive Episode (F 33.0 / F 33.1 nach ICD-10)

- eine bipolare affektive Störung, gegenwärtig eine (mindestens) leichte oder mittelgradige depressive Episode (F 31.3 nach ICD-10)

Nach sorgfältiger vorheriger Überprüfung der vorliegenden Diagnosen wurden mögliche Probanden während ihres ambulanten oder stationären Aufenthalts in einer der beiden oben genannten Kliniken rekrutiert. Um die Ergebnisse der Studie möglichst störungsfrei interpretieren zu können, wurden im Hinblick auf eventuell vorhandene Komorbiditäten einige Ausschlusskriterien festgelegt:

- Akute Suizidalität
- Aktuelle Demenz und alle organisch bedingten psychischen Erkrankungen (F 00 bis F 09 nach ICD-10)
- Chronische Entzündungsprozesse
- Derzeitige oder frühere Episode einer schizoaffektiven oder schizophreniformen Psychose (F 20 bis F 29 nach ICD-10)
- Arterielle Hypertonie
- Koronare Herzerkrankung
- Einnahme oraler Kontrazeptiva
- Einnahme von Hormonersatzpräparaten

2.2 Ablauf der Studie

Im Rahmen eines informierenden Gesprächs wurden die in Frage kommenden Probanden nach ihrer Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie gefragt. Während dieses Treffens wurde den Personen außerdem Ablauf, Inhalt und Zweck der Studie ausführlich beschrieben. Die Teilnahme erfolgte stets auf freiwilliger Basis und wurde mit einer Aufwandsentschädigung von 30 Euro honoriert, die im Anschluss an die jeweilige experimentelle Erhebung auf ein Konto des Probanden überwiesen wurde. Bei Zustimmung zur Teilnahme wurden die relevanten soziobiographischen Daten des Probanden erhoben und sämtliche Ein- und Ausschlusskriterien erneut abgefragt und gemeinsam mit dem Probanden auf ihre Richtigkeit überprüft. Auch die aktuelle Medikation wurde, insbesondere bei den depressiven Probanden, besprochen. Anschließend erfolgte die Durchführung des Screening-Fragebogens für das Strukturierte Klinische Interview für DSM-IV (SKID, siehe Abschnitt 2.5.11). Hierbei wurde zu jedem der später im Interview abzufragenden Themenblöcke psychischer Erkrankungsbilder je eine Screeningfrage gestellt (insgesamt zwölf), welche vom Patienten mit *1 = Ja*, *2 = Unklar* oder *3 = Nein* beantwortet werden

konnte. Bei Verneinung einer Frage konnte der entsprechende Themen-Block während des eigentlichen Interviews im Rahmen der späteren Erhebung übersprungen werden.

Der Termin für die Durchführung der Studie wurde bei den Probanden der depressiven Stichprobe stets nicht nur mit dem Teilnehmer selbst, sondern auch mit den behandelnden Ärzten der entsprechenden Klinik abgesprochen und so ausgewählt, dass der Ablauf der ambulanten Therapie bzw. des stationären Aufenthaltes nicht zu Ungunsten des Patienten verändert oder unterbrochen werden musste. Frauen mit einem regelmäßigen Zyklus wurden zwischen dem dritten und fünften Tag ihrer Menstruation zur Studienteilnahme einbestellt.

Die teilnehmenden Probanden wurden darüber hinaus gebeten, ab dem Abend vor der Studienteilnahme nicht mehr zu rauchen und keinen Kaffee, Grün- oder Schwarztee mehr zu trinken. Dies sollte einen möglichen Einfluss von Nikotin, Koffein oder Teein auf die Stressachsen und somit auch die Ergebnisse der Untersuchungen verhindern. Zudem wurde den Probanden empfohlen, in der Nacht vor der Studienteilnahme auf ausreichend viel Schlaf zu achten.

Im Hinblick auf mögliche zirkadiane Schwankungen der zu untersuchenden hormonellen und vegetativen Parameter begannen die Erhebungen jeweils zur gleichen Zeit gegen 08:45 Uhr. Die Gesamtdauer des Experiments belief sich auf ungefähr 230 bis 260 Minuten, wobei diese je nach benötigter Zeit für das Ausfüllen der Fragebögen sowie der Durchführung des abschließenden SKID-Interviews variieren konnte. Die folgende Tabelle skizziert den Ablauf im Überblick:

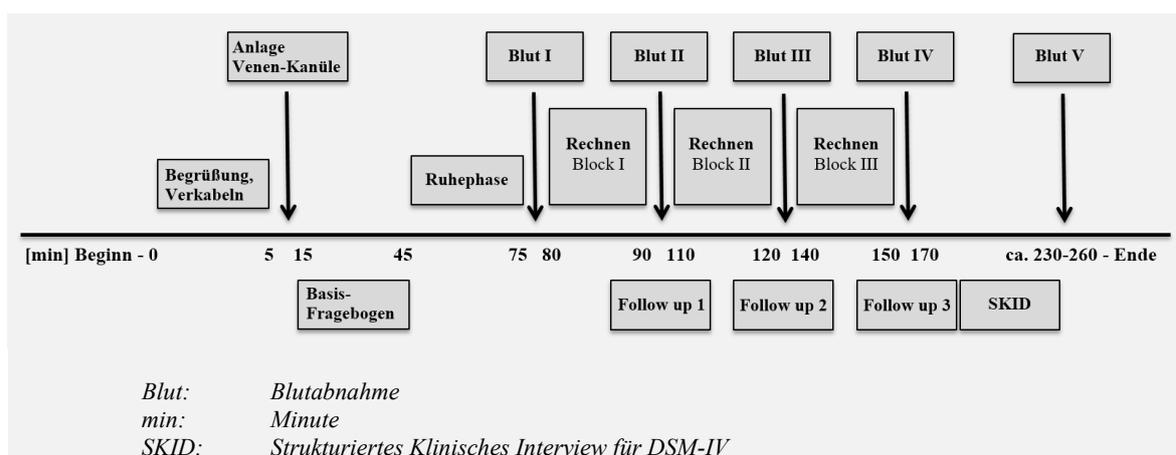


Abb. 1: **Zeitlicher Ablauf einer experimentellen Messung** im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

Nach einer kurzen Begrüßung des Probanden und dem Besprechen bisher ungeklärt gebliebener oder neu aufgetretener Fragen unterzeichnete der Teilnehmer stets eine Zustimmungserklärung. Anschließend wurden die drei EKG-Elektroden zur Erhebung von Herzfrequenz und Herzratenvariabilität (HRV) und der Atmungs-Gurt zur Bestimmung von Atemfrequenz und -tiefe an den vorgesehenen Stellen am Oberkörper des Probanden angebracht. Zusätzlich wurden die beiden Messelektroden zur Ermittlung der Elektrodermalen Aktivität (EDA) an den Fingerkuppen zweier Finger einer Hand befestigt. Überwiegend verwendeten die Probanden zum Ausfüllen der Fragebogen die rechte Hand, so dass die beiden Elektroden meistens am Zeige- und Mittelfinger der linken Hand angebracht wurden. Die Erfassung der genannten Parameter erfolgte mit einem NeXus-10 Mark II der Firma Mind Media (Herten, Niederlande). Sämtliche Daten wurden mittels Bluetooth in Echtzeit an einen Laptop übermittelt und mit Hilfe der dazugehörigen Software Biotrace+ (Mind Media, Herten, Niederlande) aufgezeichnet.

Die Daten für Atmung und Herzratenvariabilität wurden während der gesamten Studie für die Probanden beider Stichproben erfasst. Da sie im Rahmen einer anderen Arbeit verwendet werden sollen, erfolgt keine weitere Beschreibung oder Diskussion dieser Parameter.

Eine im Bereich der Ellenbeuge, des distalen Unterarms oder des Handrückens gelegte Venenverweilkanüle garantierte während der Erhebung eine für den Probanden möglichst stressfreie Blutentnahme. Unter der Annahme, dass die Anlage der Kanüle durch den Schmerzreiz die Aktivität der verschiedenen Stressachsen beeinflussen könnte, folgte nach Anlage der Kanüle und anschließendem Ausfüllen eines allgemeinen Basis-Fragebogens (*Basis Doku*) stets eine 30-minütige Ruhe- und Entspannungsphase. In dieser war der Proband alleine im Raum. Mit Hilfe der Daten, die während dieser Phase kontinuierlich mittels NeXus und Biotrace erfasst wurden, erfolgte in der späteren statistischen Auswertung die Ermittlung der Ruhe-, bzw. Basis-Werte der einzelnen Parameter.

Im Anschluss an die Ruhephase erfolgten die ersten Messungen von Blutdruck und Puls mit einem automatischen Messgerät der Firma Boso (Jungingen, Deutschland) sowie die erste Blutentnahme. Die hierbei ermittelten Informationen dienten in der späteren Auswertung der Daten ebenfalls der Bestimmung der entsprechenden Ruhe-, bzw. Basis-Werte.

Das danach stattfindende eigentliche Experiment bestand aus drei fast identischen Rechenblöcken. Diese drei verschiedenen Manipulationen unterschieden sich nur hinsichtlich der Schwierigkeit der zu bearbeitenden Kopfrechenaufgaben. Auf eine initiale achtminütige

Rechen-Phase folgten stets eine erneute Blutdruck- und Pulsmessung, sowie eine Blutentnahme und die Probanden füllten zur subjektiven Einschätzung der Intensität der einzelnen Komponenten des Flow-Erlebens während des vorherigen Kopfrechnens den sogenannten Flow-Fragebogen und weitere Fragebögen aus (*Follow up 1* bis *3*, je nach zuvor bearbeitetem Rechenblock). Bis zum Beginn der nächsten Rechenphase wurde jeweils eine Zeitspanne von (mindestens) zwanzig Minuten eingehalten, um einerseits dem Probanden genug Zeit zum Ausfüllen des Fragebogens zu geben und andererseits einen Rückgang insbesondere der untersuchten neuroendokrinen Parameter auf das Ruhenniveau zu gewährleisten. Dadurch und durch einen stets gleichen Ablauf des Experiments sollte die Vergleichbarkeit der gewonnenen Daten sichergestellt werden.

Die Erfassung der vegetativen Parameter erfolgte dabei weiterhin kontinuierlich mittels NeXus und Biotrace bis zum Ende des dritten Rechenblocks. Während der Rechenphase befand sich der Proband stets alleine im Raum, um die Aufgaben ohne Störung möglichst konzentriert bearbeiten zu können. Nach Abschluss der drei experimentellen Rechenblöcke endete die Erhebung mit der Durchführung des Strukturierten Klinischen Interviews für DSM-IV zur Verifizierung der Diagnose einer gegenwärtigen depressiven Episode, was je nach Anzahl, Art und Schwere der vorliegenden psychischen Erkrankungen des Probanden zwischen ca. 30 und 75 Minuten dauerte. Die Daten aus einer fünften Blutentnahme nach Durchführung des SKID gingen nicht in die statistische Auswertung der vorliegenden Arbeit mit ein.

2.3 Ethikvotum

Es liegen zustimmende Stellungnahmen der Ethikkommission der Universität Ulm vom 17.03.2011 (Aktenzeichen 19/11 – UBB/se) und 06.12.2013 (Aktenzeichen 19/11 – CL/se) vor.

2.4 Kopfrechen-Paradigma

Im Rahmen des eigentlichen Experiments mussten die Probanden dreimal acht Minuten lang mehrere Rechenaufgaben innerhalb einer festgelegten Zeit von jeweils maximal 18 Sekunden lösen. Die Aufgaben wurden ihnen auf dem Bildschirm eines Laptops präsentiert und sie durften während der Bearbeitung keine Hilfsmittel verwenden.

Das dafür benötigte Programm wurde von der Arbeitsgruppe um Herrn Prof. Keller (Abteilung für Sozialpsychologie, Universität Ulm) entwickelt und erstmals im experimentellen Rahmen benutzt (Ulrich et al. 2014). In der vorliegenden Studie beinhaltet

es drei verschiedene Schwierigkeitsgrade/Manipulationen (Langeweile-, Flow- und Überforderungsmanipulation). Jeder Proband musste jede der drei Manipulationen je einmal bearbeiten. Um bei der späteren Auswertung der Daten Reihenfolgeeffekte zu verhindern, wurden die verschiedenen Rechen-Manipulationen den Probanden in drei unterschiedlichen Abfolgen präsentiert:

- Langeweile - Flow - Überforderung
- Flow - Langeweile - Überforderung
- Überforderung - Flow - Langeweile

Jeder Proband musste die drei Kopfrechen-Blöcke ohne vorherige Kenntnis der Abfolge in der vorgelegten Reihenfolge bearbeiten.

Jeder Rechenblock dauerte acht Minuten. Alle präsentierten Aufgaben bestanden dabei aus der Addition von mindestens 2 Summanden. In der Langeweile-Manipulation mussten sehr einfache Aufgaben gelöst werden, bestehend aus zwei Zahlen, einer zwischen 100 und 109 und einer zwischen eins und neun (z.B. $102 + 7 = ?$), wobei die Zehnerstelle nicht überschritten werden musste, so dass die Aufgaben einen sehr niedrigen Schwierigkeitsgrad aufwiesen.

Im Rahmen der Flow-Manipulation arbeitete das Kopfrechenprogramm hingegen adaptiv. Um die Probanden in den gewünschten Flow-Zustand zu versetzen passte es den Schwierigkeitsgrad der Rechenaufgaben kontinuierlich an die momentane Leistung des Probanden an. So wurde versucht, die optimale Passung zwischen der gestellten Anforderung und den Fähigkeiten des Probanden als unmittelbare Voraussetzung für das Erreichen von Flow zu gewährleisten. Löste der Teilnehmer hierbei zwei Rechnungen nacheinander richtig, erhöhte sich die Schwierigkeit um eine Stufe und die folgenden Aufgaben wurden anspruchsvoller. Wurden hingegen zwei falsch beantwortet, reduzierte sich der Schwierigkeitsgrad der nächsten Aufgaben. So wurde sicher gestellt, dass die aktuellen Anforderungen stets den individuellen Fähigkeiten des Teilnehmers entsprachen. Die Erhöhung des Schwierigkeitsgrads erfolgte dabei automatisch durch zwei verschiedene Mechanismen. Zuerst wurde durch das Computerprogramm automatisch überprüft, ob der letzte zu addierende Summand bei der soeben gelösten Aufgabe bereits zweistellig gewesen war. Wenn dies nicht der Fall war, wurde dieser in der nächsten Aufgabe zweistellig (Beispiel 1, siehe unten). Sollte er bereits zweistellig gewesen sein sollte, erfolgte die Anhebung des Schwierigkeitsgrads über die Einführung eines zusätzlichen einstelligen

Summanden (Beispiel 2, siehe unten). Die folgende Beispiele verdeutlichen diese beiden Möglichkeiten:

1. $17 + 54 + 63 + 3 \rightarrow 14 + 83 + 33 + 19$

oder

2. $17 + 54 + 63 + 34 \rightarrow 14 + 83 + 33 + 19 + 3$

Die Reduzierung des Schwierigkeitsgrades nach falscher Beantwortung zweier Aufgaben erfolgte nach dem selben Schema in umgekehrter Richtung.

Auch im Rahmen der Überforderungs-Manipulation gab es eine derartige Anpassung des Schwierigkeitsgrades der Rechenaufgaben. Die Aufgaben in der Überforderungs-Manipulation waren allerdings deutlich schwieriger und bestanden aus vielen einzelnen Summanden, um die Lösbarkeit in der zur Verfügung stehenden Zeit möglichst unerreichbar zu machen (z.B. $17 + 54 + 63 + 34 + 47$). Bereits die Schwierigkeit zu Beginn lag deutlich über der der adaptiven Manipulation. Damit sollte ein Zustand der Überforderung erreicht werden. Für eine Anhebung der Schwierigkeit mussten drei der letzten fünf Aufgaben richtig gelöst werden, eine Abschwächung erfolgte nach falscher Beantwortung von vier aus fünf Aufgaben, wobei die Anfangsschwierigkeit nicht unterschritten werden konnte. Mit Hilfe dieses Mechanismus sollte sicher gestellt werden, dass der Schwierigkeitsgrad der Überforderungs-Manipulation die individuellen Rechenfähigkeiten des Probanden stets übertrifft (Ulrich et al. 2014).

2.5 Fragebögen – Psychometrische Daten

2.5.1 Basis-Dokumentation

Im Basisfragebogen (*Basis Doku*) wurden zuerst allgemeine soziodemographische Daten der Probanden erfragt. Dazu gehörten Geschlecht, Alter, Familienstand, derzeitige Partnersituation, Anzahl eigener Kinder, Bildungsstand, erlernter Beruf und derzeitige berufliche Situation. Außerdem enthalten waren weitere Fragebögen in folgender Reihenfolge:

- Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)
- Hospital Anxiety and Depression Scale - Deutsche Version (HADS-D)
- State-Trait-Angstinventar (STAI) X1/X2
- Handlungs- und Lageorientierung (HL)
- Locus of Control (LOC)

- Subjective Value Attribution (SVA)

2.5.2 Follow-Up-Dokumentation

Nach jedem der drei Rechen-Blöcke sollten die Probanden einen Fragebogen bearbeiten (*Follow up 1 bis 3*), der jeweils aus den folgenden Teil-Abschnitten bestand:

- Flow-Fragebogen
- STAI X1
- Kontrollfrage bzgl. der Intensität des Bemühens während der Bearbeitung der arithmetischen Aufgaben (F_K)

Der dritte und damit letzte Follow-Up-Fragebogen (*Follow up 3*) enthielt zusätzlich noch einmal einen MDBF.

Um Verwechslungen zu vermeiden gelten im weiteren Verlauf der Arbeit folgende Bezeichnungen:

- MDBF *Basis* (Basis Doku)
- MDBF *Verlauf* (Follow up 3)
- STAI X1 *Basis* (Basis Doku)
- STAI X1 *Langeweile* (Follow up Langeweile-Manipulation)
- STAI X1 *Flow* (Follow up Flow-Manipulation)
- STAI X1 *Überforderung* (Follow up Überforderungs-Manipulation)
- STAI X2 *Basis* (Basis Doku)

In Klammern ist dabei jeweils angegeben, in welchem Rahmen die Fragebögen während des Experiments verwendet wurden.

2.5.3 Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)

Der MDBF (Steyer et al. 1997) ist ein Fragebogen zur Erfassung der aktuellen Befindlichkeit des Probanden. Die 24 enthaltenen Fragen der langen Version sind dabei gleichmäßig drei verschiedenen Skalen zugeteilt: Gute-Schlechte Stimmung, Wachheit-Müdigkeit und Ruhe-Unruhe. Zu jeder dieser Skalen werden dem Probanden acht Adjektive zusammen mit dem vorangehenden Satz *Im Moment fühle ich mich* präsentiert. Jeweils die Hälfte der Begriffe bezieht sich dabei auf eine Richtung der Skala (z.B. gute Stimmungslage oder schlechte Stimmungslage). Der Proband muss zu jedem einzelnen Item auf einer fünfstufigen Skala von *1 = überhaupt nicht* bis *5 = sehr* bezogen auf seine augenblickliche Befindlichkeit Stellung nehmen. Beispiele für die verwendeten Adjektive, zu denen Stellung genommen

werden soll, sind *zufrieden*, *müde*, *unruhig* oder *entspannt*. Je nach Antwort ergeben sich für jedes Einzelitem Punktwerte von eins bis fünf, die aufsummiert dann für jede Skala einen Wert von 8 bis 40 annehmen können. Zur korrekten Auswertung müssen zuvor bei Adjektiven, welche die „negative“ Richtung der Items abfragen (z.B. *müde*, *unruhig*), die Punktwerte invertiert werden. Indem man den originalen Punktwert von der Zahl 6 abzieht, erhält man den für die Auswertung benötigten Wert. Dies kommt einem „Umdrehen“ der jeweils zugewiesenen Punktwerte gleich (z.B. $6 - 5 = 1$ oder $6 - 1 = 5$). Anschließend werden alle Punktwerte aufsummiert und man erhält für jede der drei Skalen den jeweiligen Gesamtwert. Hohe Werte deuten dabei auf eine gute Stimmungslage, einen hohen Grad an Wachheit sowie eine ausgeprägte innere Ruhe und Gelassenheit hin. Die benötigte Zeit zur Bearbeitung der langen Version beträgt laut Handbuch etwa vier bis acht Minuten. Neben dieser Version gibt es noch zwei Kurzversionen (A und B), welche jeweils eine Hälfte der Items enthalten. Bei der Bearbeitung dieser beiden Fragebögen sind jeweils nur etwa drei bis sechs Minuten notwendig. Im Rahmen der hier beschriebenen Studie wurde die Kurzversion A des MDBF verwendet.

2.5.4 Hospital Anxiety and Depression Scale - Deutsche Version (HADS-D)

Der HADS-Fragebogen in seiner deutschen Version (Herrmann-Lingen et al. 2011) ist ein Screening-Instrument zur Erfassung ängstlicher und depressiver Symptomatik und erfragt mit 14 Items entsprechende Beschwerden während der vorangegangenen Woche.

Dabei beziehen sich jeweils sieben der Items auf Ängstlichkeit und sieben auf Depressivität. Die beiden Themengebiete werden im Test abwechselnd bedient. Zu jedem der Items, die jeweils in Form einer Aussage präsentiert werden, soll vom Probanden mittels einer vierstufigen Antwortskala eher zustimmend oder ablehnend Stellung genommen werden. Im Mittel dauert die Bearbeitung des Tests laut Handbuch etwa fünf Minuten. Die Antworten sind dabei nicht einheitlich gewählt, sondern in Art, Inhalt und Reihenfolge an die vorangestellte Aussage angepasst.

Beispiel aus dem Themenbereich Ängstlichkeit:

Mir gehen beunruhigende Gedanken durch den Kopf.

(3) einen Großteil der Zeit

(2) verhältnismäßig oft

(1) von Zeit zu Zeit, aber nicht allzu oft

(0) nur gelegentlich/nie

oder

Beispiel aus dem Themenbereich Depressivität:

Ich kann mich heute noch so freuen wie früher.

(0) ganz genau so

(1) nicht ganz so sehr

(2) nur noch ein wenig

(3) kaum oder gar nicht

Jeweils der Antwort vorangestellt sind die zur Auswertung verwendeten Punktwerte. Für alle Fragen aufsummiert ergeben sie den Gesamtwert des Tests. Da jeder Antwort ein Wert von 0 bis 3 zugeordnet ist, ergeben sich für jede der beiden Skalen Gesamtwerte von 0 bis 21. Diese können separat, oder als wiederum aufsummierter Gesamt-Testwert interpretiert werden. Bei der Auswertung des Fragebogens ist es möglich, den Punktwert maximal eines nicht beantworteten Items zu schätzen, indem man den (aufgerundeten) Mittelwert der anderen sechs Aussagen zugrunde legt. Zur Interpretation der Summenwerte liegen Normtabellen vor, anhand derer das Testergebnis des Probanden mit einer repräsentativen Bevölkerungsstichprobe verglichen werden kann. Außerdem besteht die Möglichkeit, das Ergebnis mittels orientierender Grenzwerte einzuschätzen. Dabei gelten für beide Unterskalen Werte > 10 als auffällig und Werte < 8 als unauffällig, wobei die dazwischenliegenden Werte einen Grenzbereich darstellen.

2.5.5 State-Trait-Angst-Inventar (STAI) X1/X2

Der STAI-Fragebogen in seiner deutschsprachigen Version (Laux et al. 1981) ist aufgeteilt in zwei gleich große Abschnitte X1 und X2 mit jeweils 20 Items. Der erste Teil X1 erfasst dabei die sog. State-Angst (Zustandsangst), also die Intensität des erlebten Angstgefühls im Moment der Bearbeitung des Fragebogens. Demgegenüber dient der zweite Teil X2 der Erfassung der sog. Trait-Angst, also der Angst als Persönlichkeitseigenschaft des Probanden (generelle Ängstlichkeit).

Der STAI wurde für Erwachsene und Jugendliche bis zu einer unteren Altersgrenze von 15 Jahren entwickelt und validiert. Da der Teil X1 sehr sensitiv auf kurzfristige Änderungen im Grad der erlebten Angst reagiert, sollte er dem Probanden immer zuerst vorgelegt werden, da nicht auszuschließen ist, dass ein zuerst ausgefüllter zweiter Teil X2 den X1 in seinem

Ergebnis beeinflussen würde. Der erste Teil (State-Skala, X1) besteht aus zehn Items zu Angst und zehn zu Angstfreiheit. Der zweite (Trait-Skala, X2) beinhaltet dreizehn Items zu Angst und sieben zu Angstfreiheit. Vier Aussagen sind in gleicher Formulierung in beiden Teilen zu finden. Jedes Item innerhalb des Fragebogens besteht aus einer kurzen Aussage über den Gefühlszustand des Probanden.

Beispiele aus dem STAI X1:

Ich bin besorgt, dass etwas schiefgehen könnte.

oder

Ich bin zufrieden.

Beispiele aus dem STAI X2:

Ich mache mir zu viele Gedanken über unwichtige Dinge.

oder

Ich bin ruhig und gelassen.

Mit Hilfe einer vierstufigen Antwortskala nimmt der Proband zu den einzelnen Aussagen Stellung. Dabei sind die Antworten im X1 in Form verschiedener Intensitäten von (1) *überhaupt nicht* bis (4) *sehr* dargestellt und im X2 in Form verschiedener Häufigkeiten von (1) *fast nie* bis (4) *fast immer*. Zur Bearbeitung benötigt man laut Handbuch für jeden der beiden Teile etwa drei bis sechs Minuten.

Zur Bestimmung des Testergebnisses müssen die Punktwerte der gegebenen Antworten aufsummiert werden. Dies geschieht für beide Skalen getrennt. Dabei ergibt sich für jeden der beiden Teile ein Wert zwischen 20 und 80 Punkten. Bis zu zwei nicht bearbeitete Items können toleriert werden, indem der Punktwert durch Hochrechnung der Mittelwerte der übrigen Items geschätzt wird. Bei mehr als zwei nicht bearbeiteten Items sollte eine Auswertung aufgrund zu großer Fehleranfälligkeit unterbleiben und der Test gegebenenfalls wiederholt werden. Bei der Auswertung ist weiterhin zu beachten, dass bei allen Fragen, die in Richtung Angstfreiheit formuliert sind, zuvor eine Inversion der Punktwerte erfolgen muss. Dies geschieht entweder mit einer geeichten Schablone oder manuell, indem man die angekreuzten Punktwerte von der Zahl 5 subtrahiert und kommt einem „Umdrehen“ der Werte gleich (z.B. $5 - 4 = 1$ oder $5 - 1 = 4$). Die so ermittelten Summenwerte der beiden

Test-Teile geben Aufschluss über den Grad der Zustandsangst bzw. der Ängstlichkeit des Probanden.

Für die Interpretation des erreichten Summenwerts auf der Trait-Skala liegen geeichte Normtabellen mit Werten repräsentativer Stichproben vor. Orientierend gilt für beide Skalen: Ein höherer erreichter Punktwert spricht für einen höheren Grad an Zustands-Angst (State-Angst), bzw. Ängstlichkeit (Trait-Angst).

In der hier beschriebenen Studie wurde insbesondere der Fragebogen STAI X1 verwendet, um die Auswirkung der verschiedenen Rechenmanipulationen (Langeweile, Flow und Überforderung) auf das Angsterleben der Probanden zu untersuchen. Dazu wurde den Teilnehmern neben einer anfänglichen kompletten Version mit X1 und X2 nach jedem der drei Rechenblöcke nochmals der erste Teil X1 vorgelegt. So wurde versucht, mögliche Änderungen der Zustandsangst der Probanden während des Experiments zu erfassen.

2.5.6 Handlungs- und Lageorientierung (HL)

Die „Action Control Scale“ (Kuhl 1994) in ihrer hier verwendeten deutschen Form enthält zwölf Items mit jeweils zwei zueinander konträren Aussagen.

Beispiel:

Wenn ich ein neues interessantes Spiel gelernt habe, dann

A. habe ich bald auch wieder genug davon und tue etwas anderes.

B. bleibe ich lange in das Spiel vertieft.

Der Proband muss sich jeweils zwischen den beiden Aussagen entscheiden. Mit Hilfe der Skala ist es möglich eine Aussage darüber zu treffen, ob der Proband eher handlungs- oder lageorientiert handelt bzw. denkt. Handlungsorientierte Personen neigen eher dazu, konzentriert an einer Aufgabe zu arbeiten bis diese zufriedenstellend beendet wurde. Lageorientierten Personen hingegen fällt es schwer, sich längere Zeit auf bestimmte Aufgaben festzulegen, da sie ihr Denken und Handeln stets an die aktuelle (Gefühls-) Situation anpassen.

Im hier gegebenen Beispiel spricht A eher für eine Lageorientierung und B für eine Handlungsorientierung. Zur Auswertung werden die Aussagen ihrer jeweiligen Orientierung zugeordnet und mit 0 und 1 kodiert (z.B. 0 für Handlungsorientierung und 1 für Lageorientierung). Anschließend wird ermittelt, welche der Aussagen der Proband

ausgewählt hat und die entsprechenden Punktwerte werden aufsummiert. Im vorliegenden Beispiel entspräche ein höherer Punktwert somit einer stärker ausgeprägten Lageorientierung und einer geringer ausgeprägten Handlungsorientierung.

2.5.7 Locus of Control (LOC)

Der in der hier beschriebenen Studie verwendete deutsche Fragebogen zur Locus of Control Scale (Krampen 1981) in seiner Kurzversion beinhaltet acht Items mit jeweils einer Aussage, zu welcher der Proband mittels einer sechsstufigen Antwortskala Stellung nehmen muss. Die möglichen Antworten reichen dabei von --- = *sehr falsch* bis +++ = *sehr richtig*.

Beispiel:

Es hängt hauptsächlich von mir und von meinen Fähigkeiten ab, ob ich in einer Gruppe eine Führungsposition innehave oder nicht.

oder

Ob ich einen Verkehrsunfall habe oder nicht, hängt vor allem von meinem fahrerischen Können ab.

Nach dem Konzept des Locus of Control (Rotter 1966) haben Personen entweder eine internale oder eine externale Kontrollüberzeugung. Internal bedeutet dabei, dass eine Person überzeugt ist, das Eintreffen eines bestimmten Ereignisses sei vorwiegend eine Konsequenz des eigenen Verhaltens. Personen mit externaler Kontrollüberzeugung betrachten die Wahrscheinlichkeit eines Ereignisses hingegen als unabhängig vom eigenen Tun.

Zur Auswertung des LOC-Fragebogens erfolgt eine Zuordnung der Zahlen 1 bis 6 zu den verschiedenen Antwortmöglichkeiten (von 0 = ---/*sehr falsch* bis 6 = +++/*sehr richtig*). Durch Aufsummieren der Punktwerte erhält man einen Gesamtwert. Je höher dieser Summenwert ist, desto stärker ausgeprägt ist die internale und desto geringer ausgeprägt ist die externale Kontrollüberzeugung des Probanden.

2.5.8 Subjective Value Attribution (SVA)

Dieser aus drei Items bestehende Fragebogen (Keller u. Landhäußer 2012) untersucht die subjektive Wertigkeit der durchzuführenden Aufgabe für den Probanden. In der hier beschriebenen Studie bezieht sich die SVA auf die Tätigkeit des Kopfrechnens. Die Items bestehen aus jeweils einer Aussage.

Beispiel:

Kopfrechnen ist für mich eine bedeutsame Tätigkeit mit hohem Wert.

oder

Ich halte es für sinnvoll, mich mit Kopfrechenaufgaben zu beschäftigen.

Auf einer siebenstufigen Antwortskala von 1 = *trifft überhaupt nicht zu* bis 7 = *trifft vollkommen zu* soll der Proband dazu jeweils Stellung nehmen. So kann eine Aussage darüber getroffen werden, wie wichtig die untersuchte Tätigkeit (hier das Kopfrechnen) für den teilnehmenden Probanden zum Zeitpunkt der Studienteilnahme gewesen ist.

2.5.9 Flow-Fragebogen

Der Flow-Fragebogen (siehe Anhang) diente der Erfassung des subjektiven Flow-Erlebens und seiner Einzelkomponenten während des Kopfrechnens. Er wurde von den Probanden nach jedem der drei achtminütigen Rechenblöcke bearbeitet (*Follow up 1 bis 3*). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde der Fragebogen, der in dieser Form von Keller und Bless (2008) entwickelt wurde, um einige Items ergänzt, um ein noch besseres Messinstrument zu erhalten.

Im Fragebogen enthalten sind insgesamt 50 Items, die sich auf alle Ebenen des Flow-Erlebens beziehen. Die in Klammern angegebenen Zahlen sind die Nummern der Items im Fragebogen, die im Rahmen der statistischen Auswertung letztendlich verwendet wurden. Die Ergebnisse der übrigen Items flossen nicht mit ein. Folgende Flow-Parameter (in alphabetischer Reihenfolge) wurden erhoben:

- *Anstrengung*
(13,14,15)
- *Empfundene Kontrolle*
(41-46)
- *Involviertheit*
(3-7, 12; Umpolung von Item 7 vor der endgültigen Auswertung)
- *Passungsempfinden*
(11)
- *Selbstaufmerksamkeit*
(16-20; Umpolung der Items 17,19 und 20 vor der endgültigen Auswertung)
- *Stimmung*
(47-50; Umpolung der Items 48 und 50 vor der endgültigen Auswertung)

- *Subjektives Stresserleben*
(1)
- *Zeitwahrnehmung*
(2)

Zu den meisten Items musste von den Probanden auf einer siebenstufigen Skala Stellung genommen werden, wobei sich die Antwortmöglichkeiten jedoch je nach Item unterschieden. Überwiegend reichte die Antwortskala von 1 = *trifft überhaupt nicht zu* bis 7 = *trifft vollkommen zu*.

Beispiele (mit Angabe des zugehörigen Flow-Parameters in Klammern):

Ich war stark in die Aufgabe involviert. (Involviertheit)

oder

Während der Bearbeitung der Mathematikaufgaben war mein Bewusstsein vollkommen auf die Lösung der Aufgabe gerichtet. (Selbstaufmerksamkeit, Umpolung im Rahmen der Auswertung)

Der Parameter *Zeitwahrnehmung* (Item 2) wurde mit Hilfe einer visuellen Analogskala (VAS) in Form einer zehn Zentimeter langen horizontalen Linie erfasst, deren Endpunkte mit *sehr kurz* und *sehr lang* beschriftet waren. Mit Hilfe eines vertikalen Strichs sollte vom Probanden auf dieser Linie zur folgenden Frage Stellung nehmen:

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

Ebenfalls in leicht abgeänderter Form verfasst war ein Item zur Ermittlung des Parameters *Subjektives Stresserleben*. Die Beantwortung der Frage

Wie war ihr Stresserleben in der soeben beendeten Phase?

erfolgte auf einer fünfstufigen Antwortskala von 1 = *extrem niedrig* bis 5 = *extrem hoch*.

Darüber hinaus gab es noch einige weitere Items, deren siebenstufige Antwortskalen ebenfalls anders beschriftet waren.

Beispiele:

War das Anforderungsniveau der Aufgaben zu gering oder zu hoch für Sie? (Passung)

Hier erfolgte die Antwort auf einer Skala von 1 = *zu gering* bis 7 = *zu hoch*.

oder

Wie fühlen Sie sich im Moment nach Bearbeitung der Aufgaben? (Stimmung)

Hier erfolgte die Antwort auf einer Skala von 1 = *sehr schlecht* bis 7 = *sehr gut* oder 1 = *traurig* bis 7 = *fröhlich*.

Die Bestimmung der letztendlichen Werte der einzelnen Flow-Parameter erfolgte über die Mittelwert-Bildung der zugehörigen beantworteten Items. Bei den Items mit siebenstufiger Antwortskala ergab sich beispielsweise im Rahmen jedes beantworteten Flow-Fragebogens ein Wert zwischen 1,0 und 7,0.

Um einen zusammenfassenden Indikator zur verlässlicheren Bestimmung von Flow-Erleben zur Verfügung zu haben wurden zudem die beiden Parameter *Flow-Index* und (modifizierte) *Flow-Kurzskala* entwickelt. Diese fassen in unterschiedlicher Zusammensetzung einzelne Flow-Parameter zusammen. Auch hier wurde zur besseren Vergleichbarkeit im Rahmen der statistischen Auswertung aus den Werten aller verwendeten Items ein Mittelwert zwischen 1,00 und 7,00 gebildet. Die in der vorliegenden Arbeit verwendete Kurzskala entspricht nicht in Gänze der Flow-Kurzskala (FKS) von Rheinberg et al. (2003), übernimmt jedoch einige Items der etablierten Skala. Für die Berechnung des erreichten Wertes der modifizierten *Flow-Kurzskala* wurden die Items 21-40 des Flow-Fragebogens verwendet. Die erreichten Testwerte der Items 29 und 32 wurden vor Berechnung des Gesamtwertes umgepolt. Die Berechnung des Parameters *Flow-Index* erfolgte ebenfalls über die Items 21-40 (29 und 32 erneut umgepolt). Zusätzlich wurden hier noch die Items 3-7 und 12 in die Berechnungen mit einbezogen, wobei das Ergebnis des Items 7 vor der endgültigen Auswertung ebenfalls umgepolt werden musste. In beiden Fällen erfolgte die Umpolung prinzipiell, indem der auf der siebenstufigen Antwortskala erreichte Wert (z.B. 3) von 8 abgezogen wurde (=5).

Jeweils nach dem Rechnen wurden neben dem Flow-Fragebogen außerdem ein STAI X1 (siehe Abschnitt 2.5.5 *State-Trait-Angst-Inventar*) und das Item F_K (siehe Abschnitt 2.5.10 *Kontrollfrage*) von den Probanden bearbeitet, nach dem dritten Rechenblock darüber hinaus noch ein zweiter MDBF (siehe Abschnitt 2.5.3 *Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen*).

2.5.10 Kontrollfrage

Den Abschluss jedes Follow-Up-Bogens bildete folgende Frage:

Haben Sie während diesem Aufgabenblock aufgehört, sich ernsthaft mit den Additionsaufgaben zu beschäftigen?

Die Beantwortung erfolgte mittels siebenstufiger Antwortskala von 1 = *nein, überhaupt nicht* bis 7 = *ja, vollkommen*. Mit Hilfe dieser Information konnte bei der späteren Interpretation der Ergebnisse fehlende Motivation bei der Bearbeitung der Rechenaufgaben als mögliche Störvariable ausgeschlossen oder miteinbezogen werden.

2.5.11 Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV (SKID)

Das SKID (Wittchen et al. 1997) ist ein Testverfahren, mit dessen Hilfe es möglich ist, bei erwachsenen Probanden psychische Diagnosen nach den Kriterien des DSM-IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Version 4) zu erstellen und deren Verlauf systematisch retrospektiv abzufragen. In der vorliegenden Studie wurde es verwendet, um die Diagnose der depressiven Erkrankung bei den Probanden der entsprechenden Stichprobe zu verifizieren.

Der Fragebogen ist aufgeteilt in SKID-I und SKID-II, wobei in der hier beschriebenen Studie ausschließlich mit dem SKID-I gearbeitet wurde. Dieser Teil berücksichtigt verschiedene psychische Störungen und ist in folgende Sektionen unterteilt:

- A: Affektive Syndrome
- B: Psychotische und assoziierte Symptome
- C: Differentialdiagnose psychotischer Störungen
- D: Differentialdiagnose affektiver Störungen
- E: Missbrauch und Abhängigkeit von psychotropen Substanzen
- F: Angststörungen
- G: Somatoforme Störungen
- H: Essstörungen
- I: Anpassungsstörungen
- J: Optionale Störungen

Ein Testleiter führt dabei durch den Test und liest dem Probanden alle relevanten Fragen vor, welche von diesem mit *Ja*, *Nein* oder *Nicht sicher* beantworteten werden können. Der Testleiter selbst orientiert sich im Verlauf des Interviews an bestimmten vom Test vorgegebenen (Sprung-)Regeln und stellt dem Probanden nur die so vorgegebenen Fragen. Alle Themenblöcke, für die die bereits eingangs in Kapitel 2.2 *Ablauf der Studie*

beschriebene Screening-Frage mit *Nein* beantwortet wurde, können zudem übersprungen werden.

Die Auswertung des SKID erfolgt mit Hilfe vorgegebener Regeln, die ebenfalls bereits im Test enthalten sind. Je nach Häufigkeit der vom Probanden gegebenen *Ja*- und *Nein*-Antworten können innerhalb der verschiedenen Sektionen bestimmte Diagnosen nach DSM-IV gestellt werden.

2.6 Messung der hormonellen Parameter

Um die biophysiologicalen Korrelate des Flow-Erlebens eingehender untersuchen zu können, wurde den Probanden zu fünf definierten Zeitpunkten Blut aus einer peripheren Vene entnommen. Dies geschah zu Beginn der Erhebung, nach jedem erfolgten achtminütigen Rechenblock sowie nach Abschluss des SKID-Interviews. Die aus der ersten Messung gewonnenen Daten wurden als Ruhe- bzw. Basiswerte definiert. Folgende Hormone wurden dabei jeweils gemessen: Adrenalin, Noradrenalin, ACTH, Cortisol und Serotonin.

2.6.1 Initiale Weiterverarbeitung der Blutproben

Die Weiterverarbeitung der Blutproben erfolgte bereits während des Experiments in einem Nebenraum. Die einzelnen Proben wurden nach standardisierten Abläufen (s.u., Tab. 1 *Weiterverarbeitung der Blutproben*) stets in der gleichen Reihenfolge zentrifugiert und das überstehende Blutplasma in Kryo-Röhrchen pipettiert. Um zu verhindern, dass die erhobenen Daten aufgrund eines möglichen Zellzerfalls oder enzymatischer Reaktionen verfälscht werden, wurde das Blut aus den EDTA-Monovetten direkt nach der Verarbeitung auf Trockeneis tiefgefroren und bis zur endgültigen Messung entsprechend gelagert.

Die Serum-Monovetten, die für die Bestimmung der Hormone Cortisol und Serotonin benötigt wurden, konnten zunächst bei Raumtemperatur gelagert und anschließend zur weiteren Verarbeitung ins Institut für Klinische Chemie der Universität Ulm gebracht werden.

Bei der Verarbeitung der Proben wurden eine Zentrifuge der Firma Hettich (Tuttlingen, Deutschland) und eine auf Werte zwischen 100 μ l und 1000 μ l geeichte Pipette der Firma Eppendorf (Hamburg, Deutschland) verwendet. Folgende Tabelle veranschaulicht die Schritte während der Verarbeitung der Blutproben:

Tab. 1: Weiterverarbeitung der Blutproben im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

ACTH: Adrenocorticotropes Hormon ml: Milliliter
 EDTA: Ethylendiamintetraacetat RCF: Relative Zentrifugalkraft
 min: Minute

Monovette	Untersuchter Parameter	Zentrifugeneinstellung	Weitere Schritte
EDTA 7,5 ml	Adrenalin Noradrenalin	RCF 2000 für 5 min	Lagerung bei -80 Grad Celsius bis zur endgültigen quantitativen Bestimmung bei Frau Prof. Dr. K. Vrecko am Institut für Physiologische Chemie, Universität Graz, Österreich
EDTA 2,3 ml	ACTH	RCF 2000 für 10 min	Weiterverarbeitung im Institut für Klinische Chemie der Universität Ulm
Serum 7,5 ml	Cortisol Serotonin	Weiterverarbeitung im Institut für Klinische Chemie der Universität Ulm	Weiterverarbeitung im Institut für Klinische Chemie der Universität Ulm

Die Zentrifuge war während der Verarbeitung stets auf 4 Grad Celsius gekühlt. Der in der Tabelle angegebene Wert für die RCF (Relative Centrifugal Force, deutsch: Relative Zentrifugalkraft) bezieht sich auf den verwendeten Innendurchmesser des Zentrifugeneinsatzes von 141 mm.

Die endgültige quantitative Bestimmung der Hormonwerte erfolgte einerseits noch während der laufenden Studie im Institut für Klinische Chemie der Universität Ulm (ACTH, Cortisol und Serotonin), andererseits nach Abschluss aller Erhebungen eines Studienteils gesammelt im Labor von Frau Prof. Dr. Karoline Vrecko, Universität Graz, Österreich (Adrenalin und Noradrenalin).

2.6.2 Endgültige Quantifizierung der hormonellen Parameter

2.6.2.1 ACTH

Zur quantitativen Bestimmung des ACTH wurde die vorgekühlte EDTA-Monovette nach der jeweiligen Blutabnahme auf Trockeneis tiefgefroren gelagert und im Anschluss an das Experiment in die Klinische Chemie der Universität Ulm transportiert. Dort wurde der genaue Wert mittels eines Elektrochemilumineszenz-Immunoassays (ECLIA) am Immunoassay Analyseautomaten Cobas 8000 e601 der Firma Roche Diagnostics (Rotkreuz, Schweiz) ermittelt (Universitätsklinikum Ulm 2015a).

2.6.2.2 Cortisol

Die zuvor bei Raumtemperatur gelagerten Serum-Monovetten zur Cortisol-Bestimmung wurden nach Abschluss der Erhebung in das Labor der Klinischen Chemie der Universität Ulm gebracht. Die Bestimmung der Werte erfolgte ebenfalls mit Hilfe eines Electrochemilumineszenz Immuno-Assays (ECLIA) am Immunoassay Analyseautomaten Cobas 8000 e601 der Firma Roche Diagnostics (Rotkreuz, Schweiz) (Universitätsklinikum Ulm 2015b).

2.6.2.3 Serotonin

Die quantitative Erfassung von Serotonin erfolgte ebenfalls aus Serum-Monovetten, die bei Raumtemperatur gelagert und nach Abschluss des jeweiligen Experiments in das Labor der Klinischen Chemie der Universität Ulm gebracht wurden. Nach Vorbehandlung mittels Proteinfällung erfolgte eine chromatographische Trennung mit Hilfe einer Hochleistungsflüssigkeits-Chromatographie (HPLC, aus dem Englischen: high performance liquid chromatography) der Firma Agilent (Santa Clara, Kalifornien, USA) und anschließend die endgültige Quantifizierung der Serotoninwerte mit einem elektrochemischen Detektor der Firma Recipe (RECIPE Chemicals + Instruments GmbH, München, Deutschland) (Universitätsklinikum Ulm 2015c).

2.6.2.4 Adrenalin und Noradrenalin

Die endgültige Bestimmung der Katecholamine erfolgte im Labor von Frau Prof. Dr. K. Vrecko am Institut für Physiologische Chemie der Universität Graz in Österreich. Die bei - 80 Grad Celsius gelagerten Proben wurden dabei nach Abschluss eines Studienteils für die jeweilige Stichprobe gesammelt nach Graz geschickt. Nach Vorbereitung der Proben mit Hilfe eines Reagenzienkits erfolgte die Quantifizierung mittels Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) und anschließender elektrochemischer Detektion. Die verwendete HPLC-Pumpe Agilent 1100 Series stammte von der Firma Agilent (Santa Clara, Kalifornien, USA), die HPLC Säule, das Reagenzienkit und der elektrochemische Detektor von Chromsystems (Chromsystems Instruments & Chemicals GmbH Gräfelfing, Deutschland).

2.7 Statistische Methoden

Sämtliche im Rahmen der Untersuchung der depressiven Stichprobe gewonnenen Daten wurden manuell in Microsoft Excel 2011 (Macintosh) und 2013 (Windows) erfasst (beide Microsoft Corporation, Redmond, USA). Die anschließende statistische Auswertung

erfolgte nach Importierung der Daten computergestützt mit dem Programm IBM SPSS Statistics (IBM, Armonk, USA), Version 23.

Bezüglich der deskriptiven Statistik wurden Anzahlen, Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Die Normalverteilung der Daten wurde mit dem Kolmogorow-Smirnow-Test überprüft. Es zeigte sich eine Normalverteilung für die meisten der Variablen bei einer Stichprobengröße von $N = 31$ (depressiv) und $N = 39$ (gesund). Daher konnten für die Auswertung intervallskalierter Daten parametrische Tests verwendet werden. Unterschiede zwischen einzelnen Variablen wurden dabei mittels T-Test bei abhängigen und unabhängigen Stichproben, sowie mit Hilfe von Varianzanalysen mit Messwiederholung untersucht. Korrelative Berechnungen (Pearson-Korrelationskoeffizient) dienten der Überprüfung möglicher Zusammenhänge zwischen verschiedenen Parametern. Bei nominal skalierten Variablen wurde der Chi-Quadrat-Test verwendet.

Darüber hinaus wurde die interne Konsistenz von einzelnen im Flow-Fragebogen verwendeten und zusammengehörigen Items mit Hilfe des Cronbachs Alpha berechnet, um ein Maß für deren Reliabilität zu erhalten.

Der gesamten Auswertung wurde ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ zugrunde gelegt.

3.1.2 Schulabschluss

Bezogen auf den höchsten erreichten Schulabschluss zeigte sich im Vergleich zwischen den gesunden und den depressiven Probanden kein signifikanter Unterschied ($p = 0,110$).

3.1.3 Berufsabschluss, Berufsgruppe und berufliche Situation

Weder hinsichtlich des höchsten erreichten Berufsabschlusses ($p = 0,195$), noch hinsichtlich der Zugehörigkeit zu verschiedenen Berufsgruppen ($p = 0,132$) ließen sich signifikante Unterschiede zwischen den beiden Stichproben nachweisen.

Bezüglich der beruflichen Situation zum Zeitpunkt der Studie war hingegen ein deutlicher Unterschied erkennbar. Während in der gesunden Stichprobe 28 von auswertbaren 38 Probanden mindestens in Teilzeit arbeiteten (73,7%) waren es in der Stichprobe der depressiven Probanden lediglich 13 von 29 (44,8%). Hier zeigte sich mit $p = 0,023$ ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Stichproben.

3.2. Fragebögen – Psychometrische Daten

3.2.1 Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)

Im Rahmen der Auswertung des Fragebogens MDBF *Basis* konnte für alle drei beinhalteten Skalen (gute/schlechte Stimmung, Wachheit/Müdigkeit, Ruhe/Unruhe) ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Stichproben festgestellt werden. Die gesunden Probanden erreichten im Mittel jeweils höhere Werte bezogen auf gute Stimmung, Wachheit und Ruhe. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse im Detail:

Tab. 4: Mehrdimensionaler Befindlichkeitsfragebogen – Vergleich der Ergebnisse unter Ruhebedingungen von gesunden und depressiven Probanden im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

M: Mittelwert
N: Anzahl
p-Wert: Signifikanzwert (T-Test)

SD: Standardabweichung
 < kleiner als

Skala	Gesunde Stichprobe			Depressive Stichprobe			p-Wert
	N	M	SD	N	M	SD	
gute/schlechte Stimmung	35	17,31	2,083	31	13,61	2,729	< 0,001
Wachheit/Müdigkeit	35	16,77	3,237	31	12,45	3,031	< 0,001
Ruhe/Unruhe	35	16,54	2,430	31	13,19	2,522	< 0,001

3.2.3 State-Trait-Angstinventar (STAI)

Im Rahmen der Auswertung des STAI *Basis* zeigten sich eindeutige, hochsignifikante Unterschiede zwischen den beiden Stichproben. Sowohl hinsichtlich der State-Angst (STAI X1 *Basis*), als auch der Trait-Angst (STAI X2 *Basis*) erreichten die depressiven Probanden im Mittel die höheren Testwerte, was auf eine stärkere momentane Angst, bzw. eine im Mittel ängstlichere Persönlichkeit schließen lässt:

Tab. 7: State-Trait-Angstinventar – Vergleich der Ergebnisse unter Ruhebedingungen von gesunden und depressiven Probanden im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

M: Mittelwert
N: Anzahl
p-Wert: Signifikanzwert (T-Test)

SD: Standardabweichung
 < kleiner als

Skala	Gesunde Stichprobe			Depressive Stichprobe			p-Wert
	N	M	SD	N	M	SD	
X1: State-Angst	39	31,64	6,776	31	46,48	11,524	< 0,001
X2: Trait-Angst	39	32,23	7,307	31	59,00	10,109	< 0,001

3.2.4 Handlungs- und Lageorientierung

Der Testgesamtwert der Probanden aus der gesunden Stichprobe (N = 37) lag im Mittel bei M = 9,27 (SD = 2,207), die Probanden der depressiven Stichprobe (N = 31) erreichten im Mittel einen Wert von M = 8,13 (SD = 3,128). Der maximal zu erreichende Punktwert betrug 12. Mit p = 0,094 zeigte sich hier kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Stichproben. Dieses Ergebnis spricht für eine eher stärker ausgeprägte Lage- und eine eher schwächer ausgeprägte Handlungsorientierung aller Probanden, insbesondere der gesunden.

3.2.5 Locus of Control

Für die gesunde Stichprobe (N = 37) ergab sich bei einem pro Item maximal zu erreichenden Wert von 6 Punkten ein Itemdurchschnitt von M = 4,53 (SD = 0,673). Für die depressive Stichprobe (N = 31) ergab sich ein Durchschnitt von M = 4,10 (SD = 0,613). Mit einem p = 0,009 zeigte sich hier ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen. Der im Mittel höhere Punktwert der gesunden Probanden weist auf eine im Vergleich zu den depressiven Probanden eher internale Ausrichtung der Kontrollüberzeugung hin.

3.2.6 Subjective Value Attribution

Bei einem maximal zu erreichenden Punktwert von sieben pro Item ergaben sich hier für die gesunden ($N = 37$, $M = 4,57$, $SD = 1,676$) und die depressiven Probanden ($N = 31$, $M = 4,37$, $SD = 1,692$) ähnliche Itemdurchschnittswerte. Mit $p = 0,624$ ließ sich kein signifikanter Unterschied nachweisen, was darauf schließen lässt, dass die Tätigkeit des Kopfrechnens für die Probanden beider Stichproben in etwa die gleiche subjektive Wertigkeit besaß.

3.2.7 Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV (SKID)

Das SKID bestätigte bei allen Probanden aus der depressiven Stichprobe die bereits vor Beginn der Rekrutierung vorliegende und zur Identifizierung geeigneter Probanden genutzte Diagnose einer affektiven Erkrankung mit aktueller depressiver Episode. Allerdings ist zu erwähnen, dass erwartungsgemäß von Proband zu Proband Unterschiede hinsichtlich des Schweregrads und der Art der jeweiligen affektiven Grunderkrankung ersichtlich waren.

Den allermeisten Probanden wurde mit Hilfe des SKID entweder eine *Rezidivierende depressive Störung* mit gegenwärtiger depressiver Episode oder eine erstmalige einzelne *Depressive Episode* diagnostiziert. Bei einigen wenigen Probanden trat die gegenwärtige depressive Episode allerdings auch im Rahmen einer *Bipolaren affektiven Störung* auf.

Darüber hinaus ergaben sich für einige Probanden noch weitere Diagnosen aus dem Bereich des DSM-IV, beispielsweise in Form einer *Generellen Angst-* oder *Panikstörung*, einer *Sozialen Phobie* oder anderer Erkrankungen. Aufgrund der diesbezüglich zu niedrigen Probandenanzahl erfolgte im Rahmen der statistischen Auswertung keine Kontrolle für Komorbiditäten, so dass diese (Neben-)Diagnosen im weiteren Verlauf der Arbeit nicht berücksichtigt wurden.

Folgende Tabelle zeigt die Häufigkeitsverteilung der im SKID diagnostizierten depressiven Episoden zum Zeitpunkt der Studienteilnahme, bezogen auf die jeweiligen Schweregrade, unabhängig von den zugrunde liegenden Erkrankungen. Die Mehrheit, fast zwei Drittel, der depressiven Probanden litt zum Zeitpunkt der Studienteilnahme an einer mittelgradigen depressiven Episode:

Tab. 8: Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Version 4) - Häufigkeitsverteilung der Schweregrade der depressiven Episoden zum Zeitpunkt der Studienteilnahme bei depressiven Probanden im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

N: Anzahl %: Prozent

Schweregrad der depressiven Episode	Häufigkeiten		
	N	%	
leicht	4	12,90	
mittel	19	61,29	
schwer	ohne psychotische Merkmale	7	22,58
	mit psychotischen Merkmalen	1	3,23
	31	100,00	

3.3 Ergebnisse in Bezug auf die Fragestellungen und Hypothesen

3.3.1 Ergebnisse zu Fragestellung I

Gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen dem Flow-Erleben gesunder und depressiver Probanden?

Die Ergebnisse zu den ersten beiden Hypothesen werden aus Gründen der Übersichtlichkeit im Folgenden gemeinsam dargelegt.

3.3.1.1 Ergebnisse zu Hypothese 1

Gesunde Probanden erleben während des Rechnens in der adaptiven Manipulation mehr Flow als während der Langeweile- und der Überforderungs-Manipulation.

3.3.1.2 Ergebnisse zu Hypothese 2

Die Probanden der beiden Stichproben unterscheiden sich hinsichtlich ihres subjektiven Flow-Erlebens während des Rechnens, was zu unterschiedlichen Ergebnissen in den untersuchten Flow-Parametern führt.

Im Rahmen der statistischen Auswertung der einzelnen Flow-Parameter wurden mögliche Stichproben-Unterschiede p (gr), Effekte über die Zeit p (man) (Manipulations-Unterschiede) sowie mögliche Interaktionseffekte p ($gr \times man$) untersucht. Diese Bezeichnungen gelten auch im weiteren Verlauf der Arbeit.

Die auf der folgenden Seite einsehbare Tabelle (Tab. 9) beinhaltet die entsprechenden deskriptiven Daten aus den Fragebögen *Follow up 1* bis *3* und die errechneten Signifikanzwerte für die untersuchten Flow-Parameter. Es ist ersichtlich, dass die gesunden

Probanden auf den zusammenfassenden Skalen *Flow-Index* und *Flow-Kurzskala* jeweils die höchsten absoluten Punktwerte während der adaptiven Manipulation erreichten. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass gesunde Probanden während dieser Manipulation mehr Flow erlebten, als während der Langeweile- und der Überforderungs-Manipulation.

Tab. 9: Flow-Parameter (Follow up 1 bis 3) - Übersicht über die deskriptiven Ergebnisse, Stichproben-Unterschiede, Manipulations-Unterschiede und Interaktionseffekte im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

gr: Stichprobe
 gr x man: Interaktionseffekt
 M: Mittelwert
 man: Manipulation
 N: Anzahl
 ns: nicht signifikant
 p: Signifikanzwert (Varianzanalyse)
 SD: Standardabweichung
 < kleiner als

Flow-Parameter	gr	N	Langeweile		Flow		Überforderung		p (gr)	p (man)	P (gr x man)
			M	SD	M	SD	M	SD			
Anstrengung	gesund	39	1,65	1,213	3,98	1,750	4,80	2,019	ns (0,059)	< 0,001	ns (0,217)
	depressiv	31	1,91	1,223	4,99	1,482	5,22	1,782			
Involviertheit	gesund	39	2,58	1,292	4,88	1,432	4,20	1,364	ns (0,921)	< 0,001	ns (0,109)
	depressiv	31	3,01	1,569	4,49	1,252	4,08	1,477			
Kontrolle	gesund	39	6,14	1,148	4,06	1,552	2,60	1,327	0,040	< 0,001	0,019
	depressiv	31	6,27	1,065	3,11	1,347	2,07	1,058			
Passung	gesund	39	1,46	1,047	4,56	1,586	5,95	1,337	ns (0,235)	< 0,001	ns (0,345)
	depressiv	31	1,42	0,958	5,06	1,063	6,23	1,203			
Selbst-wahrnehmung	gesund	39	4,66	1,756	2,26	1,099	2,25	1,350	ns (0,688)	< 0,001	ns (0,257)
	depressiv	31	4,37	1,696	2,63	1,206	2,46	1,290			
Stimmung	gesund	39	6,06	0,902	5,39	1,164	4,67	1,483	< 0,001	< 0,001	ns (0,602)
	depressiv	31	4,81	1,076	3,90	1,108	3,44	1,310			
Stress	gesund	38	1,61	0,887	3,08	0,882	3,21	1,143	ns (0,080)	< 0,001	ns (0,115)
	depressiv	31	1,65	0,661	3,26	0,729	3,81	0,980			
Zeit-wahrnehmung	gesund	38	65,00	29,578	44,47	21,594	44,68	25,203	ns (0,363)	0,001	ns (0,598)
	depressiv	31	56,90	33,380	41,65	25,810	45,35	30,098			
Flow-Index	gesund	39	4,29	0,913	5,07	1,023	4,39	1,051	0,010	0,002	0,001
	depressiv	31	4,36	0,950	4,08	1,036	3,74	1,251			
Flow-Kurzskala	gesund	39	4,81	0,944	5,13	1,017	4,45	1,140	0,001	< 0,001	0,001
	depressiv	31	4,77	0,877	3,96	1,040	3,64	1,255			

Um im Hinblick auf die Untersuchung der Hypothese 1 noch genauere Ergebnisse zu erhalten erfolgte außerdem ein Vergleich der für die gesunden Probanden an den verschiedenen Messzeitpunkten gewonnenen Daten, um mögliche diesbezügliche Unterschiede zu verifizieren:

Tab. 10: Vergleich der von den gesunden Probanden während der Langeweile- und Überforderungs-Manipulation erreichten Punktwerte in Flow-Index und Flow-Kurzskala mit den Ergebnissen aus der Flow-Manipulation im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

M: Mittelwert *p:* Signifikanzwert (Varianzanalyse)
man: Manipulation *SD:* Standardabweichung
N: Anzahl *<* kleiner als
ns: nicht signifikant

Flow-Parameter	man	N	M	SD	man	N	M	SD	p
Flow-Index	Flow	39	5,07	1,023	Langeweile	39	4,29	0,913	0,001
					Überforderung	39	4,39	1,051	< 0,001
Flow-Kurzskala	Flow	39	5,13	1,017	Langeweile	39	4,81	0,944	ns (0,356)
					Überforderung	39	4,45	1,140	< 0,001

Bezogen auf den *Flow-Index* unterscheiden sich die in der adaptiven Flow-Manipulation erreichten Werte hochsignifikant von denen aus den anderen beiden Manipulationen, die jeweils deutlich niedriger ausfielen. Hinsichtlich der *Flow-Kurzskala* ließ sich für die Werte aus der adaptiven Manipulation nur gegenüber den Ergebnissen aus der Überforderungs-Manipulation ein signifikanter Unterschied zeigen, auch wenn die Probanden auch hier die tendenziell höchsten Werte während der Flow-Manipulation erreichten. Insgesamt sprechen diese Ergebnisse für ein vermehrtes Flow-Erleben der gesunden Probanden unter adaptiven Rechenbedingungen und bestätigen damit, zusammen mit den Ergebnissen aus Tabelle 9, Hypothese 1.

Für die depressiven Probanden zeigte sich ein anderes Bild. Sowohl auf der Flow-Kurzskala als auch im Flow-Index erreichten sie die höchsten Werte in der Langeweile- und die niedrigsten in der Überforderungs-Manipulation (siehe Tab. 9). Es zeigte sich tendenziell ein Abfall der Flow-Werte mit ansteigender Schwierigkeit der Rechen-Manipulation.

Außerdem fällt auf, dass für alle untersuchten Parameter jeweils hochsignifikante Manipulations-Unterschiede, also Effekte über die Zeit, festgestellt werden konnten.

Unabhängig von der Zuordnung der Probanden zu den jeweiligen Stichproben bewirkten die drei Rechen-Manipulationen also unterschiedliche Test-Ergebnisse bezogen auf die einzelnen untersuchten Parameter. Es kann daher prinzipiell von einer adäquaten Trennschärfe der einzelnen Manipulationen ausgegangen werden, was ebenfalls der konzeptionellen Idee des verwendeten Studiendesigns mit drei Rechen-Manipulationen unterschiedlicher Schwierigkeit entspricht.

Signifikante Interaktionseffekte, die im Hinblick auf die Untersuchung möglicher Einflüsse einer depressiven Erkrankung auf das Flow-Erleben von besonderer Bedeutung sind, zeigten sich nur für den Parameter *Kontrolle* ($p = 0,019$) sowie für die beiden Skalen *Flow-Index* ($p = 0,001$) und *Flow-Kurzskala* ($p = 0,001$). Zumindest für den Parameter *Kontrolle* und die beiden zusammenfassenden Skalen kann also von einem Einfluss der Stichprobenzugehörigkeit und damit der depressiven Erkrankung auf den Verlauf der Werte während des Experimentes ausgegangen werden.

Darüber hinaus wurden noch mögliche signifikante Stichproben-Unterschiede ermittelt. Diese konnten für die Parameter *Kontrolle* und *Stimmung* gezeigt werden. Hinsichtlich der *Kontrolle* erreichten während der Langeweile-Manipulation zunächst tendenziell die depressiven Probanden die höheren Werte, in den beiden anderen Manipulationen jedoch eindeutig die Probanden der gesunden Stichprobe. Dies spricht im Mittel für ein stärkeres Kontrollempfinden bei den gesunden Probanden, insbesondere während der Bearbeitung der schwierigeren Rechenaufgaben. In Bezug auf den Parameter *Stimmung* erreichten die gesunden Probanden an allen drei Messzeitpunkten die höheren Werte, was einer durchweg besseren Stimmung während des Experiments entspricht.

Auch für die beiden Skalen *Flow-Index* und *Flow-Kurzskala*, die in unterschiedlicher Zusammenstellung die verschiedenen Einzelparameter beinhalten, konnten Stichproben-Unterschiede festgestellt werden. Dies spricht insgesamt betrachtet für signifikante Unterschiede zwischen den gesunden und den depressiven Probanden hinsichtlich des Flow-Erlebens während des Rechnens, was Hypothese 2 bestätigt. Jedoch ist zu beachten, dass diese Unterschiede nur unter Zuhilfenahme der beiden zusammenfassenden Skalen eindeutig gezeigt werden konnten und nicht für sämtliche Einzel-Parameter.

Zur Bestätigung dieser Ergebnisse erfolgte noch ein Vergleich der von den beiden Stichproben im Durchschnitt während der adaptiven Rechen-Manipulation erreichten Werte mittels T-Test:

Tab. 11: **Flow-Parameter während der adaptiven Rechen-Manipulation - Vergleich zwischen gesunden und depressiven Probanden im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)**

M: Mittelwert p-Wert: Signifikanzwert (T-Test)
 N: Anzahl SD: Standardabweichung
 ns: nicht signifikant < kleiner als

Parameter	Gesunde Stichprobe			Depressive Stichprobe			p-Wert
	N	M	SD	N	M	SD	
Anstrengung	39	3,98	1,750	31	4,99	1,482	0,013
Involviertheit	39	4,88	1,432	31	4,49	1,252	ns (0,245)
Kontrolle	39	4,06	1,552	31	3,11	1,347	0,009
Passung	39	4,56	1,586	31	5,06	1,063	ns (0,120)
Selbstwahrnehmung	39	2,26	1,099	31	2,63	1,206	ns (0,184)
Stimmung	39	5,39	1,164	31	3,90	1,108	< 0,001
Stress	39	3,10	0,882	31	3,26	0,729	ns (0,432)
Zeitwahrnehmung	38	44,47	21,594	31	41,65	25,810	ns (0,622)
Flow-Index	39	5,07	1,023	31	4,08	1,036	< 0,001
Flow-Kurzskala	39	5,13	1,017	31	3,96	1,040	< 0,001

Da die adaptive Rechen-Manipulation aufgrund der Flow-induzierenden Wirkung im Besonderen für die Untersuchung des Flow-Erlebens relevant war, wurde diese für den zusätzlichen Vergleich verwendet. Im Wesentlichen konnten die vorherigen Ergebnisse hier bestätigt werden, es zeigten sich erneut signifikante Stichproben-Unterschiede für die Parameter *Kontrolle*, *Stimmung*, *Flow-Index* und *Flow-Kurzskala* und darüber hinaus zusätzlich noch für den Parameter *Anstrengung*. Für diesen erreichten die depressiven Probanden die höheren Werte, sie empfanden das Rechnen in der adaptiven Manipulation also signifikant anstrengender als die gesunden Probanden. Unter anderem hinsichtlich der empfundenen *Passung* konnte kein signifikanter Stichproben-Unterschied festgestellt werden.

Für die Flow-Parameter, die in den Fragebögen mit mehreren Einzel-Items abgefragt wurden und für die beiden Skalen *Flow-Index* und *Flow-Kurzskala* wurden im Rahmen der Auswertung noch das Cronbachs Alpha berechnet, um ein Maß für die interne Konsistenz der verwendeten Items zu erhalten. Bei einem erreichbaren Maximalwert von 1 zeigten sich überwiegend gute bis sehr gute Werte, die allesamt der folgenden Tabelle (Tab. 12) zu entnehmen sind:

Tab. 12: **Cronbachs Alpha für die Flow-Parameter Anstrengung, Involviertheit, Kontrolle, Selbstwahrnehmung, Stimmung und die Skalen Flow-Index und Flow-Kurzskala im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)**

N: Anzahl α : Cronbachs Alpha

Manipulation	Anstrengung		Involviertheit		Kontrolle		Selbstwahrnehmung		Stimmung		Flow-Index		Flow-Kurzskala	
	N	α	N	α	N	α	N	α	N	α	N	α	N	α
Langeweile	69	0,75	69	0,77	69	0,84	70	0,84	68	0,91	67	0,87	68	0,83
Flow	69	0,85	69	0,83	70	0,93	70	0,60	69	0,91	68	0,94	69	0,92
Überforderung	70	0,89	69	0,79	69	0,88	70	0,74	70	0,91	67	0,92	68	0,91

3.3.2 Ergebnisse zur Fragestellung II

Hat das Erleben von Flow Einfluss auf die Stimmungslage der Probanden?

3.3.2.1 Ergebnisse zu Hypothese 3

Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Grad des Flow-Erlebens und der subjektiv empfundenen Angst der Probanden.

Die Korrelation der Daten aus STAI X1 (*Langeweile, Flow und Überforderung*) und dem jeweiligen Flow-Index ergab für beide Stichproben signifikante negative Zusammenhänge für die Flow- und die Überforderungs-Manipulation. Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über die Ergebnisse:

Tab. 13: **Zusammenhang zwischen dem Grad des Flow-Erlebens und der State-Angst - Korrelation von STAI X1 und Flow-Index für die einzelnen Rechen-Manipulationen (Follow up 1 bis 3) im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)**

M: Mittelwert SD: Standardabweichung
 N: Anzahl STAI X1: State Trait Angst Inventar (State-Angst)
 ns: nicht signifikant < kleiner als
 p-Wert: Signifikanzwert (Pearson-Korrelationskoeffizient)

Stichprobe	Manipulation	STAI X1			Flow-Index			Pearson-Korrelationskoeffizient	p-Wert
		N	M	SD	N	M	SD		
gesund	Langeweile	39	29,67	7,146	39	4,29	0,913	- 0,006	ns (0,969)
	Flow (adaptiv)	38	31,95	7,044	38	5,11	1,005	- 0,648	< 0,001
	Überforderung	38	34,47	7,877	38	4,44	1,014	- 0,471	0,003
depressiv	Langeweile	31	40,23	10,944	31	4,36	0,950	- 0,248	ns (0,178)
	Flow (adaptiv)	31	48,19	11,954	31	4,08	1,036	- 0,415	0,020
	Überforderung	31	48,61	12,279	31	3,74	1,251	- 0,563	0,001

Ein vermehrtes Flow-Erleben während der Flow- und der Überforderungs-Manipulation ging also mit einem verminderten Grad an State-Angst (Zustands-Angst) einher. Die Werte des Korrelationskoeffizienten lagen dabei überwiegend in einem Bereich, bei dem von einer guten Korrelation ausgegangen werden kann.

Um den Effekt des Flow-Erlebens auf die State-Angst möglichst störungsfrei interpretieren zu können erfolgte eine weitere Berechnung, wieder unter Zuhilfenahme des Pearson-Korrelationskoeffizienten. Allerdings wurde hierbei das Ergebnis aus dem zu Beginn des Experiments ausgefüllten STAI X1 Basis als Kontrollvariable mit in die Berechnung miteinbezogen. Da dieser Fragebogen vor Beginn des Kopfrechenparadigmas ausgefüllt wurde, kann das Ergebnis als „Flow-unabhängiger“ Basiswert der State-Angst verstanden werden. Es zeigten sich ähnliche, jedoch nicht so deutliche Zusammenhänge, was sich in niedrigeren Korrelationskoeffizienten widerspiegelte:

Tab. 14: Zusammenhang zwischen dem Grad des Flow-Erlebens und der State-Angst – Korrelation von STAI X1 und Flow-Index für die einzelnen Rechen-Manipulationen (Follow up 1 bis 3), kontrolliert durch die STAI X1-Ruhewerte (STAI X1 Basis) im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

M: Mittelwert *p-Wert: Signifikanzwert (Pearson-Korrelationskoeffizient)*
N: Anzahl *SD: Standardabweichung*
ns: nicht signifikant *STAI X1: State Trait Angst Inventar (State-Angst)*

Stichprobe	Manipulation	N	STAI X1		Flow-Index		Kontrollvariable STAI X1 Basis		Pearson- Korrelations- koeffizient	p-Wert
			M	SD	M	SD	M	SD		
gesund	Langeweile	39	29,67	7,146	4,29	0,913	31,64	6,776	+ 0,110	ns (0,509)
	Flow (adaptiv)	38	31,95	7,044	5,11	1,005	31,58	6,856	- 0,511	0,001
	Überforderung	38	34,47	7,877	4,44	1,014	31,58	6,856	- 0,383	0,019
depressiv	Langeweile	31	40,23	10,944	4,36	0,950	46,48	11,524	- 0,442	0,014
	Flow (adaptiv)	31	48,19	11,954	4,08	1,036	46,48	11,524	- 0,337	ns (0,069)
	Überforderung	31	48,61	12,279	3,74	1,251	46,48	11,524	- 0,476	0,008

3.3.3 Ergebnisse zu Fragestellung III

Gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen der Aktivität der Stressachsen gesunder und depressiver Probanden?

3.3.3.1 Ergebnisse zu Hypothese 4

Die Probanden der beiden Stichproben unterscheiden sich hinsichtlich der Ruhewerte der Herzfrequenz, des Blutdrucks, der Elektrodermalen Aktivität sowie der

Konzentrationen der Hormone Adrenalin, Noradrenalin, ACTH, Cortisol und Serotonin im peripheren Blut.

Die Probanden der beiden Stichproben unterschieden sich hinsichtlich der Ruhewerte von Herzfrequenz, systolischem und diastolischem Blutdruck, sowie Mittlerem Arteriellen Blutdruck und Elektrodermaler Aktivität nicht signifikant voneinander. In Bezug auf die hormonellen Parameter zeigten sich jedoch durchgehend signifikante Unterschiede. Die gesunden Probanden wiesen im Mittel höhere Ruhe-Werte für ACTH, Adrenalin sowie Serotonin auf, die depressiven Probanden höhere Werte für Cortisol und Noradrenalin. Die deskriptiven Daten sowie die Ergebnisse der Berechnungen zeigt die folgende Tabelle:

Tab. 15: Vergleich der Ruhe-Werte der vegetativen Parameter von gesunden und depressiven Probanden im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

ACTH: Adrenocorticotropes Hormon ns: nicht signifikant
M: Mittelwert p-Wert: Signifikanzwert (T-Test)
N: Anzahl SD: Standardabweichung

Herzfrequenz [Schläge pro Minute]
Blutdruck [mmHg]
Elektrodermale Aktivität [Mikro-Siemens]
Adrenalin [pg/ml]
Noradrenalin [pg/ml]
ACTH [pg/ml]
Cortisol [µg/dl]
Serotonin [µg/l]

Parameter	Gesunde Stichprobe			Depressive Stichprobe			p-Wert
	N	M	SD	N	M	SD	
Herzfrequenz	39	61,77	8,960	31	66,23	11,932	ns (0,079)
Systolischer Blutdruck	39	119,59	14,818	31	115,00	12,388	ns (0,553)
Diastolischer Blutdruck	39	77,26	12,078	31	77,19	9,236	ns (0,171)
Mittlerer Arterieller Blutdruck	39	91,37	11,860	31	89,80	9,716	ns (0,981)
Elektrodermale Aktivität	35	2,46	2,215	30	1,99	1,304	ns (0,288)
Adrenalin	39	160,98	81,753	31	47,84	84,462	< 0,001
Noradrenalin	39	481,07	189,537	31	706,71	383,489	0,005
ACTH	39	14,78	6,733	31	11,32	6,175	0,030
Cortisol	39	7,83	2,736	31	9,43	3,438	0,034
Serotonin	39	134,67	49,044	31	56,18	55,149	< 0,001

3.3.3.2 Ergebnisse zu Hypothese 5

Die Probanden der beiden Stichproben unterscheiden sich hinsichtlich des Verlaufs der Herzfrequenz, des Blutdrucks, der Elektrodermalen Aktivität sowie der Konzentrationen der Hormone Adrenalin, Noradrenalin, ACTH, Cortisol und Serotonin im peripheren Blut während der verschiedenen Rechen-Manipulationen.

Im Rahmen der statistischen Auswertung wurden für sämtliche erhobenen vegetativen Parameter mögliche Stichproben-Unterschiede, Effekte über die Zeit (Manipulations-Unterschiede) sowie Interaktionseffekte mittels Varianzanalyse mit Messwiederholung untersucht.

Für den überwiegenden Teil der erfassten Parameter ließen sich signifikante Stichproben-Unterschiede (*gr*) und Manipulations-Unterschiede (*man*) nachweisen. Signifikante Interaktionseffekte (*gr x man*) konnten dagegen nur für die Parameter *Elektrodermale Aktivität* ($p = 0,022$) und *Serotonin* ($p = 0,007$) festgestellt werden. Diese Interaktionseffekte sprechen für einen Einfluss der depressiven Grunderkrankung auf den Verlauf der entsprechenden vegetativen Parameter (EDA und Serotonin) während den unterschiedlichen Rechen-Manipulationen.

Die folgende Tabelle (Tab. 16) gibt Einblick in sämtliche deskriptive Daten sowie die ermittelten Signifikanzwerte:

Ergebnisse

Tab. 16: **Vegetative Parameter – Deskriptive Daten, Stichprobenunterschiede, Manipulationsunterschiede und Interaktionseffekte** im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

gr: Stichprobe ns: nicht signifikant Herzfrequenz [Schläge pro Minute] Adrenalin [pg/ml]
 gr x man: Interaktionseffekt p-Wert: Signifikanzwert (Varianzanalyse) Blutdruck [mmHg] Noradrenalin [pg/ml]
 M: Mittelwert SD: Standardabweichung Elektrodermale Aktivität [Mikro-Siemens] ACTH [pg/ml]
 man: Manipulation < kleiner als Cortisol [µg/dl]
 N: Anzahl Serotonin [µg/l]

Flow-Parameter	gr	N	Ruhe		Langeweile		Flow		Überforderung		p (gr)	p (man)	p (gr x man)
			M	SD	M	SD	M	SD	M	SD			
Herzfrequenz	gesund	39	61,77	8,960	62,03	9,705	63,10	10,615	63,28	11,088	0,017	0,033	ns (0,417)
	depressiv	30	66,40	12,096	68,20	9,582	70,27	15,671	71,10	18,246			
Systolischer Blutdruck	gesund	39	119,59	14,818	123,44	18,058	125,67	14,833	125,69	18,666	0,042	0,001	ns (0,646)
	depressiv	30	115,03	12,599	114,90	10,460	120,67	10,196	120,00	11,462			
Diastolischer Blutdruck	gesund	39	77,26	12,078	78,05	12,496	80,28	13,117	80,41	13,078	ns (0,659)	0,010	ns (0,823)
	depressiv	30	77,10	9,378	80,27	9,645	81,53	10,757	81,23	9,317			
Mittlerer Arterieller Blutdruck	gesund	39	91,37	11,860	93,18	13,523	95,41	12,271	95,50	13,893	ns (0,589)	0,001	ns (0,990)
	depressiv	30	89,74	9,878	91,81	9,281	94,58	9,672	94,16	9,218			
Elektrodermale Aktivität	gesund	35	2,46	2,215	2,56	1,739	3,02	2,503	2,87	2,056	ns (0,923)	< 0,001	0,022
	depressiv	30	1,99	1,304	2,87	2,066	2,97	1,732	2,90	1,691			
Adrenalin	gesund	39	160,98	81,753	183,03	96,465	189,76	91,163	175,96	79,650	< 0,001	ns (0,061)	ns (0,287)
	depressiv	31	47,84	84,462	51,42	75,437	53,55	74,358	53,05	83,900			
Noradrenalin	gesund	39	481,07	189,537	536,67	219,621	521,16	213,874	515,91	207,434	0,004	0,027	ns (0,734)
	depressiv	31	706,71	383,489	737,47	447,819	731,56	407,762	744,71	406,902			
ACTH (Adrenocorticotropes Hormon)	gesund	39	14,78	6,733	16,08	6,301	19,01	8,745	20,45	10,781	0,021	< 0,001	ns (0,614)
	depressiv	31	11,32	6,175	11,83	7,082	15,24	9,175	15,33	9,000			
Cortisol	gesund	39	7,83	2,736	9,15	3,369	9,52	3,649	9,87	3,610	0,009	< 0,001	ns (0,150)
	depressiv	31	9,43	3,438	11,52	4,846	12,92	5,926	12,43	6,251			
Serotonin	gesund	39	134,67	49,044	150,51	53,360	148,19	60,968	149,23	53,474	< 0,001	< 0,001	0,007
	depressiv	31	56,18	55,149	59,81	55,922	55,45	53,044	66,40	61,116			

Vergleicht man die unter Ruhebedingungen erfassten Werte der vegetativen Parameter mit den Messungen im Anschluss an die drei Rechen-Manipulationen (siehe folgende Tabelle 17) fällt zunächst auf, dass sich die Parameter während der Langeweile-Manipulation überwiegend im Bereich der Ausgangswerte befanden. Nur für den Parameter *Cortisol* ließen sich hier signifikante Unterschiede für beide Stichproben zeigen. Im Gegensatz zu den gesunden Probanden stieg außerdem bei den Probanden der depressiven Stichprobe bereits in dieser Manipulation die *Elektrodermale Aktivität* signifikant an, bei den gesunden Probanden konnten Anstiege der Parameter *Noradrenalin* und *Serotonin* nachgewiesen werden.

Hinsichtlich der Daten aus der adaptiven Manipulation zeigte sich zunächst insofern ein Unterschied zwischen beiden Stichproben, als dass hier für die depressiven Probanden signifikant höhere Werte für sämtliche Blutdruck-Parameter festgestellt werden konnten, während sich die Werte der gesunden Probanden nicht signifikant vom Ruhenniveau unterschieden. Gleichmaßen für beide Stichproben zeigten sich signifikante Anstiege von *Elektrodermalen Aktivität*, *ACTH* und *Cortisol*, für die gesunden Probanden darüber hinaus noch für *Serotonin*. Für die Parameter *Herzfrequenz*, *Adrenalin* und *Noradrenalin* konnten für keine der beiden Stichproben Unterschiede zur Ausgangslage gezeigt werden.

Die Ergebnisse für die Überforderungs-Manipulation entsprechen im Wesentlichen denen der Flow-Manipulation. Bei beiden Stichproben blieben die Werte der Parameter *Elektrodermale Aktivität*, *ACTH* und *Cortisol* auf einem, im Vergleich zur Flow-Manipulation ähnlichen, und gegenüber der Ausgangslage signifikant höheren Niveau. Aufgrund eines Anstiegs der gemessenen Werte konnte jetzt auch für die depressiven Probanden ein signifikanter Unterschied für *Serotonin* nachgewiesen werden.

Zu keinem Zeitpunkt konnten für eine der beiden Stichproben für die *Herzfrequenz* und das Hormons *Adrenalin* signifikante Unterschiede zu den ermittelten Ruhewerten gezeigt werden.

Tabelle 17 gibt detaillierten Einblick in sämtliche deskriptive Daten und die errechneten Signifikanzwerte:

Tab. 17: *Vegetative Parameter – Deskriptive Daten und Vergleich der Werte aus den verschiedenen Rechenmanipulationen (Follow up 1 bis 3) mit den Ruhe-Werten im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)*

gr: Stichprobe ns: nicht signifikant Herzfrequenz [Schläge pro Minute] Adrenalin [pg/ml]
 gr x man: Interaktionseffekt p-Wert: Signifikanzwert (Varianzanalyse) Blutdruck [mmHg] Noradrenalin [pg/ml]
 M: Mittelwert SD: Standardabweichung Elektrodermale Aktivität [Mikro-Siemens] ACTH [pg/ml]
 man: Manipulation < kleiner als Cortisol [µg/dl]
 N: Anzahl Serotonin [µg/l]

Anmerkung: Die Signifikanzwerte beziehen sich jeweils auf den Vergleich mit den Ruhe-Werten.

Parameter	gr	N	Ruhe		Langeweile			Flow		Überforderung			
			M	SD	M	SD	p-Wert	M	SD	p-Wert	M	SD	p-Wert
Herzfrequenz	gesund	39	61,77	8,960	62,03	9,705	ns (1,000)	63,10	10,615	ns (1,000)	63,28	11,088	ns (1,000)
	depressiv	30	66,40	12,096	68,20	9,582	ns (1,000)	70,27	15,671	ns (0,095)	71,10	18,246	ns (0,142)
Systolischer Blutdruck	gesund	39	119,59	14,818	123,44	18,058	ns (0,645)	125,67	14,833	ns (0,141)	125,69	18,666	ns (0,112)
	depressiv	30	115,03	12,599	114,90	10,460	ns (1,000)	120,67	10,196	0,037	120,00	11,462	ns (0,129)
Diastolischer Blutdruck	gesund	39	77,26	12,078	78,05	12,496	ns (1,000)	80,28	13,117	ns (1,000)	80,41	13,078	ns (0,929)
	depressiv	30	77,10	9,378	80,27	9,645	ns (0,058)	81,53	10,757	0,005	81,23	9,317	0,007
Mittlerer Arterieller Blutdruck	gesund	39	91,37	11,860	93,18	13,523	ns (1,000)	95,41	12,271	ns (0,249)	95,50	13,893	ns (0,288)
	depressiv	30	89,74	9,878	91,81	9,281	ns (0,531)	94,58	9,672	0,002	94,16	9,218	0,008
Elektrodermale Aktivität	gesund	35	2,46	2,215	2,56	1,739	ns (1,000)	3,02	2,503	0,001	2,87	2,056	0,024
	depressiv	30	1,99	1,304	2,87	2,066	0,019	2,97	1,732	< 0,001	2,90	1,691	< 0,001
Adrenalin	gesund	39	160,98	81,753	183,03	96,465	ns (0,096)	189,76	91,163	ns (0,082)	175,96	79,650	ns (0,723)
	depressiv	31	47,84	84,462	51,42	75,437	ns (1,000)	53,55	74,358	ns (0,726)	53,05	83,900	ns (0,522)
Noradrenalin	gesund	39	481,07	189,537	536,67	219,621	0,026	521,16	213,874	ns (0,053)	515,91	207,434	ns (0,336)
	depressiv	31	706,71	383,489	737,47	447,819	ns (1,000)	731,56	407,762	ns (1,000)	744,71	406,902	ns (0,288)
ACTH (Adrenocorticotropes Hormon)	gesund	39	14,78	6,733	16,08	6,301	ns (0,175)	19,01	8,745	< 0,001	20,45	10,781	< 0,001
	depressiv	31	11,32	6,175	11,83	7,082	ns (1,000)	15,24	9,175	0,007	15,33	9,000	0,002
Cortisol	gesund	39	7,83	2,736	9,15	3,369	0,017	9,52	3,649	0,004	9,87	3,610	< 0,001
	depressiv	31	9,43	3,438	11,52	4,846	0,025	12,92	5,926	0,001	12,43	6,251	0,003
Serotonin	gesund	39	134,67	49,044	150,51	53,360	< 0,001	148,19	60,968	0,004	149,23	53,474	< 0,001
	depressiv	31	56,18	55,149	59,81	55,922	ns (1,000)	55,45	53,044	ns (1,000)	66,40	61,116	0,008

3.3.4 Ergebnisse zu Fragestellung IV

Gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Aktivität der Stressachsen und dem Flow-Erleben der Probanden?

3.3.4.1 Ergebnisse zu Hypothese 6

Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Konzentration der Hormone Adrenalin, Noradrenalin, ACTH, Cortisol und Serotonin im peripheren Blut und dem Grad des Flow-Erlebens während des Rechnens in der adaptiven Manipulation.

Die Untersuchung dieser Fragestellung erfolgte mittels Pearson-Korrelationskoeffizient. Verwendet wurden die nach der adaptiven Manipulation im peripheren Blut der Probanden gemessenen hormonellen Werte sowie die zum selben Zeitpunkt erreichten Punktwerte im Flow-Index.

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen der gemessenen Hormonkonzentration und dem Grad des Flow-Erlebens konnte nicht gezeigt werden. Folgende Tabelle gibt einen detaillierten Einblick in die Ergebnisse:

Tab. 18: Zusammenhang zwischen dem Grad des Flow-Erlebens (Flow-Index) und der Konzentration der untersuchten Hormone im peripheren Blut während der adaptiven Rechen-Manipulation im Rahmen der FLIPP-Studie (Flow in Psychosomatik und Psychologie), Datenerhebung zwischen 2011 und 2015 an der Universität Ulm (Klinik für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie Ulm und Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie II Günzburg)

ACTH: Adrenocorticotropes Hormon ns: nicht signifikant
M: Mittelwert p-Wert: Signifikanzwert (Pearson-Korrelationskoeffizient)
N: Anzahl SD: Standardabweichung

Adrenalin [pg/ml]
Noradrenalin [pg/ml]
ACTH [pg/ml]
Cortisol [µg/dl]
Serotonin [µg/l]

Stichprobe	Parameter	Deskriptive Daten			Flow-Index			Pearson-Korrelationskoeffizient	p-Wert
		N	M	SD	N	M	SD		
gesund	Adrenalin	39	189,76	91,163	39	5,07	1,023	- 0,052	ns (0,753)
	Noradrenalin	39	521,16	213,874	39	5,07	1,023	- 0,193	ns (0,240)
	ACTH	39	19,01	8,745	39	5,07	1,023	+ 0,024	ns (0,883)
	Cortisol	39	9,52	3,649	39	5,07	1,023	+ 0,024	ns (0,883)
	Serotonin	39	148,19	60,968	39	5,07	1,023	- 0,064	ns (0,698)
depressiv	Adrenalin	31	53,55	74,358	31	4,08	1,036	+ 0,131	ns (0,483)
	Noradrenalin	31	731,56	407,762	31	4,08	1,036	+ 0,034	ns (0,857)
	ACTH	31	15,24	9,175	31	4,08	1,036	+ 0,160	ns (0,389)
	Cortisol	31	12,92	5,926	31	4,08	1,036	+ 0,030	ns (0,872)
	Serotonin	31	55,45	53,044	31	4,08	1,036	- 0,119	ns (0,525)

3.4 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Intensität des Flow-Erlebens war bei den Probanden der gesunden Stichprobe während der adaptiven Rechen-Manipulation am größten, ersichtlich aus den Daten von Flow-Index und Flow-Kurzskala. Diese Tatsache bestätigt einerseits die erste Hypothese und andererseits die korrekte Funktionsweise des experimentellen Studiendesigns, da die Induktion von Flow durch den adaptiven Mechanismus der Rechen-Manipulation zu funktionieren scheint.

Darüber hinaus erlebten die gesunden Probanden während der adaptiven Manipulation signifikant mehr Flow als die depressiven. Da sich kein Stichproben-Unterschied hinsichtlich der wahrgenommenen Passung als zentrale Voraussetzung für das Erleben von Flow zeigen ließ, ist tatsächlich von einem geringeren Flow-Erleben bei depressiven Probanden auszugehen, was Hypothese 2 bestätigt.

Im Rahmen der weiteren Auswertung konnte ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen dem Grad der momentan erlebten Angst (State-Angst) und dem Flow-Erleben gezeigt werden, wodurch Hypothese 3 bestätigt wurde. Dies gilt sowohl für gesunde als auch für depressive Probanden und bezieht sich im Wesentlichen auf die adaptive und die Überforderungs-Manipulation. Die Effekte waren in geringerer Ausprägung auch nach Einbeziehen der Ruhewerte der State-Angst mittels STAI X1 *Basis* als Kontrollvariable noch vorhanden. Ein vermehrtes Flow-Erleben ging also mit einem geringeren Grad an Zustands-Angst einher und umgekehrt, insbesondere während der Bearbeitung eher schwieriger Rechenaufgaben.

Hinsichtlich der Ruhewerte von Herzfrequenz, Blutdruck und Elektrodermalen Aktivität konnten keine signifikante Stichproben-Unterschiede gezeigt werden, allerdings für alle untersuchten hormonellen Parameter (Adrenalin, Noradrenalin, ACTH, Cortisol und Serotonin). Die gesunden Probanden wiesen im Mittel höhere Ruhe-Werte für ACTH, Adrenalin sowie Serotonin auf, die depressiven Probanden höhere Werte für Cortisol und Noradrenalin. Hypothese 4 konnte somit teilweise bestätigt werden.

Bei Untersuchung der vegetativen Parameter im Verlauf des gesamten Experiments konnten Stichproben-Unterschiede für die Herzfrequenz und den systolischen Blutdruck festgestellt werden, dabei zeigten gesunde Probanden höhere Werte hinsichtlich des systolischen Blutdrucks, für depressive wurden höhere Herzfrequenzen gemessen. Ein signifikanter Interaktionseffekt konnte nur für die Elektrodermale Aktivität gezeigt werden. Hinsichtlich der hormonellen Parameter ließen sich durchgehend signifikante Stichproben-Unterschiede

zeigen, mit tendenziell höheren Adrenalin-, ACTH- und Serotonin-Werten bei gesunden und eher höheren Noradrenalin- und Cortisol-Werten bei depressiven Probanden. Ein signifikanter Interaktionseffekt konnte für den Parameter Serotonin gezeigt werden. Somit scheint die Stichprobenzugehörigkeit der Probanden und damit vermutlich das Vorhandensein einer depressiven Erkrankung zumindest auf den Verlauf der Elektrodermalen Aktivität und der Serotoninkonzentration während der einzelnen Rechen-Manipulationen einen Einfluss zu haben. Hypothese 5 konnte damit ebenfalls teilweise bestätigt werden. Zudem konnten, im Vergleich zu den Ruhewerten, sowohl für die gesunden als auch die depressiven Probanden Anstiege der Konzentration von ACTH und Cortisol sowie ein Anstieg der Elektrodermalen Aktivität während des Rechnens gezeigt werden.

Schließlich erfolgte die Untersuchung eines möglichen korrelativen Zusammenhangs zwischen der Konzentration der Hormone im peripheren Blut und dem Flow-Erleben der Probanden. Es konnten keine signifikanten Zusammenhänge gezeigt und damit Hypothese 6 nicht bestätigt werden.

4. Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Studie war, einen Beitrag zum Verständnis der physiologischen Korrelate des Flow-Erlebens sowie möglicher Unterschiede zwischen dem Flow-Erleben depressiver und gesunder Probanden zu leisten. Im Folgenden werden an erster Stelle das Studiendesign und die Studienkohorte näher beleuchtet. Anschließend folgt die Diskussion der Ergebnisse im Kontext bisheriger Forschungsarbeiten, bevor zuletzt auf die Limitationen der Studie eingegangen wird. Das Flow-Erleben bei depressiv erkrankten Personen und die physiologischen Korrelate des Flow-Erlebens stehen dabei im Mittelpunkt der Ausführungen.

4.1 Studiendesign

Die Entwicklung eines Studiendesigns zur Untersuchung der dem Flow-Erleben zugrunde liegenden physiologischen Mechanismen bringt einige Schwierigkeiten mit sich. Flow ist ein Phänomen, das bei der Ausführung verschiedenster Tätigkeiten in Beruf und Freizeit auftreten kann. Zur Identifizierung solcher Flow-auslösender Handlungen war die bereits beschriebene Experience Sampling Methode daher im Rahmen vieler durchgeführter Studien die geeignete Methode der Wahl (siehe Kapitel 1.2 *Die experimentelle Messung von Flow*). Um allerdings einen Einblick in die physiologischen Vorgänge während des Flow-Erlebens zu erhalten, ist eine derartige retrospektive Methode nur bedingt geeignet. Denn neben den grundlegenden vegetativen Parametern, wie beispielsweise der Herzfrequenz, sollten auch die hormonellen Vertreter der verschiedenen Stressachsen des menschlichen Körpers in die Untersuchungen miteinbezogen werden können.

Die Erfassung der Herzfrequenz oder der Herzratenvariabilität wurde zwar bereits erfolgreich zusammen mit der Experience Sampling Methode angewandt (siehe z.B. Gaggioli et al. 2013), die Kombination der ESM mit der quantitativen Bestimmung verschiedener Hormone im peripheren Blut scheint aber kaum möglich zu sein, da die Blutproben nicht rechtzeitig nach dem Flow-Ereignis entnommen und einer unmittelbaren Weiterverarbeitung unterzogen werden können. Aufgrund der meist kurzen Halbwertszeit hormoneller Parameter, bei den Katecholaminen Adrenalin und Noradrenalin beispielsweise im Bereich von wenigen Minuten liegend (Goldstein et al. 2003), stellt dies jedoch eine unabdingbare Voraussetzung einer fehlerfreien und genauen Messung dar.

Ein experimentelles Studiendesign bietet hingegen die Möglichkeit, vegetative Parameter während oder unmittelbar nach Durchführung des Experiments zu erfassen. Außerdem

können weiterführende diagnostische Verfahren, wie z.B. eine funktionelle Bildgebung mittels MRT, mit eingebunden werden. Derartige Untersuchungen wurden bereits erfolgreich durchgeführt (z.B. Ulrich et al. 2014) und erweitern das Spektrum möglicher Forschungsansätze deutlich.

Die wichtigste Voraussetzung für die erfolgreiche Entwicklung eines derartigen experimentellen Studiendesigns ist, Flow manuell induzieren zu können. Denn anders als bei Verwendung der Experience Sampling Methode findet eine derartige Studie nicht im häuslichen oder beruflichen Umfeld statt, sondern in geeigneten, beispielsweise universitären, Räumlichkeiten. Wie bereits näher erläutert wurde, konnten diesbezüglich mittlerweile einige funktionierende computergestützte Verfahren entwickelt werden, die auf der Induktion eines subjektiven Passungsempfindens beruhen (siehe Kapitel 1.2 *Die experimentelle Messung von Flow*) und bei teilnehmenden Probanden ein Flow-Ereignis auslösen können.

Das in der vorliegenden Studie verwendete Kopfrechen-Paradigma nach hat den Vorteil, dass der Schwierigkeitsgrad der Rechenaufgaben relativ leicht manipuliert und so eine optimale Passung zwischen Rechenfähigkeiten des Probanden und Schwierigkeiten der gestellten Aufgaben hergestellt werden kann (Ulrich et al. 2014). Dabei erfolgt die Anpassung des Schwierigkeitsgrades während der Flow-Manipulation automatisiert in Echtzeit über die Auswertung der Lösungen zuvor bearbeiteter Aufgaben. Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass Kopfrechnen für einige der teilnehmenden Probanden möglicherweise eine aversive Tätigkeit darstellen und daher einen hemmenden Einfluss auf die Induktion eines stabilen Flow-Erlebens haben könnte, wurde in der vorliegenden Studie die sog. „Subjective Value Attribution“ abgefragt (siehe Abschnitte 2.5.8 und 3.2.6 *Subjective Value Attribution*). Die beiden Stichproben unterschieden sich diesbezüglich in ihren Testergebnissen nicht signifikant. Somit kann davon ausgegangen werden, dass eine für den einzelnen Probanden möglicherweise emotionale Färbung der Kopfrechentätigkeit ohne Einfluss auf den Vergleich beider Stichproben geblieben ist.

Die untersuchten Fragestellungen und Hypothesen beruhen also auf der grundsätzlichen Annahme, dass mit Hilfe der adaptiven Manipulation des verwendeten Kopfrechen-Programms in gesunden Personen Flow ausgelöst werden kann. Die Auswertung des Flow-Index und der modifizierten Flow-Kurzskala zeigte, dass die gesunden Probanden auf beiden Skalen während der adaptiven Rechenmanipulation signifikant höhere Testwerte als während der Überforderungs-Manipulation und zumindest bezogen auf den Flow-Index

auch signifikant höhere Werte als während der Langeweile-Manipulation erreichten. Im Ganzen betrachtet sprechen diese Ergebnisse für ein vermehrtes Flow-Erleben der gesunden Probanden während der adaptiven Flow-Manipulation und bestätigen damit die korrekte Funktionsweise des verwendeten Paradigmas. In einer Linie mit den Ergebnissen anderer Studien (z.B. Ulrich et al. 2016; Ulrich et al. 2014) konnte so erneut gezeigt werden, dass Flow mit Hilfe eines adaptiven Kopfrechen-Paradigmas experimentell im Labor erzeugt werden kann.

4.2 Studienkohorten

Hinsichtlich des Probandenkollektivs wurde versucht, zwei möglichst vergleichbare Gruppen gesunder und depressiver Personen für die vorliegende Studie zu rekrutieren. Letztendlich blieb die depressive Stichprobe mit $N = 31$ kleiner als die gesunde mit $N = 39$. Innerhalb der Stichprobe der depressiven Probanden gab es zudem etwas mehr weibliche ($N = 17$) als männliche ($N = 14$) Studienteilnehmer. Das lag vor allem an den zahlreichen vorher festgelegten Ausschlusskriterien, wobei sich insbesondere die Rekrutierung depressiver männlicher Probanden aufgrund oft vorhandener Komorbiditäten als schwierig erwies. Viele der angesprochenen männlichen Patienten, insbesondere der älteren, konnten aufgrund einer ebenfalls bestehenden Arteriellen Hypertonie trotz prinzipiellem Einverständnis letztendlich nicht an der Studie teilnehmen. Einerseits steigt die Prävalenz hypertensiver Erkrankungen mit zunehmendem Alter an (Mills et al. 2016; Wolf-Maier et al. 2003), andererseits gibt es in der Literatur auch Hinweise auf einen Zusammenhang von Arterieller Hypertonie und Depression (Almas et al. 2014; Wu et al. 2012), wobei die Studienlage diesbezüglich nicht eindeutig ist und auch immer wieder gegensätzliche Ergebnisse präsentiert werden (z.B. Long et al. 2015). Bedenkt man zudem die geschlechtsspezifische Häufigkeitsverteilung depressiver Erkrankungen, mit einem höheren Lebenszeitrisko für Frauen (siehe z.B. Alonso et al. 2004), kann davon ausgegangen werden, dass auch im ambulanten und stationären Bereich der Kliniken, in denen die Rekrutierung für die vorliegende Studie erfolgte, ein geringerer Anteil der depressiv Erkrankten männlichen Geschlechts ist. Zusammengenommen könnte dies erklären, warum sich die Rekrutierung geeigneter depressiver männlicher Probanden insgesamt als kompliziert erwies.

Um dennoch eine ausreichende Anzahl an Studienteilnehmern erreichen zu können, musste auf die exakte Übereinstimmung der beiden Probandengruppen hinsichtlich der einzelnen soziodemographischen Parameter verzichtet werden. Daher ergab sich im Rahmen der statistischen Auswertungen bezüglich des Alters ein signifikanter Unterschied zwischen den

beiden Stichproben ($p < 0,001$), wobei die gesunden Probanden im Mittel älter waren als die depressiven. Hinsichtlich der Verteilung von Geschlecht und BMI ergaben sich hingegen keine signifikanten Unterschiede, so dass die Vergleichbarkeit der beiden Stichproben letztendlich insgesamt als ausreichend gut einzuschätzen ist, insbesondere wenn man bedenkt, dass in der - soweit ersichtlich - bisher einzigen anderen bekannten experimentellen Studie zu Flow und Depression (Reinhardt et al. 2008) ausschließlich depressive Probanden untersucht wurden und ein Vergleich mit einer gesunden Kontrollgruppe nicht stattfand.

Betrachtet man die übrigen erhobenen soziodemographischen Parameter, so zeigten sich im Rahmen der Datenauswertung noch einige weitere signifikante Stichproben-Unterschiede, beispielsweise hinsichtlich des Beziehungsstatus ($p < 0,001$). Innerhalb der depressiven Stichprobe war ein deutlich geringerer Prozentsatz der Probanden zum Zeitpunkt der Studie in einer festen Beziehung (einschließlich verheiratet) als in der Stichprobe der gesunden Teilnehmer (38,7% gegenüber 82,1%). Eine mögliche Ursache dafür könnte sein, dass Personen, die bereits depressive Episoden erlebt haben oder derzeit erleben durch bestimmte Verhaltensweisen innerhalb einer Beziehung zum Auftreten von neuen Stressoren beitragen, welche wiederum das Risiko neuer depressiver Phasen erhöhen (Hammen 1991) und letztendlich zum Scheitern einer Beziehung beitragen könnten. So wurde bereits gezeigt, dass depressive Episoden eine negative Auswirkung auf die interpersonelle Qualität einer bestehenden Beziehung haben (Zlotnick et al. 2000) und außerdem Unzufriedenheit in einer Ehe mit dem Auftreten einer depressiven Erkrankung zusammenhängt (Whisman 1999; Whisman u. Bruce 1999). Zusammengenommen liegt der Gedanke nahe, dass sich so innerhalb einer Beziehung eine sich selbst verstärkende Spirale aus depressiver Symptomatik und Unzufriedenheit entwickeln kann, die letztendlich zu einer Trennung beitragen könnte. So scheint es insgesamt nachvollziehbar, dass eine depressive Erkrankung den betroffenen Personen möglicherweise Probleme dahingehend bereiten könnte, eine Beziehung aufzubauen oder diese dauerhaft zu erhalten.

Abgesehen davon haben Personen, die in einer Ehe leben, ein geringeres Risiko an einer Depression zu erkranken (Weissman et al. 1996). Bei Personen, die getrennt oder geschieden leben sind die Raten depressiver Erkrankungen sowohl bei Frauen als auch bei Männern höher (Wittchen u. Jacobi 2005). Der protektive Effekt einer Ehe scheint allerdings insbesondere für Männer zu gelten (Horwitz et al. 1996).

Dies alles könnten Gründe dafür sein, dass verheiratete, bzw. in einer festen Partnerschaft lebende Personen eher in der gesunden Stichprobe erscheinen.

Sämtliche Ausführungen sind Ansätze eines Erklärungsversuchs. Andere Ursachen hinsichtlich der beschriebenen Unterschiede zwischen den Probanden der beiden Stichproben können damit natürlich keinesfalls ausgeschlossen werden.

Einen signifikanten Stichproben-Unterschied gab es auch hinsichtlich des Vorhandenseins eigener Kinder ($p = 0,019$). Der Anteil der Probanden mit eigenen Kindern war innerhalb der gesunden Stichprobe deutlich höher als innerhalb der depressiven. Ein Zusammenhang mit dem soeben berichteten Unterschied im Beziehungsstatus der Probanden erscheint dabei nicht unwahrscheinlich.

Hinsichtlich der absolvierten Ausbildung und der gegenwärtigen beruflichen Situation zeigten sich nachvollziehbare Ergebnisse. Die Übereinstimmung bezüglich der schulischen und beruflichen Ausbildung sowie der Zugehörigkeit zu den einzelnen Berufsgruppen sprechen für eine gute Vergleichbarkeit der beiden Stichproben, wohingegen der signifikante Unterschied hinsichtlich der beruflichen Situation zum Zeitpunkt der Studienteilnahme ($p = 0,023$) wahrscheinlich auf die Morbidität der depressiven Probanden zurückzuführen ist. Zum Zeitpunkt der Studie waren deutlich mehr Probanden aus der gesunden Stichprobe mindestens in Teilzeit beschäftigt als aus der depressiven (73,7% gegenüber 44,8%). Depressive Symptome gelten als Risikofaktor für die Entwicklung von Arbeitslosigkeit (Dooley et al. 2000; Jefferis et al. 2011; Whooley et al. 2002). Diese wiederum hat einen negativen Einfluss auf die mentale Gesundheit (Paul u. Moser 2009) und steht im Verdacht, depressive Symptome auszulösen und zu verstärken (Dooley et al. 2000; Jefferis et al. 2011). Es liegt daher nahe, dass die depressive Erkrankung der Probanden mit für die oben beschriebene Häufigkeitsverteilung hinsichtlich des Beschäftigungsgrades verantwortlich ist oder möglicherweise bei manchen der nicht arbeitenden Probanden sogar eine Folge dessen darstellen könnte.

Abgesehen von den Flow-Fragebögen, die zur Charakterisierung des Flow-Erlebens der Probanden benötigt wurden, kamen noch verschiedene andere Fragebögen zum Einsatz. Diese wurden verwendet, um die beiden Stichproben näher zu beschreiben, gegeneinander abzugrenzen und die Depressivität innerhalb der betreffenden Stichprobe zu verifizieren. Dabei zeigten sich in allen Fragebögen, die sich mit der Befindlichkeit der Probanden beschäftigten (HADS, MDBF, STAI), signifikante Unterschiede zwischen den depressiven und den gesunden Probanden (jeweils $p < 0,001$). Bei Auswertung der HADS ergaben sich für die depressiven Probanden im Gegensatz zu den gesunden auf beiden Skalen (Angst und Depressivität) deutlich höhere, auffällige Werte, im MDBF sprachen die Ergebnisse für eine

schlechtere Stimmung, größere Müdigkeit und einen höheren Grad an Unruhe innerhalb der depressiven Stichprobe und im STAI erreichten die depressiven Probanden sowohl höhere Werte für State-Angst als auch für Trait-Angst. Diese Ergebnisse zeigen einerseits die vorhandene Depressivität innerhalb der entsprechenden Stichprobe, die auch durch die Auswertung des Strukturierten Klinischen Interviews für DSM-IV bestätigt werden konnte, und andererseits die signifikant bessere Stimmung innerhalb der gesunden Kontrollgruppe. Beides waren wichtige Voraussetzungen für einen sinnvollen Vergleich des Flow-Erlebens bei depressiven und gesunden Probanden im Rahmen der vorliegenden Studie.

Bezüglich der Handlungs- und Lageorientierung zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden untersuchten Stichproben, so dass diesbezüglich kein Einfluss auf das Flow-Erleben der Probanden zu erwarten war.

Die Auswertung der Daten zum Locus of Control zeigte, dass die gesunden Probanden eine stärkere internale Kontrollüberzeugung hatten als die depressiven. Dies entspricht den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen. Depressive Erkrankungen stehen in einem negativen Zusammenhang mit einer internalen Kontrollüberzeugung (Zawawi u. Hamaideh 2009), bzw. einem positiven mit einer externen Kontrollüberzeugung (Costello 1982; Harrow et al. 2009). Im Kontext der vorliegenden Arbeit und aufgrund der Tatsache, dass gesunde Probanden während der adaptiven Rechenmanipulation mehr Flow erlebten als depressive (bezogen auf die Ergebnisse auf den Skalen *Flow-Index* und *Flow-Kurzskala*), ist das ein interessantes Ergebnis. In einer früheren Untersuchung konnte bereits gezeigt werden, dass die Fähigkeit Flow zu erleben mit davon abhängt, wie stark die internale Kontrollüberzeugung der jeweiligen Person ist und dass Personen mit stärkerer internaler Kontrollüberzeugung auch mit höherer Wahrscheinlichkeit Flow erleben (Keller u. Blomann 2008). Auch wenn dieser Aspekt in den weiteren statistischen Auswertungen der vorliegenden Arbeit nicht näher berücksichtigt wurde, läge hier sicher eine erfolgsversprechende Möglichkeit weitergehender Forschungsbemühungen. Ein moderierender Einfluss des Locus of Control auf den Zusammenhang zwischen Depressivität und Flow-Erleben ist nicht auszuschließen.

4.3 Flow-Erleben und Depressivität

Eine der wesentlichen Fragestellungen dieser Arbeit war, ob sich die Probanden der beiden Stichproben hinsichtlich der Fähigkeit Flow erleben zu können, unterscheiden würden. Die Ergebnisse in Flow-Index und modifizierter Flow-Kurzskala waren diesbezüglich eindeutig (jeweils $p < 0,001$) und zeigten, dass die depressiven Probanden in der adaptiven

Manipulation signifikant weniger Flow erlebten als die gesunden Studienteilnehmer. Allerdings konnten Reinhardt und Kollegen im Rahmen ihrer Studie zu Flow in der Sporttherapie der Depression bereits ein stabiles Flow-Erleben bei depressiven Probanden zeigen (Reinhardt et al. 2008). Der oben dargelegte Unterschied zwischen gesunden und depressiven Probanden bezüglich ihrer Ergebnisse in Flow-Index und Flow-Kurzskala während der adaptiven Manipulation ist somit eher als „mehr“ und „weniger“ Flow zu verstehen und nicht als „Flow“ und „kein Flow“. Denn bisher konnte keine Schwelle definiert werden, ab der man mit Sicherheit von einem stabilen Flow-Erleben sprechen kann und darüber hinaus ist nicht bekannt, ob ein derartiger Grenzwert überhaupt existiert. Da Reinhardt et al. (2008) in ihrer Studie ausschließlich depressive Probanden untersuchten, kann nur darüber spekuliert werden, wie das Flow-Erleben gesunder Probanden – wären sie in das Experiment mit eingebunden worden – ausgefallen wäre. Möglicherweise hätten sie im Einklang mit den Ergebnissen der hier vorliegenden Studie ebenfalls über ein stärkeres Flow-Erleben berichtet als die depressiv erkrankten Studienteilnehmer. Es lässt sich letztlich schlussfolgern, dass depressive Probanden zwar prinzipiell Flow erleben können, aber in einem offenbar signifikant geringeren Ausmaß als Probanden einer gesunden Kontrollgruppe.

Im Einklang damit konnten in der Varianzanalyse für die beiden Skalen *Flow-Index* und *Flow-Kurzskala* mit $p = 0,001$ jeweils hochsignifikante Interaktionseffekte festgestellt werden (siehe Tab. 9 im Kapitel 3.3.1.2 *Ergebnisse zu Hypothese 2*). Abhängig von der Stichprobenzugehörigkeit der Probanden und damit dem Vorhandensein einer Depression unterschied sich also der Verlauf des Flow-Erlebens der Probanden während den verschiedenen Rechen-Manipulationen. Dabei zeigte das Flow-Erleben bei gesunden Probanden einen Peak während der adaptiven Manipulation, wohingegen die depressiven Probanden die höchsten Werte bereits in der Langeweile-Manipulation erreichten. Eine Depression scheint somit direkt oder indirekt einen Einfluss auf das Flow-Erleben erkrankter Personen zu haben und zwar nicht nur auf die Intensität, sondern auch auf die Art und Weise, wie stabiles Flow-Erleben überhaupt zustande kommen kann. So scheinen bereits die Rechenaufgaben während der Flow-Manipulation die Entstehung von Flow bei depressiven Probanden behindert zu haben, wohingegen bei gesunden Probanden erst die noch anspruchsvollere Überforderungs-Manipulation einen Abfall der Flow-Werte bewirkte.

Interessanterweise unterschieden sich die Probanden bezüglich der Angaben zu den einzelnen Flow-Parametern kaum. So gab es in erster Linie keinen signifikanten Stichproben-Unterschied hinsichtlich der wahrgenommenen Passung, wobei depressive

Probanden sogar tendenziell etwas höhere Werte erreichten als die Probanden der gesunden Stichprobe (siehe Tab. 9 im Kapitel 3.3.1.2 *Ergebnisse zu Hypothese 2*). Lange wurde von Csikszentmihalyi und Kollegen angenommen, dass es bei der Entstehung von Flow vor allem darauf ankäme, die Übereinstimmung von Anforderungen und Fähigkeiten (Passung) als solche wahrzunehmen (Nakamura u. Csikszentmihalyi 2002, S. 91). Jedoch zeigten Reinhardt et al. bereits ein stabiles Flow-Erleben bei Probanden einer Laufbandstudie, unabhängig davon, ob diese die vorhandene Passung wahrgenommen haben oder nicht (Reinhardt et al. 2006). Neben der Passung, die in vielen Arbeiten als zentrale Grundvoraussetzung für das Erleben von Flow genannt wird, scheint es noch andere wichtige Bedingungen zu geben, ohne deren Erfüllung das Erleben von Flow zumindest nur eingeschränkt möglich ist, da sich Personen teilweise trotz einer vorhandenen Passung hinsichtlich der Qualität ihres Flow-Erlebens unterscheiden (Nakamura u. Csikszentmihalyi 2002, S.93). Dies zeigen auch die Ergebnisse der hier vorliegenden Studie. Denn trotz fehlender signifikanter Unterschiede bezüglich der wahrgenommenen Passung unterschieden sich die beiden untersuchten Stichproben deutlich hinsichtlich des Flow-Erlebens.

Nach Csikszentmihalyi gelten eine klare Zielsetzung und ein promptes und eindeutiges Feedback ebenfalls als essentielle Grundvoraussetzungen für das Erleben von Flow (Nakamura u. Csikszentmihalyi 2002, S. 90). Da sowohl die gesunden als auch die depressiven Probanden im Rahmen desselben Studiendesigns untersucht wurden und zuvor die gleichen Instruktionen bezüglich der Bearbeitung der Rechenaufgaben erhalten haben, ist davon auszugehen, dass es bezüglich dieser Parameter keinen Unterschied zwischen den Probanden gegeben hat. Alle teilnehmenden Personen hatten mit dem Lösen der Rechenaufgaben eine klare Zielsetzung vor Augen und bekamen nach Ablauf der 18 Sekunden, die für eine Aufgabe jeweils zur Verfügung standen, eine klare Rückmeldung bezüglich der Richtigkeit der eingegebenen Lösung.

In Anbetracht der vorliegenden Studienergebnisse ist somit davon auszugehen, dass die wahrgenommene Passung und die klare Zielsetzung (bzw. eindeutige Rückmeldung) nicht die einzigen zentralen Bedingungen sein können, die erfüllt sein müssen, damit Flow entstehen kann und möglicherweise sogar nicht mal unmittelbar notwendige Voraussetzungen darstellen.

Im Hinblick auf die vorliegende Studie müssen die pathophysiologischen Vorgänge im Rahmen einer depressiven Erkrankung in noch unbekannter Weise in bestimmten

Situationen einen bedeutenden und störenden Einfluss auf die Entstehung von Flow haben. Die Aussage De Manzanos, dass Flow aus „(...) *einem Zusammenspiel von positivem Affekt und hoher Konzentration entsteht*“ (de Manzano et al. 2010, eigene Übersetzung) scheint im Kontext der vorliegenden Arbeit von Bedeutung zu sein, wenn man bedenkt, dass bei depressiven Erkrankungen sowohl Affekt als auch Konzentration maßgeblich beeinträchtigt sein können. Es kann darüber hinaus nicht ausgeschlossen werden, dass der von Wanner et al. (2006) berichtete positive Zusammenhang von Flow und allgemeinem Wohlbefinden (englisch: „well-being“, eigene Übersetzung) möglicherweise bedeutet, dass dieses Wohlbefinden nicht (nur) eine angenehme Folge des Erlebens von Flow ist, sondern möglicherweise auch eine Voraussetzung für die Entstehung desselben darstellen könnte.

Reinhardt et al. (2008) berichteten von einer temporären Stimmungsaufhellung der depressiven Probanden nach erlebtem Flow, welche allerdings nur für eine kurze Zeitspanne anhielt. Daher lag die Vermutung nahe, Flow könnte auch einen Einfluss auf andere affektive Emotionen haben, beispielsweise die vom Probanden empfundene Angst. Die hierzu erfolgte korrelative Auswertung zeigte einen negativen Zusammenhang. Höhere Werte im Flow-Index – und damit ein vermehrtes Flow-Erleben – gingen mit niedrigeren Werten im STAI X1 (State-Angst) einher und damit mit einem geringeren Grad an Zustands-Angst. Dabei zeigte sich für die gesunden Probanden ein stärkerer Zusammenhang als für die depressiven (Flow-Manipulation: $r = -0,648$ gegenüber $r = -0,415$). Der Effekt blieb in etwas geringerer Ausprägung auch nach Miteinbeziehung der Daten aus dem STAI X1 *Basis* bestehen. Dieser wurde von den Probanden vor der Ruhe-Phase ausgefüllt und sollte die State-Angst vor Beginn des Experiments im Sinne eines Ausgangswertes quantifizieren. Um den eigentlichen durch Flow hervorgerufenen Effekt untersuchen zu können, wurde dieser Ausgangswert als Kontrollvariable mit in die Berechnungen einbezogen. Das Ergebnis könnte für einen angstlösenden Effekt von Flow sprechen, auch wenn bei einer korrelativen Berechnung keine kausalen Zusammenhänge festgestellt werden können. Ein umgekehrter Effekt mit einem vermehrten Flow-Erleben in Zuständen der Angstfreiheit kann daher ebenfalls nicht ausgeschlossen werden und stünde im Einklang mit obiger Vermutung, ein positiver Affekt könnte Voraussetzung für die Entstehung von Flow sein.

Trotz vielversprechender Argumente, wie der durch Reinhardt et al. beschriebenen Stimmungsaufhellung bei depressiven Probanden nach dem Flow-Erleben, kann hier nicht abschließend geklärt werden, ob es im therapeutischen Setting von Angststörungen, Depressionen oder anderen psychiatrischen Krankheitsbildern sinnvolle Anwendungsmöglichkeiten für Flow gibt. Im Hinblick auf die hohen Inzidenzen und

Prävalenzen psychischer Erkrankungen sollte dies jedoch unbedingt Gegenstand weiterer Forschungsbemühungen bleiben.

Die zu Beginn der Arbeit angeführte Vermutung, die oft vorhandenen Konzentrationsstörungen im Rahmen depressiver Erkrankungen könnten das Flow-Erleben beeinträchtigen, kann zumindest für die hier untersuchte Stichprobe nicht bestätigt werden. Betrachtet man die Ergebnisse für die im Rahmen der Flow-Fragebögen abgefragten Parameter (Verminderte) *Selbstwahrnehmung* und (Veränderte) *Zeitwahrnehmung* als Indikatoren für ein völliges Aufgehen in der Rechentätigkeit im Sinne einer fokussierten Aufmerksamkeit bzw. starken Konzentration (Nakamura u. Csikszentmihalyi 2002, S. 92) fällt auf, dass sich hier keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den beiden Stichproben zeigen ließen (siehe Tab. 9 und 11 in 3.3.1.2 *Ergebnisse zu Hypothese 2*). Der Umstand, dass mangelnde Konzentrationsfähigkeit möglicherweise die Entstehung von Flow beeinträchtigen könnte, kann damit allerdings nur eingeschränkt überprüft werden, da die untersuchten Probanden nicht explizit hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Konzentrationsfähigkeit getestet wurden.

Betrachtet man erneut die untersuchten Flow-Parameter, so zeigte sich nur bei zwei Einzel-Parametern ein signifikanter Stichproben-Unterschied. Zum einen konnten für die gesunden Probanden signifikant höhere Werte für den Parameter *Stimmung* gezeigt werden ($p < 0,001$). Aufgrund ihrer Grunderkrankung waren die niedrigeren Werte der depressiven Probanden hier zu erwarten und wurden durch die verschiedenen stimmungsbezogenen Fragebögen (z.B. MDBF, HADS) bereits vorweggenommen (siehe Kapitel 3.2 *Fragebögen – Psychometrische Daten*). Zum anderen ergab die statistische Auswertung einen signifikanten Stichprobenunterschied für den Parameter *Kontrolle*, sowohl im Rahmen der Varianzanalyse ($p = 0,040$), als auch bei Betrachtung der Daten aus der adaptiven Manipulation ($p = 0,009$). Die depressiven Probanden erreichten hier ebenfalls die niedrigeren Testwerte. Bisher wurde das starke Gefühl der Kontrolle meist als eine begleitende Komponente während des Flow-Erlebens betrachtet (Nakamura u. Csikszentmihalyi 2002). Aufgrund der Tatsache, dass die Ergebnisse der Varianzanalyse hinsichtlich der einzelnen Flow-Parameter abgesehen von der Stimmung nur bezüglich der empfundenen Kontrolle einen signifikanten Stichproben-Unterschied zeigten, sollte zumindest die Möglichkeit eines moderierenden Einflusses dieser Variable auf das Flow-Erleben in Betracht gezogen werden. Außerdem zeigte sich hier der - bezogen auf die Einzelparameter - einzige signifikante Interaktionseffekt ($p = 0,019$), was bedeutet, dass sich der Verlauf des Kontrollempfindens während der verschiedenen Rechen-Manipulationen

abhängig von dem Vorhandensein einer depressiven Erkrankung unterschied. Die depressive Erkrankung scheint das Kontrollempfinden der Probanden abhängig von der Schwierigkeit der Rechenaufgaben zu stören, was wiederum eine (Teil-)Ursache für deren eingeschränktes Flow-Erleben sein könnte. In der Auswertung der Daten aus der adaptiven Manipulation mittels T-Test (Tab. 11 in 3.3.1.2 *Ergebnisse zu Hypothese 2*) zeigte sich darüber hinaus auch ein signifikanter Stichproben-Unterschied bezüglich des Parameters *Anstrengung* ($p = 0,013$), wobei die depressiven Probanden die höheren Testwerte erreichten, was einer größeren empfundenen Anstrengung während des Rechnens entspricht. Tendenziell zeigten sich diesbezüglich während allen Rechen-Manipulationen höhere Werte für die depressiven Probanden, ungeachtet des in der Varianzanalyse fehlenden Stichproben-Unterschieds. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass bereits geringe (mentale) Belastungen, wie beispielsweise das Kopfrechnen in der Langeweile-Manipulation, von depressiv Erkrankten aufgrund einer verminderten Stressresistenz als übermäßig anstrengend empfunden werden und könnte im Zusammenhang damit stehen, dass das Flow-Erleben der depressiven Probanden mit ansteigender Rechenschwierigkeit an Intensität zu verlieren scheint. Möglicherweise ist die Reaktionsweise der Stressachsen depressiver Personen aufgrund ihrer Erkrankung in einer Weise verändert, die bei (mental)en Belastungen zu einem vermehrten Stresserleben führt und so die Entstehung von Flow verhindert. Das dadurch fehlende Gefühl des Wohlbefindens, das durch Flow beispielsweise bei sportlichen, mentalen oder sonstigen alltäglichen Aktivitäten vermittelt werden kann, könnte möglicherweise auch zu dem oft beschriebenen Symptom Verlust von Interesse und Freude sowie dem verminderten Antrieb im Rahmen depressiver Erkrankungen beitragen.

Um derartige Vermutungen zukünftig in geeigneter Weise untersuchen zu können, ist eine genaue Kenntnis der dem Flow-Erleben zugrunde liegenden Mechanismen unabdingbar. Im Folgenden stehen daher die physiologischen Vorgänge während des Flow-Erlebens im Mittelpunkt der Diskussion.

4.4 Die physiologischen Korrelate des Flow-Erlebens im Kontext depressiver Erkrankungen

Die Charakterisierung der physiologischen Korrelate des Flow-Erlebens ist ein wichtiger Schritt, um das Verständnis dieses Phänomens zu vertiefen und mögliche kurz- und langfristige Folgen eines vermehrten oder ausbleibenden Flow-Erlebens eruieren zu können. Gleichzeitig ist ein umfangreiches diesbezügliches Wissen auch im Kontext depressiver Erkrankungen unerlässlich, um mögliche Zusammenhänge untersuchen und beschreiben zu

können. Bisherige Forschungsbemühungen beschränkten sich dabei vor allem auf vegetative Parameter wie beispielsweise die Herzratenvariabilität, die Elektrodermale Aktivität, die Aktivität verschiedener Gesichtsmuskeln oder aber auf die zugrunde liegenden neurophysiologischen Mechanismen (siehe Kapitel 1.2 *Die experimentelle Messung von Flow*). Die vorliegende Studie setzte hingegen einen anderen Schwerpunkt, da neben den grundlegenden vegetativen Parametern vor allem die hormonelle Aktivität der verschiedenen Stressachsen im Mittelpunkt der Untersuchungen stand.

Es wird davon ausgegangen, dass die Bearbeitung von Kopfrechen-Aufgaben mit ansteigendem Schwierigkeitsgrad eine zunehmende Belastung im Sinne einer Stresssituation darstellt. Der menschliche Körper reagiert auf eine derartige Beanspruchung und versucht, sich während der verschiedenen Rechen-Manipulationen mit Hilfe der Regulationsfähigkeit des Autonomen Nervensystems an die jeweilige veränderte Situation anzupassen. Im Folgenden werden die Unterschiede zwischen den beiden Stichproben hinsichtlich der Ruhewerte der untersuchten Parameter dargelegt sowie die beobachteten vegetativen Reaktionen im Verlauf des Experiments beschrieben und im Kontext depressiver Erkrankungen näher beleuchtet.

4.4.1 Herzfrequenz und Blutdruck

Depressive Erkrankungen werden in der Literatur immer wieder mit einer erhöhten Aktivität des sympathischen Nervensystems und damit einhergehender erhöhter kardialer Morbidität in Verbindung gebracht (Pratt et al. 1996; Veith et al. 1994). Anzeichen für eine erhöhte sympathische Aktivität sind beispielsweise eine erhöhte Herzfrequenz und ein erhöhter Blutdruck (Agelink et al. 2002). Beide Parameter steigen während einer physischen oder mentalen Belastung an und sind valide Indikatoren für erlebten Stress (Hjortskov et al. 2004).

Im Rahmen der vorliegenden Studie zeigte die Auswertung der Ruhewerte von Herzfrequenz, Mittlerem Arteriellen Druck, systolischem und diastolischem Blutdruck keine signifikanten Stichproben-Unterschiede. Mit absolut gesehen höheren mittleren Werten und einem nahe an der Signifikanz liegenden $p = 0,079$ gab es hinsichtlich der mittleren Ruhfrequenz allerdings zumindest Hinweise auf eine tendenziell höhere sympathische Grundaktivität bei den depressiven Probanden (siehe Tab. 15 in Kapitel 3.3.3.1 *Ergebnisse zu Hypothese 4*). Untersuchungen anderer Autoren konnten bereits eine erhöhte Herzfrequenz als Ausdruck eines höheren Sympathikotonus bei depressiven Probanden zeigen (Lahmeyer u. Bellur 1987). Dieser erhöhte Ruhepuls, der langfristig in

Zusammenhang mit kardialer Morbidität und Mortalität steht (Dyer et al. 1980) spricht für eine pathologische Überaktivität der ergotropen Stressachse bereits in Situationen ohne zusätzliche mentale oder physische Belastung.

Im Rahmen der Varianzanalyse konnte für die Herzfrequenz ein mit $p = 0,017$ signifikanter Stichproben-Unterschied nachgewiesen werden, mit höheren Werten bei den depressiven Probanden (siehe Tab. 16, Kapitel 3.3.3.2 *Ergebnisse zu Hypothese 5*). Aufgrund der dabei deutlich größeren verwendeten Datenmenge des gesamten Experiments ist davon auszugehen, dass sich möglicherweise bei einer größeren Probandenzahl auch die Ruhewerte signifikant unterschieden hätten. Während den einzelnen Rechen-Manipulationen stieg die Herzfrequenz tendenziell bei den Probanden beider Stichproben an, was für eine sympathische Aktivierung im Zuge des Kopfrechnens spricht. Allerdings schlug sich diese Beobachtung nicht in signifikanten Ergebnissen nieder. Die während den einzelnen Manipulationen ermittelten Frequenzdaten unterschieden sich jeweils nicht signifikant von den Ruhewerten, weder bei gesunden noch bei depressiven Probanden (siehe Tab. 17, Kapitel 3.3.3.2 *Ergebnisse zu Hypothese 5*). Es ist davon auszugehen, dass diese Unterschiede bei einer größeren Probandenzahl ebenfalls deutlicher und damit möglicherweise signifikant ausgefallen wären. So kann der Anstieg der Herzfrequenz als Ausdruck einer vegetativen Aktivierung während des Kopfrechnens nur vermutet, aber im Rahmen der vorliegenden Studie nicht sicher belegt werden. Damit einhergehend ließ sich auch kein signifikanter Interaktionseffekt nachweisen. Ein Einfluss der Stichprobenzugehörigkeit der Probanden und damit einer depressiven Erkrankung auf den Verlauf der Herzfrequenz während der verschiedenen Rechen-Manipulationen konnte also nicht gezeigt werden.

Auch bei Betrachtung der systolischen Blutdruckwerte im Verlauf des Experiments zeigte sich ein signifikanter Stichproben-Unterschied, wobei die depressiven hier die niedrigeren und die gesunden Probanden die höheren Werte aufwiesen. Dieses Ergebnis kann so in der entsprechenden Literatur nicht nachvollzogen werden, da die meisten Autoren bei Untersuchung der sympathischen Aktivität depressiver Probanden eine erhöhte Herzfrequenz zusammen mit einem nicht veränderten systolischen Blutdruck zeigen konnten (Carney et al. 1999; Lake et al. 1982; Moser et al. 1998).

Abgesehen davon ist in Tabelle 16 ersichtlich, dass tendenziell die höchsten systolischen Blutdruckwerte bei beiden Stichproben gleichermaßen während der Flow- und der Überforderungs-Manipulation gemessen wurden. Dies spricht für eine ähnlich ausgeprägte

Belastung und damit auch sympathische Aktivierung während dieser beiden Manipulationen, was die Annahme unterstützt, dass Kopfrechnen ab einem gewissen Schwierigkeitsgrad einer sympathischen Aktivierung entspricht, die bei längerer Dauer als Belastung in Form von Stress interpretiert werden kann. Bereits während der adaptiven Rechen-Manipulation lagen die Werte, bezogen auf den systolischen Blutdruck, auf Höhe der Überforderungs-Manipulation. Dabei ist zu erwähnen, dass nur bei den depressiven Probanden und nur für die adaptive Manipulation ein signifikanter Unterschied zu den Ruhewerten nachgewiesen werden konnte (Tab. 17). Es gilt hier die selbe Vermutung, wie im Rahmen der Betrachtung der Herzfrequenz-Daten. Eine größere Stichprobe hätte hier möglicherweise deutlichere und damit wahrscheinlich signifikante Unterschiede ergeben.

Für die Parameter Diastolischer Blutdruck und Mittlerer Arterieller Druck konnten, unter Einbeziehen aller erhobenen Daten, weder signifikante Stichproben-Unterschiede noch Interaktionseffekte ermittelt werden. Allerdings gibt es auch hier Hinweise dafür, dass insbesondere die depressiven Probanden mit einer sympathischen Aktivierung auf das Kopfrechnen reagierten. Für beide Parameter konnten für die Probanden der depressiven Stichprobe signifikante Unterschiede zwischen den Ruhewerten und den Werten aus der adaptiven und der Überforderungs-Manipulation gezeigt werden. Auch hier zeigte sich also die durch die Bearbeitung der schwierigen Rechenaufgaben ausgelöste Reaktion der ergotropen Achse, die tendenziell bei den depressiven Probanden stärker ausgeprägt war, als bei den gesunden. Obwohl die Anzahl der Probanden in der gesunden Stichprobe größer war, zeigten sich hier während den einzelnen Rechen-Manipulationen keine signifikanten Unterschiede zu den Ruhewerten.

4.4.2 Elektrodermale Aktivität

Die Elektrodermale Aktivität, die bei einem Anstieg für eine sympathische Aktivierung durch beispielsweise psychischen Stress spricht (Jacobs et al. 1994), wurde ebenfalls unter Ruhebedingungen untersucht. Hier ließ sich kein signifikanter Stichproben-Unterschied zeigen, es fielen allerdings tendenziell niedrigere Werte bei den Probanden der depressiven Stichprobe auf. Obwohl diesbezüglich bei einer (vermuteten) höheren Grundaktivität des sympathischen Nervensystems bei depressiven Probanden eher höhere Werte zu erwarten wären, konnte bereits vor einigen Jahren in mehreren Studien gezeigt werden, dass Depressionen mit einer Elektrodermalen Hypoaktivität und damit niedrigeren Ruhe-Werten einhergehen (Donat u. McCullough 1983; Ward et al. 1983; Ward u. Doerr 1986) und zwar unabhängig von der Einnahme von antidepressiven Medikamenten (Thorell et al. 1987). In

der Tendenz entsprechen die vorliegenden Ruhe-Werte somit den bisher in der Literatur beschriebenen Ergebnissen.

Betrachtet man die Gesamtheit der für die Elektrodermale Aktivität im Verlauf des Experiments erhobenen Daten, so unterschieden sich die beiden Stichproben nicht signifikant voneinander. Dies wiederum ist konträr zu anderen Studien, die auch unter Stressbedingungen niedrigere Werte bei depressiven Probanden zeigen konnten (z.B. Donat u. McCullough 1983). Interessant ist jedoch der Verlauf der Werte während der einzelnen Messzeitpunkte (siehe Kapitel 3.3.3.2 *Ergebnisse zu Hypothese 5*, Tab. 16 und Tab. 17): Zunächst fällt ein sprunghafter, signifikanter Anstieg der Werte bei depressiven Probanden während der Langeweile-Manipulation auf ($p = 0,019$ im Vergleich zu den Ruhe-Werten). Bereits während dieser, bezogen auf den Schwierigkeitsgrad, eher leichten Rechenmanipulation befanden sich die Werte auf gleicher Höhe mit denen aus Flow- und Überforderungs-Manipulation. Die Werte der gesunden Probanden zeigten einen derartigen Anstieg hingegen erst während der adaptiven Manipulation und blieben während der Langeweile-Manipulation noch auf dem vorherigen Ruhe-Niveau. Ein Vergleich zwischen den Ruhewerten und den Daten aus der Langeweile-Manipulation zeigte bei gesunden Probanden im Unterschied zu den depressiven keinen signifikanten Unterschied.

Betrachtet man die Elektrodermale Aktivität als Indikator für eine sympathische Aktivierung spricht dieser Verlauf bei depressiven Probanden dafür, dass bereits die Langeweile-Manipulation trotz des niedrigen Schwierigkeitsgrades eine Belastungssituation im Sinne von Stress darstellt. Eine sympathische Aktivierung und der entsprechende Anstieg der EDA setzte bei den gesunden Probanden erst während der adaptiven Manipulation ein. Dieser unterschiedliche Verlauf der EDA während des Experiments spiegelte sich auch in einem signifikanten Interaktionseffekt ($p = 0,022$) wieder. Der Verlauf der Elektrodermalen Aktivität hing also entscheidend von der Stichprobenzugehörigkeit der Probanden ab, was ein Anzeichen dafür sein könnte, dass affektive Erkrankungen generell einen bedeutenden Einfluss auf das vegetative Nervensystem der Betroffenen ausüben. Dabei führt vermutlich eine Fehlregulierung zu einer übermäßigen Aktivität der ergotropen Stressachse bereits bei niedrigen Belastungen. Dennoch gilt es zu bedenken, dass die Ergebnisse nicht der in der Literatur für depressive Probanden unter Stressbedingungen beschriebenen Elektrodermalen Hypoaktivität entsprechen (z.B. Donat u. McCullough 1983) und daher zumindest kritisch zu hinterfragen sind.

4.4.3 Hormonelle Parameter

4.4.3.1 Katecholamine

Hinsichtlich der Ruhewerte der untersuchten Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin unterschieden sich die beiden Stichproben in beiden Parametern signifikant voneinander. Für die gesunden Probanden wurden dabei höhere Ruhewerte für Adrenalin ($p < 0,001$) gemessen, für die depressiven Probanden höhere Werte für Noradrenalin ($p = 0,005$). Bereits in mehreren Studien konnte gezeigt werden, dass depressiv erkrankte Personen aufgrund einer vermehrten Aktivität des sympathischen Nervensystems unter Ruhebedingungen höhere Noradrenalin-Spiegel im peripheren Blut aufweisen als gesunde Probanden (Lake et al. 1982; Veith et al. 1994). Wenngleich dieser Umstand von vielen Autoren berichtet wurde, konnte er nicht in allen Arbeiten bestätigt werden (z.B. Carney et al. 1999). Neben erhöhten Werten für Noradrenalin konnten teilweise auch erhöhte Adrenalin-Spiegel gezeigt werden (Wyatt et al. 1971). Dies würde ebenfalls für eine erhöhte Aktivität der ergotropen Stressachse sprechen, konnte so in der vorliegenden Studie aber nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse bezüglich der hormonellen Ruheaktivität der ergotropen Stressachse stimmen somit teilweise mit denen anderer Forschungsarbeiten überein. Depressive Probanden zeigten unter Ruhebedingungen höhere Noradrenalin-Spiegel als gesunde Personen, am ehesten aufgrund einer erhöhten Aktivität der (ergotropen) SAM-Achse.

Von besonderem Interesse war der Verlauf der einzelnen hormonellen Parameter während den verschiedenen Rechen-Manipulationen. Denn auch hormonelle Veränderungen sind Teil einer erfolgreichen Anpassung an akute Stress- und Belastungssituationen. So wurden bereits Anstiege der Plasma-Spiegel von Adrenalin, Noradrenalin und zusätzlich Cortisol während eines Kurzzeitgedächtnis-Tests beobachtet, was bedeutet, dass sowohl die SAM- als auch die HPA-Achse im Rahmen der Bearbeitung einer Aufgabe aktiviert werden, wenn diese eine hohe Aufmerksamkeit erfordert (Brandenberger et al. 1980).

Bei den Probanden beider Stichproben kam es mit Bearbeitung der Rechenaufgaben zu einem Anstieg der Adrenalin-Spiegel im peripheren Blut, wobei sich die gemessenen Werte während der drei Rechen-Manipulationen, insbesondere bei den depressiven Probanden, auf einem ähnlichen Niveau befanden. Signifikante Unterschiede zu den Ruhewerten konnten jedoch für keine der beiden Stichproben nachgewiesen werden. Auch für das Noradrenalin zeigten sich überwiegend keine signifikanten Unterschiede zu den Ausgangswerten.

Hochsignifikante Stichproben-Unterschiede konnten gezeigt werden, mit durchgehend höheren Adrenalin-Spiegeln bei gesunden und höheren Noradrenalin-Spiegeln bei

depressiven Probanden, jedoch keine Interaktionseffekte. Es gab also keinen nachweisbaren Einfluss der Stichprobenzugehörigkeit auf die Konzentration der Hormone Adrenalin und Noradrenalin im peripheren Blut während der verschiedenen Rechen-Manipulationen. Da die korrekte Bearbeitung insbesondere schwieriger Kopfrechenaufgaben zweifelsohne eine hohe Konzentration und Aufmerksamkeit voraussetzt, wäre zumindest während der Überforderungs-Manipulation aufgrund des hohen Schwierigkeitsgrades ein signifikanter Anstieg gegenüber den Ruhewerten zu erwarten gewesen.

4.4.3.2 ACTH und Cortisol

Hinsichtlich der HPA-Achse zeigten die gesunden Probanden unter Ruhebedingungen höhere Werte für ACTH ($p = 0,030$), die depressiven höhere Werte für Cortisol ($p = 0,034$). Höhere Cortisol-Spiegel bei den depressiven Probanden entsprechen den in der Literatur vorherrschenden Daten, die zeigen, dass eine depressive Erkrankung oftmals mit erhöhten basalen Cortisol-Werten einhergeht (Cubala u. Landowski 2014; Fang et al. 1981; Gold et al. 1986; Linkowski et al. 1985; Pfohl et al. 1985). Dieser Hypercortisolismus zeigt sich darüber hinaus in Form höherer 24-h-Plasma-Cortisol-Spiegel im Vergleich zu gesunden Personen (Halbreich et al. 1985) und ist Ausdruck einer Fehlfunktion bzw. Fehlregulation der HPA-Achse bei depressiv erkrankten Personen (Carroll et al. 1976; Linkowski et al. 1985). Hinsichtlich der ACTH-Spiegel sind in der Literatur widersprüchliche Aussagen zu finden. In verschiedenen Studien wird sowohl über höhere (Deuschle et al. 1997; Pfohl et al. 1985) als auch über vergleichbar hohe (Linkowski et al. 1985; Fang et al. 1981) Werte im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe berichtet. Die vorliegende Studie kann daher diesbezüglich, mit signifikant niedrigeren basalen ACTH-Spiegeln bei depressiven Probanden, die Ergebnisse bisheriger Arbeiten nicht reproduzieren.

Bezogen auf das gesamte Experiment konnten in der Varianzanalyse sowohl für ACTH, als auch Cortisol signifikante Stichproben-Unterschiede gezeigt werden (siehe Tab. 16, Kapitel 3.3.3.2 *Ergebnisse zu Hypothese 5*). Im Unterschied zur ergotropen Stressachse konnten jedoch auch signifikante Unterschiede zwischen den Ruhe-Werten und den Werten an den einzelnen Messzeitpunkten gezeigt werden (siehe Tab. 17, Kapitel 3.3.3.2 *Ergebnisse zu Hypothese 5*). Hinsichtlich beider Hormone trifft dies ungeachtet der Stichprobe sowohl für die Flow- als auch die Überforderungs-Manipulation zu, für Cortisol zusätzlich noch für die Langeweile-Manipulation. Letztendlich sprechen diese Ergebnisse für eine vegetative Aktivierung während des Rechnens, insbesondere bei höheren Schwierigkeitsgraden, unabhängig von der Zugehörigkeit zu einer der beiden Stichproben. Allerdings konnten, wie

bereits zuvor bei Betrachtung der Katecholamine, keinerlei Interaktionseffekte gezeigt werden, so dass sich ein signifikanter Einfluss der Stichprobenzugehörigkeit und somit der depressiven Erkrankung auf den Verlauf der Konzentrationen von ACTH und Cortisol nicht nachweisen lässt.

4.4.3.3 Serotonin

Auch hinsichtlich der Ruhe-Werte des Hormons Serotonin zeigte sich ein hochsignifikanter Stichprobenunterschied ($p < 0,001$). Dass depressive Personen im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe erniedrigte periphere Serotonin-Spiegel aufweisen, konnte bereits im Rahmen früherer Arbeiten anderer Autoren gezeigt werden (z.B. Paul-Savoie et al. 2011). Im Gegensatz zu den bisher beleuchteten Hormonen der SAM- und HPA-Achse unterschied sich der Verlauf der Serotoninkonzentration bei den Probanden der beiden Stichproben während des Experiments. Der bereits erwähnte Stichproben-Unterschied blieb auch unter Einbeziehung der gesamten Daten im Rahmen der Varianzanalyse hochsignifikant bestehen ($p < 0,001$). Im Unterschied zu den depressiven Probanden stieg der periphere Serotonin-Spiegel bei gesunden Probanden während der Langeweile-Manipulation signifikant an und erreichte während der Flow-Manipulation seinen Höhepunkt. Während der Überforderungs-Manipulation zeigten sich tendenziell wieder niedrigere Werte. Zu jedem dieser Messzeitpunkte unterschieden sich die Werte jeweils hochsignifikant vom Ruhe-Wert. Bei den depressiven Probanden konnte nur während der Überforderungs-Manipulation ein signifikanter Anstieg nachgewiesen werden. Dieser unterschiedliche Verlauf spiegelt sich in einem hochsignifikanten Interaktionseffekt ($p = 0,007$) wider, was für einen ausgeprägten Zusammenhang zwischen der Stichprobenzugehörigkeit der Probanden und somit einer vorhandenen depressiven Erkrankung und der Funktion der trophotropen Achse spricht (siehe Tab. 16 und 17, Kapitel 3.3.3.2 *Ergebnisse zu Hypothese 5*). Möglicherweise liegt in dieser veränderten Funktionsweise auch der Ursprung des eingeschränkten Flow-Erlebens depressiver Probanden. Auch denkbar wäre, dass das Ausbleiben von Flow möglicherweise zu einer Verstärkung depressiver Symptomatik führt. Dass Störungen im serotoninergen System bei depressiven Personen ursächlich an der Entstehung der Erkrankung, bzw. der dazugehörigen Beschwerdesymptomatik, beteiligt sind, wird seit Jahren vermutet. Die vorliegenden Ergebnisse sprechen dafür, dass auch die Fähigkeit Flow zu erleben (mit) über dieses System vermittelt wird. Zumindest scheinen sich Störungen desselben negativ auf ein stabiles Flow-Erleben auszuwirken. Es gilt zu klären, ob eine wiederholte manuelle Induktion von Flow bei depressiven Probanden, beispielsweise im Rahmen einer entsprechenden Therapie, zu Anstiegen der Serotonin-Spiegel führt und so möglicherweise

die Beschwerdesymptomatik depressiv erkrankter Personen lindern könnte. Jedoch muss konstatiert werden, dass in der vorliegenden Studie ein Anstieg der Serotonin-Spiegel bei den depressiven Probanden während der Überforderungs-Manipulation nicht mit mehr Flow-Erleben in Verbindung gebracht werden konnte. Im Gegenteil gaben die depressiven Probanden während dieser schwierigsten Rechen-Manipulation die geringste Flow-Intensität an. Der signifikante Interaktionseffekt spricht jedoch für einen, bisher noch ungeklärten, Zusammenhang. In jedem Falle sollte dieser Ansatz im Rahmen weiterer Forschungsarbeiten näher untersucht werden, denn wie bereits berichtet wurde, sind depressive Probanden prinzipiell in der Lage, Flow zu erleben. Eine Studie, die depressive Probanden mit und ohne antidepressiver Medikation hinsichtlich ihres Flow-Erlebens vergleicht, wäre beispielsweise vorstellbar, um die vorliegenden ersten Ergebnisse eingehender zu untersuchen.

Um die Zusammenhänge zwischen der Intensität des Flow-Erlebens und der Aktivität der verschiedenen hormonellen Systeme noch eingehender zu eruieren, erfolgte schließlich noch eine korrelative Untersuchung mittels Pearson-Korrelationskoeffizient (siehe Kapitel 3.3.4.1 *Ergebnisse zu Hypothese 6*, Tab. 18). Dabei konnten keinerlei signifikante Zusammenhänge festgestellt werden, was gegen einen linearen Zusammenhang zwischen der Intensität des Flow-Erlebens und der hormonellen Aktivität der verschiedenen untersuchten Stressachsen spricht.

4.5 Limitationen der Studie

4.5.1 Die Datenqualität

Die Datenerhebung im Rahmen der vorliegenden Studie erfolgte für die beiden Stichproben getrennt in zwei aufeinander folgenden Phasen. Dabei beteiligten sich mehrere Personen an der Datenakquise. So waren Frau Christina Rau und Herr Alexander Demel für die Untersuchung der gesunden Probanden zuständig, während Frau Silvia Rajec sowie der Autor der vorliegenden Arbeit die Datenerhebung der depressiven Probanden übernahmen. Vor Beginn einer Studienphase erfolgte stets eine Einweisung der Mitarbeiter hinsichtlich des Ablaufs der Studie und der jeweiligen Verfahrensweisen. Trotz definierter Abläufe ist eine hundertprozentige Übereinstimmung hinsichtlich der Durchführung der einzelnen Schritte des Experiments bei mehreren beteiligten Mitarbeitern nicht sicher zu gewährleisten und eine dadurch entstehende Beeinflussung der Datenqualität nicht vollständig auszuschließen.

Es ist darüber hinaus anzumerken, dass trotz des experimentellen Studiendesigns ein Teil der Ergebnisse lediglich korrelative Beziehungen zwischen einzelnen Parametern zeigen, die keine kausalen Rückschlüsse hinsichtlich Ursache und Wirkung zulassen. Aufgrund der Tatsache, dass bisher keine vergleichbaren Forschungsbemühungen zu den hormonellen Vorgängen während des Flow-Erlebens unternommen wurden, insbesondere nicht unter Miteinbeziehung depressiver Probanden, sind die Ergebnisse der vorliegenden Studie auch und insbesondere als Ausgangspunkt für weitergehende Untersuchungen zu betrachten. In der vorliegenden Studie konnten viele verschiedene Parameter erfasst und grundsätzliche Zusammenhänge untersucht werden. Nun sollten weitere Studien folgen, die sich insbesondere mit dem serotoninergen System und seinem Einfluss auf das Flow-Erleben sowie auf die therapeutische Verwendung von Flow im Rahmen depressiver Erkrankungen konzentrieren sollten. Auch der Zusammenhang zwischen der veränderten Funktionsweise der HPA-Achse bei depressiven Probanden und dem Flow-Erleben bietet interessante Ansatzpunkte. Dabei wäre eine Untersuchung größerer Studienpopulationen in jedem Fall wünschenswert, um möglichst valide Ergebnisse zu erhalten.

4.5.2 Das Rechenparadigma

Im Rahmen der Auswertung der einzelnen Flow-Parameter fiel auf, dass sowohl die gesunden als auch die depressiven Probanden die höchsten Passungs-Werte während der Überforderungs-Manipulation angegeben haben (siehe Kapitel 3.3.1 *Ergebnisse zu Fragestellung I, Tab. 9*). Es war jedoch das Ziel des verwendeten Studiendesigns, dass sich die Schwierigkeit der adaptiven Rechen-Manipulation in Echtzeit an die momentanen Rechenfähigkeiten der Probanden anpasst, um eine optimale Passung zu gewährleisten. Die Ergebnisse zeigen zwar, dass während der adaptiven Manipulation eine deutliche Passung erreicht und wahrgenommen wurde, jedoch in noch größerem Maße auch während der Überforderungs-Manipulation. Dies entspricht letztlich nicht der gewünschten Funktionsweise des Rechenprogrammes.

Das adaptive Rechen-Paradigma wurde bereits mehrfach erfolgreich im Rahmen anderer Studien genutzt und seine Funktionsweise hinreichend überprüft (siehe auch Kapitel 1.2 *Die experimentelle Messung von Flow* und 4.1 *Studiendesign*). Auch die Ergebnisse für die Skalen *Flow-Index* und *Flow-Kurzskala* sprechen prinzipiell für ein funktionierendes Studiendesign, da die gesunden während der adaptiven Manipulation die höchsten Flow-Werte erreichten. Es ist dennoch nicht auszuschließen, dass sowohl die Überforderungs- als auch die Flow-Manipulation einen zu geringen Schwierigkeitsgrad aufwiesen und daher

möglicherweise vor der Durchführung weiterer Studien eine Anpassung des Rechenprogrammes erfolgen sollte. Außerdem sollte die Funktionsweise des Flow-Fragebogens, insbesondere im Hinblick auf die beiden Skalen *Flow-Index* und *Flow-Kurzskala* in geeigneten Untersuchungen überprüft werden, um sicherzustellen, dass für zukünftige Studien ein zuverlässiges Instrument zur korrekten Erfassung der einzelnen Komponenten des Flow-Erlebens zur Verfügung steht. Diese Maßnahmen würden in jedem Fall zu einer hohen Qualität in der Flow-Forschung und zum Gelingen zukünftiger Forschungsprojekte beitragen.

4.5.3 Komorbiditäten und Medikation

Wie bereits in einem früheren Kapitel beschrieben, wurde während der statistischen Auswertung keine Rücksicht auf die Medikation der Probanden genommen, weder hinsichtlich der Art noch der Anzahl der eingenommenen Medikamente. Auch die Komorbiditäten der Probanden wurden nicht in die Auswertung miteinbezogen. Im Idealfall hätten die erhobenen Daten diesbezüglich kontrolliert werden müssen, um einen möglichen störenden Einfluss auf die Ergebnisse auszuschließen. Aufgrund der relativ niedrigen Probandenanzahl wurde jedoch darauf verzichtet. Daher sollte angestrebt werden, die hier beschriebenen Ergebnisse an größeren Kohorten unter entsprechender Kontrolle möglichst vieler Stör- und Einflussfaktoren zu reproduzieren und somit im besten Falle zu bestätigen.

4.6 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie tragen zu einem tieferen Verständnis des Flow-Phänomens bei. Depressive Probanden scheinen in ihrer Fähigkeit, Flow zu erleben, deutlich eingeschränkt zu sein, wobei diesbezüglich verschiedene Gründe vorstellbar sind. Einerseits könnte es an der veränderten Stimmung der Probanden liegen. Eine Fehlfunktion der trophotropen Achse mit dem Hormon Serotonin scheint hier ursächlich beteiligt zu sein. Andererseits ist ein Einfluss der HPA- und der SAM-Achse mit ihrer tendenziell erhöhten Grundaktivität sowie einer verstärkten Reaktion in Zuständen mentaler Belastung ebenfalls nicht auszuschließen, wobei während des Kopfrechnens auch bei gesunden Probanden eine sympathische Aktivierung festgestellt werden konnte.

Bezüglich der Charakterisierung der physiologischen Vorgänge während des Flow-Erlebens sprechen insbesondere die Anstiege der Cortisol-Spiegel, aber beispielsweise auch die zunehmende Elektrodermale Aktivität für eine mentale Belastung während des Rechnens, die im Sinne einer Stresssituation verstanden werden kann. Tendenziell lagen die Cortisol-Werte jedoch während der verschiedenen Rechen-Manipulationen stets auf einem ähnlichen

Niveau, insbesondere bei den gesunden Probanden. Die Ergebnisse von Keller et al. (2011), die zeigen konnten, dass Flow-Erleben mit erhöhten Cortisol-Spiegeln einhergeht, konnten daher nicht sicher reproduziert werden. Es ist unwahrscheinlich, dass die beobachteten Cortisol-Anstiege (nur) durch das Flow-Erleben selbst verursacht wurden. Denn obwohl die gesunden Probanden während allen Rechen-Manipulation annähernd gleich hohe Cortisol-Spiegel aufwiesen, erreichten sie in *Flow-Index* und *Flow-Kurzskala* während der adaptiven Manipulation deutlich höhere Flow-Werte. Und depressive Probanden zeigten durchweg höhere Cortisol-Spiegel als gesunde, jedoch gleichzeitig ein deutlich eingeschränktes Flow-Erleben. Es konnte daher nicht abschließend geklärt werden, ob die Cortisol-Anstiege überwiegend durch das Kopfrechnen oder teilweise auch durch das Erleben von Flow verursacht wurden.

Wahrscheinlich ist jedoch, dass ein gewisses Aktivitätslevel der Stressachsen Voraussetzung für die Entstehung für Flow ist. Peifer et al. konnten diesbezüglich einen umgekehrt U-förmigen Zusammenhang zwischen sympathischer Aktivierung und Flow-Erleben zeigen (Peifer et al. 2014). Danach steigt die Wahrscheinlichkeit, Flow zu erleben, mit zunehmender sympathischer Aktivierung an und fällt bei hohen Belastungen wieder ab. Möglicherweise wird zur Entstehung von Flow also ein gewisses Aktivitätslevel benötigt, hervorgerufen durch die Ausübung einer fordernden Tätigkeit. Es erscheint zudem nachvollziehbar, dass das Aufrechterhalten eines bereits eingetretenen Flow-Erlebnisses während einer Handlung, die unter höchster Konzentration am Fähigkeitsoptimum ausgeführt wird, ebenfalls ein gewisses Maß an dauerhafter sympathischer Aktivierung benötigt. Da dieser Zustand für den Körper nach längerer Zeit wahrscheinlich mit einer deutlichen Anstrengung verbunden ist, könnte es eine Art Schutzmechanismus geben, der sicherstellt, dass eine darüber hinausgehende Aktivitätszunahme der SAM- oder HPA-Achse ab einem gewissen Punkt die Hemmung weiteren Flow-Erlebens bewirkt.

Zumindest konnte in der vorliegenden Studie gezeigt werden, dass sowohl gesunde als auch depressive Probanden oberhalb eines gewissen (subjektiven) Belastungsniveaus weniger Flow erlebten. Bereits während der adaptiven Rechenmanipulation schien dieses Niveau für depressive Probanden erreicht gewesen zu sein, bei gesunden Probanden erst während der Überforderungs-Manipulation. Die Ergebnisse des erfassten Flow-Parameters *Anstrengung* unterstützen die Vermutung eines derartigen Zusammenhangs, auch wenn es sich hier um einen subjektiven Parameter handelt. Denn mit angestiegenen Anstrengungs-Werten während der Überforderungs-Manipulation erlebten die gesunden Probanden gleichzeitig weniger Flow als während der adaptiven Rechenphase. Und die depressiven Probanden,

deren Flow-Erleben sich bereits während der adaptiven Manipulation abschwächte, gaben gleichzeitig Anstrengungs-Werte an, die bereits oberhalb derjenigen lagen, die von den gesunden Probanden während der Überforderungs-Manipulation erreicht wurden.

Dabei gilt es allerdings zu bedenken, dass sowohl gesunde als auch depressive Probanden während der Überforderungs-Manipulation die höchsten Werte für den Flow-Parameter *Passung* erreichten. Die wahrgenommene Passung spiegelt also weder die Intensität des Flow-Erlebens wider, noch muss eine subjektive (Über-) Anstrengung mit abnehmender Flow-Intensität zwangsläufig auch mit einem geringeren Passungsempfinden einhergehen.

Allerdings ließ sich dieses subjektive Gefühl der Anstrengung nicht durch entsprechende Anstiege der Cortisol-Spiegel verifizieren, insbesondere nicht für die gesunden Probanden. Für die depressiven Probanden, die während der Langeweile-Manipulation die höchsten Flow-Werte erreichten, konnte jedoch ein Cortisol-Anstieg, insbesondere während der Flow- aber auch während der Überforderungs-Manipulation gezeigt werden, bei gleichzeitig verminderter Flow-Intensität. Hier scheint also die Überschreitung eines gewissen Schwellen-Wertes zu einer Einschränkung weiteren Flow-Erlebens geführt zu haben. Peifer et al. konnten bereits zeigen, dass Cortisol zu einer Beeinträchtigung des Flow-Erlebens führt, wenn es Probanden in Stress-vermittelnder Dosierung verabreicht wird (Peifer et al. 2015).

Sollte es einen solchen individuellen Schwellen-Wert geben, ab dem ein stabiles Flow-Erleben nicht mehr möglich ist, könnte der Hypercortisolismus und der tendenziell erhöhte Sympathikotonus der depressiven Probanden mit dazu beitragen, dass er schneller erreicht und überschritten wird. Insbesondere dann, wenn man die oben bereits beschriebene Studie von Keller et al. (2011) miteinbezieht und davon ausgeht, dass das Erleben von Flow selbst zu einem Anstieg der Cortisol-Spiegel führen könnte.

Darüber hinaus konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit erneut gezeigt und damit die Erkenntnis von Reinhardt et al. (2008) bestätigt werden, dass depressive Probanden in der Lage sind, Flow zu erleben, wenn auch in eingeschränktem Maße. Mit der Identifizierung der trophotropen Achse als möglicherweise wichtigen Baustein eines funktionierenden Flow-Erlebens wurde zu einem tieferen Verständnis der Physiologie des Flow-Erlebens beigetragen. Ein Zusammenhang mit der Funktionsweise der SAM- und der HPA-Achse erscheint zudem wahrscheinlich. Es bleibt weiterhin offen, ob die positiven Eigenschaften von Flow zukünftig im therapeutischen Setting beispielsweise depressiver Erkrankungen oder Angststörungen genutzt werden können. Ein negativer Zusammenhang zwischen Flow

und der erlebten Zustandsangst konnte klar gezeigt werden. Weitere diesbezügliche Untersuchungen wären wünschenswert, um die zugrunde liegenden kausalen Beziehungen und die Frage nach dem therapeutischen Nutzen klären zu können. Sollte in weiteren Studien gezeigt werden, dass ein stabiles Flow-Erleben nur im Rahmen eines Zustands erhöhter sympathischer Aktivität und mentaler Belastung erreicht werden kann, muss eine diesbezügliche gesundheitsschädigende Wirkung vor therapeutischer Verwendung unbedingt ausgeschlossen werden.

Es bleibt außerdem ein essentielles Ziel experimenteller Flow-Forschung, eine Möglichkeit zu finden, Flow-Erleben sowohl retrospektiv als auch in Echtzeit sicher und objektiv festzustellen. Ein von Fragebögen unabhängiger, objektiver und zuverlässiger Parameter würde die Untersuchung der physiologischen Vorgänge während des Flow-Erlebens vereinfachen, die Validität der gewonnenen Daten verbessern und das Spektrum der möglichen Forschungsansätze deutlich erweitern.

5. Zusammenfassung

Einleitung

Flow-Erleben im Sinne des optimalen Aufgehens in einer Tätigkeit wird als äußerst positiv empfunden und motiviert zur wiederholten Ausführung der auslösenden Tätigkeiten. Neuere Forschungsergebnisse, die beispielsweise erhöhte Cortisol-Spiegel während des Flow-Erlebens zeigten, lassen die oft postulierte Maximierung von Flow in Arbeit und Freizeit allerdings fragwürdig erscheinen. Aufgrund großer noch vorhandener Lücken hinsichtlich des Verständnisses der zugrunde liegenden physiologischen Vorgänge war es das Ziel dieser Studie, die entsprechenden vegetativen Mechanismen weiter aufzudecken und näher zu beschreiben. In Verbindung damit sollte untersucht werden, ob Personen mit depressiver Erkrankung bezüglich des Flow-Erlebens eingeschränkt sind und inwiefern sich die begleitenden vegetativen Reaktionen von denen einer Kontrollgruppe gesunder Personen unterscheiden, um letztlich zu klären, ob die positiven Eigenschaften des Flow-Erlebens möglicherweise in der Therapie depressiver Erkrankungen verwendet werden können.

Material & Methodik

Im Zeitraum zwischen 2011 und 2015 nahmen 39 gesunde und 31 depressive Probanden im Alter zwischen 31 und 71 Jahren an der vorliegenden Studie teil. Zur Erfassung verschiedener soziodemographischer und psychometrischer Daten füllten die Probanden eine Reihe verschiedener Fragebögen aus. Nach einer 30-minütigen Ruhephase und einer ersten Blutabnahme zur Bestimmung der basalen Werte verschiedener hormoneller Parameter bearbeitete jeder Proband drei Mal acht Minuten Kopfrechenaufgaben. Die drei Rechenblöcke unterschieden sich hinsichtlich des Schwierigkeitsgrades der gestellten Aufgaben. Dabei gab es eine Langeweile-Manipulation mit sehr leichten Aufgaben, eine Überforderungs-Manipulation mit sehr schweren Aufgaben und eine adaptive Manipulation. Während dieser wurde die Schwierigkeit der Aufgaben automatisiert in Echtzeit an die momentane Rechenfähigkeit des Probanden angepasst, um eine optimale Passung als Grundvoraussetzung für die Entstehung von Flow zu gewährleisten. Nach jedem Rechenblock füllten die Probanden einen Fragebogen zur Erfassung verschiedener Flow-Parameter aus. Außerdem erfolgte stets eine Blutabnahme, wiederum zur Untersuchung der Hormone ACTH (Adrenocorticotropes Hormon), Cortisol, Adrenalin, Noradrenalin und Serotonin, sowie die Messung von Puls und Blutdruck. Ein Elektrokardiogramm und die Elektrodermale Aktivität wurden in Echtzeit während des gesamten Experiments mit Hilfe eines NeXus-10 Mark II aufgezeichnet. Eine Erhebung dauerte insgesamt zwischen 230 und 260 Minuten und wurde mit 30 Euro Aufwandsentschädigung honoriert.

Ergebnisse & Diskussion

Bei einer gleichermaßen wahrgenommenen Passung erlebten die gesunden Probanden während der adaptiven Manipulation signifikant mehr Flow als die depressiven. Es zeigte sich darüber hinaus ein negativer korrelativer Zusammenhang zwischen dem Grad des Flow-Erlebens und der Zustands-Angst der Probanden, so dass ein angstmindernder Effekt von Flow vermutet werden kann. Hinsichtlich der Ruheaktivität der verschiedenen Stressachsen zeigte sich im Vergleich zur gesunden Stichprobe ein Hypercortisolismus, erhöhte Noradrenalin- und erniedrigte Serotonin-Spiegel sowie eine tendenziell höhere Herzfrequenz bei depressiven Probanden, was überwiegend den in der Literatur beschriebenen Ergebnissen entspricht. Während des Kopfrechnens konnten für beide Stichproben Anstiege der Elektrodermalen Aktivität und der Cortisol-Spiegel festgestellt werden, was für eine stattgehabte mentale Belastung spricht. Darüber hinaus lässt ein signifikanter Interaktionseffekt des Serotonins vermuten, dass das Hormon nicht nur an der Entstehung der Beschwerdesymptomatik affektiver Erkrankungen, sondern auch am eingeschränkten Flow-Erleben depressiver Personen beteiligt ist.

Schlussfolgerung

Es konnte gezeigt werden, dass depressive Probanden prinzipiell in der Lage sind, Flow zu erleben, wenn auch in eingeschränktem Maße. Ursächlich daran beteiligt scheint unter anderem eine Fehlfunktion der trophotropen Achse mit verändertem Reaktionsmuster in Zuständen mentaler Belastung zu sein. Sowohl bei gesunden als auch bei depressiven Probanden konnte außerdem, mit zunehmender Schwierigkeit der Rechenaufgaben, eine Aktivierung der Stressachsen festgestellt werden. Diese kann im Sinne eines Stresserlebens interpretiert werden, ein kausaler Zusammenhang mit dem Flow-Erleben selbst konnte jedoch nicht gezeigt werden. Zudem scheint ein stabiles Flow-Erleben ab einer gewissen Aktivität der Stressachsen nur noch eingeschränkt möglich zu sein. Aufgrund dauerhaft erhöhter basaler Cortisol-Werte und einer tendenziell erhöhten sympathischen Grundaktivität scheint dies insbesondere depressive Probanden zu betreffen und könnte eine weitere Ursache für deren eingeschränktes Flow-Erleben sein. Ungeachtet dessen liegt eine zukünftige Nutzung von Flow in der Therapie affektiver Erkrankungen aufgrund der vermuteten angstlösenden Wirkung zumindest im Bereich des Möglichen, wenn stressvermittelte gesundheitsschädigende Folgen in weiteren Studien ausgeschlossen werden können. Die vielfältigen am Flow-Erleben beteiligten vegetativen Systeme bieten interessante Ansatzpunkte für weitere, bestenfalls experimentelle Untersuchungen, die zur Klärung offener und neu aufgetretener Fragen äußerst wünschenswert bleiben.

6. Literaturverzeichnis

1. Agelink M W, Boz C, Ullrich H, Andrich J: Relationship between major depression and heart rate variability: Clinical consequences and implications for antidepressive treatment. *Psychiatry Research*, 113: 139-149 (2002)
2. Almas A, Patel J, Ghorri U, Ali A, Edhi A I, Khan M A: Depression is linked to uncontrolled hypertension: a case-control study from Karachi, Pakistan. *Journal of Mental Health (Abingdon, England)*, 23: 292-296 (2014)
3. Alonso J, Angermeyer M C, Bernert S, Bruffaerts R, Brugha T S, Bryson H, de Girolamo G, Graaf R, Demyttenaere K, Gasquet I, Haro J M, Katz S J, Kessler R C, Kovess V, Lepine J P, Ormel J, Polidori G, Russo L J, Vilagut G, Almansa J, Arbabzadeh-Bouchez S, Autonell J, Bernal M, Buist-Bouwman M A, Codony M, Domingo-Salvany A, Ferrer M, Joo S S, Martinez-Alonso M, Matschinger H, Mazzi F, Morgan Z, Morosini P, Palacin C, Romera B, Taub N, Vollebergh W A, ESEMeD/MHEDEA 2000 Investigators, European Study of the Epidemiology of Mental Disorders (ESEMeD) Project: Prevalence of mental disorders in Europe: results from the European Study of the Epidemiology of Mental Disorders (ESEMeD) project. *Acta Psychiatrica Scandinavica Supplementum*, 420: 21-27 (2004)
4. Brandenberger G, Follenius M, Wittersheim G, Salame P: Plasma catecholamines and pituitary adrenal hormones related to mental task demand under quiet and noise conditions. *Biological Psychology*, 10: 239-252 (1980)
5. Bringsen A, Ejlertsson G, Andersson I H: Flow situations during everyday practice in a medical hospital ward. Results from a study based on experience sampling method. *BioMed Central Nursing*, 10: 3-6955-10-3 (2011)
6. Carney R M, Freedland K E, Veith R C, Cryer P E, Skala J A, Lynch T, Jaffe A S: Major depression, heart rate, and plasma norepinephrine in patients with coronary heart disease. *Biological Psychiatry*, 45: 458-463 (1999)
7. Carroll, Curtis G C, Mendels J: Neuroendocrine regulation in depression. I. Limbic system-adrenocortical dysfunction. *Archives of General Psychiatry*, 33: 1039-1044 (1976)
8. Costello E J: Locus of control and depression in students and psychiatric outpatients. *Journal of Clinical Psychology*, 38: 340-343 (1982)

9. Csikszentmihalyi M: *Beyond Boredom and Anxiety*. Jossey-Bass, San Francisco (1975)
10. Csikszentmihalyi M, Larson R: Validity and Reliability of the Experience-Sampling Method. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 175: 526-536 (1987)
11. Delle Fave A, Massimini F: Modernization and the changing contexts of flow in work and leisure. In: Csikszentmihalyi M, Csikszentmihalyi I (Hrsg) *Optimal experience. Psychological Studies of Flow in Consciousness*, Cambridge University Press, New York, S. 193-213 (1988)
12. Csikszentmihalyi M, Larson R, Prescott S: The ecology of adolescent activity and experience. *Journal of Youth and Adolescence*, 6: 281-294 (1977)
13. Cubala W J, Landowski J: C-reactive protein and cortisol in drug-naive patients with short-illness-duration first episode major depressive disorder: possible role of cortisol immunomodulatory action at early stage of the disease. *Journal of Affective Disorders*, 152-154: 534-537 (2014)
14. de Manzano O, Theorell T, Harmat L, Ullen F: The psychophysiology of flow during piano playing. *Emotion*, 10: 301-311 (2010)
15. Deuschle M, Schweiger U, Weber B, Gotthardt U, Korner A, Schmider J, Standhardt H, Lammers C H, Heuser I: Diurnal activity and pulsatility of the hypothalamus-pituitary-adrenal system in male depressed patients and healthy controls. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 82: 234-238 (1997)
16. Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information (Hrsg): *ICD-10-GM Version 2017. Kapitel V, Psychische und Verhaltensstörungen (F00-F99), Affektive Störungen (F30-F39)*, available: <https://www.dimdi.de/static/de/klassi/icd-10-gm/kodesuche/onlinefassungen/htmlgm2017/block-f30-f39.htm#F32> (13.11.2016)
17. Donat D C, McCullough J P: Psychophysiological discriminants of depression at rest and in response to stress. *Journal of Clinical Psychology*, 39: 315-320 (1983)
18. Dooley D, Prause J, Ham-Rowbottom K A: Underemployment and depression: longitudinal relationships. *Journal of Health and Social Behavior*, 41: 421-436 (2000)

19. Dyer A R, Persky V, Stamler J, Paul O, Shekelle R B, Berkson D M, Lepper M, Schoenberger J A, Lindberg H A: Heart rate as a prognostic factor for coronary heart disease and mortality: findings in three Chicago epidemiologic studies. *American Journal of Epidemiology*, 112: 736-749 (1980)
20. Fang V S, Tricou B J, Robertson A, Meltzer H Y: Plasma ACTH and cortisol levels in depressed patients: relation to dexamethasone suppression test. *Life Sciences*, 29: 931-938 (1981)
21. Gaggioli A, Cipresso P, Serino S, Riva G: Psychophysiological correlates of flow during daily activities. *Studies in Health Technology and Informatics*, 191: 65-69 (2013)
22. GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators: Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*, 388: 1545-1602 (2016)
23. Gold P W, Loriaux D L, Roy A, Kling M A, Calabrese J R, Kellner C H, Nieman L K, Post R M, Pickar D, Gallucci W: Responses to corticotropin-releasing hormone in the hypercortisolism of depression and Cushing's disease. Pathophysiologic and diagnostic implications. *The New England Journal of Medicine*, 314: 1329-1335 (1986)
24. Goldstein D S, Eisenhofer G, Kopin I J: Sources and significance of plasma levels of catechols and their metabolites in humans. *The Journal of pharmacology and experimental therapeutics*, 305: 800-811 (2003)
25. Halbreich U, Asnis G M, Shindlecker R, Zumoff B, Nathan R S: Cortisol secretion in endogenous depression. I. Basal plasma levels. *Archives of General Psychiatry*, 42: 904-908 (1985)
26. Hammen C: Generation of stress in the course of unipolar depression. *Journal of Abnormal Psychology*, 100: 555-561 (1991)
27. Harrow M, Hansford B G, Astrachan-Fletcher E B: Locus of Control: relation to schizophrenia, to recovery, and to depression and psychosis - A 15-year longitudinal study. *Psychiatry Research*, 168: 186-192 (2009)

28. Heo J, Lee Y, Pedersen P M, McCormick B P: Flow experience in the daily lives of older adults: an analysis of the interaction between flow, individual differences, serious leisure, location, and social context. *Canadian Journal on Aging*, 29: 411-423 (2010)
29. Herrmann-Lingen C, Buss U, Snaith R P: Hospital Anxiety and Depression Scale - Deutsche Version (HADS-D). Hans Huber, Bern (2011)
30. Hjortskov N, Rissen D, Blangsted A K, Fallentin N, Lundberg U, Sogaard 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)
31. Horwitz A V, White H R, Howell-White S: Becoming married and mental health: A longitudinal study of a cohort of young adults. *Journal of Marriage and Family*, 58: 895-907 (1996)
32. Jacobs S C, Friedman R, Parker J D, Tofler G H, Jimenez A H, Muller J E, Benson H, Stone P H: Use of skin conductance changes during mental stress testing as an index of autonomic arousal in cardiovascular research. *American Heart Journal*, 128: 1170-1177 (1994)
33. Jefferis B J, Nazareth I, Marston L, Moreno-Kustner B, Bellon J A, Svab I, Rotar D, Geerlings M I, Xavier M, Goncalves-Pereira M, Vicente B, Saldivia S, Aluoja A, Kalda R, King M: Associations between unemployment and major depressive disorder: evidence from an international, prospective study (the predict cohort). *Social Science & Medicine*, 73: 1627-1634 (2011)
34. Keller J, Landhäußer A: Im Flow sein: Experimentelle Analysen des Zustands optimaler Beanspruchung. *Psychologische Rundschau*, 62: 213-220 (2011)
35. Keller J, Landhäußer A: The Flow Model Revisited. In: Engeser S (Hrsg) *Advances in Flow Research*, Springer, New York, S. 51-64 (2012)
36. Keller J, Bless H: Flow and regulatory compatibility: an experimental approach to the flow model of intrinsic motivation. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 34: 196-209 (2008)

37. 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)
38. Keller J, Blomann F: Locus of control and the flow experience: An experimental analysis. *European Journal of Personality*, 22: 589-607 (2008)
39. Kivikangas J M: Psychophysiology of flow experience: An explorative study. Master's Thesis, University of Helsinki, Finland (2006)
40. Kivimaki M, Leino-Arjas P, Luukkonen R, Riihimaki H, Vahtera J, Kirjonen J: Work stress and risk of cardiovascular mortality: prospective cohort study of industrial employees. *The BMJ*, 325: 857 (2002)
41. Krampen G: IPC-Fragebogen zu Kontrollüberzeugungen ("Locus of Control"). Hogrefe, Göttingen (1981)
42. Kuhl J: Action versus state orientation: Psychometric properties of the action control scale (ACS-90). In: Kuhl J and Beckmann J (Hrsg) *Volition and personality: Action versus state orientation*, Hogrefe & Huber, Seattle, S. 47-59 (1994)
43. Lahmeyer H W, Bellur S N: Cardiac regulation and depression. *Journal of Psychiatric Research*, 21: 1-6 (1987)
44. Lake C R, Pickar D, Ziegler M G, Lipper S, Slater S, Murphy D L: High plasma norepinephrine levels in patients with major affective disorder. *The American Journal of Psychiatry*, 139: 1315-1318 (1982)
45. Laux L, Glanzmann P, Schaffner P, Spielberger C D: *Das State-Trait-Angstinventar. Theoretische Grundlagen und Handanweisung*. Julius Beltz GmbH & Co. KG, Weinheim (1981)
46. Linkowski P, Mendlewicz J, Leclercq R, Brasseur M, Hubain P, Golstein J, Copinschi G, Van Cauter E: The 24-hour profile of adrenocorticotropin and cortisol in major depressive illness. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 61: 429-438 (1985)

47. Long J, Duan G, Tian W, Wang L, Su P, Zhang W, Lan J, Zhang H: Hypertension and risk of depression in the elderly: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Journal of Human Hypertension*, 29: 478-482 (2015)
48. Massimini F, Csikszentmihalyi M, Carli M: The monitoring of optimal experience. A tool for psychiatric rehabilitation. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 175: 545-549 (1987)
49. McIntyre R S, Lee Y: Cognition in major depressive disorder: a 'Systemically Important Functional Index' (SIFI). *Current Opinion in Psychiatry*, 29: 48-55 (2016)
50. Mills K T, Bundy J D, Kelly T N, Reed J E, Kearney P M, Reynolds K, Chen J, He J: Global Disparities of Hypertension Prevalence and Control: A Systematic Analysis of Population-Based Studies From 90 Countries. *Circulation*, 134: 441-450 (2016)
51. Moneta G B, Csikszentmihalyi M: The effect of perceived challenges and skills on the quality of subjective experience. *Journal of Personality*, 64: 275-310 (1996)
52. Moser M, Lehofer M, Hoehn-Saric R, McLeod D R, Hildebrandt G, Steinbrenner B, Voica M, Liebmann P, Zapotoczky H G: Increased heart rate in depressed subjects in spite of unchanged autonomic balance? *Journal of Affective Disorders*, 48: 115-124 (1998)
53. Nakamura J, Csikszentmihalyi M: The concept of flow. In: Snyder C R and Lopez S (Hrsg) *Handbook of positive psychology*, Oxford University press, New York, S. 89-105 (2002)
54. Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, Rimoldi O, Furlan R, Pizzinelli P, Sandrone G, Malfatto G, Dell'Orto S, Piccaluga E: Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. *Circulation Research*, 59: 178-193 (1986)
55. Paul-Savoie E, Potvin S, Daigle K, Normand E, Corbin J F, Gagnon R, Marchand S: A deficit in peripheral serotonin levels in major depressive disorder but not in chronic widespread pain. *The Clinical Journal of Pain*, 27: 529-534 (2011)
56. Paul K I, Moser K: Unemployment impairs mental health: Meta-analyses. *Journal of Vocational Behavior*, 74: 264-282 (2009)

57. Peifer C, Schachinger H, Engeser S, Antoni C H: Cortisol effects on flow-experience. *Psychopharmacology*, 232: 1165-1173 (2015)
58. Peifer C, Schulz A, Schächinger H, Baumann N, Antoni C H: The relation of flow-experience and physiological arousal under stress - can u shape it? *Journal of Experimental Social Psychology*, 53: 62-69 (2014)
59. Pfohl B, Sherman B, Schlechte J, Winokur G: Differences in plasma ACTH and cortisol between depressed patients and normal controls. *Biological Psychiatry*, 20: 1055-1072 (1985)
60. Pratt L A, Ford D E, Crum R M, Armenian H K, Gallo J J, Eaton W W: Depression, psychotropic medication, and risk of myocardial infarction. Prospective data from the Baltimore ECA follow-up. *Circulation*, 94: 3123-3129 (1996)
61. Pruessner J C, Hellhammer D H, Kirschbaum C: Burnout, perceived stress, and cortisol responses to awakening. *Psychosomatic Medicine*, 61: 197-204 (1999)
62. Rajec S: Flow und Depression: Psychophysiologische Konsequenzen des Flow-Erlebens. Masterarbeit, Universität Ulm, Deutschland (2014)
63. Rau C: Untersuchung Flow-spezifischer psychovegetativer und hormoneller Muster anhand eines experimentellen Paradigmas. Medizinische Dissertation, Universität Ulm, Deutschland (2016)
64. Reinhardt C, Lau A, Hottenrott K, Stoll O: Flow-Erleben unter kontrollierter Beanspruchungssteuerung. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 13: 140-146 (2006)
65. Reinhardt C, Wiener S, Heimbeck A, Stoll O, Lau A, Schliermann R: Flow in der Sporttherapie der Depression - ein beanspruchungsorientierter Ansatz. *Bewegungstherapie und Gesundheitssport*, 24: 147-151 (2008)
66. Rheinberg F, Vollmeyer R, Engeser S: Die Erfassung des Flow-Erlebens. In: Stiensmeier-Pelster J and Rheinberg F (Hrsg) *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept*, Hogrefe, Göttingen, S. 261-279 (2003)
67. Rock P L, Roiser J P, Riedel W J, Blackwell A D: Cognitive impairment in depression: a systematic review and meta-analysis. *Psychological Medicine*, 44: 2029-2040 (2014)

68. Rod N H, Gronbaek M, Schnohr P, Prescott E, Kristensen T S: Perceived stress as a risk factor for changes in health behaviour and cardiac risk profile: a longitudinal study. *Journal of Internal Medicine*, 266: 467-475 (2009)
69. Rotter J B: Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement. *Psychological Monographs*, 33: 300-303 (1966)
70. Schüler J, Engeser S: Incentives and flow-experience in learning settings and the moderating role of individual differences. In: Wosnitza M, Karabenick S A, Efklides A and Nenninger P (Hrsg) *Contemporary Motivation Research: From Global to Local Perspectives*, Hogrefe, Göttingen, S. 339-358 (2009)
71. Skinner B F: *Beyond Freedom and Dignity*. Knopf, New York (1971)
72. Sloan R P, Shapiro P A, Bagiella E, Boni S M, Paik M, Bigger J T, Jr, Steinman R C, Gorman J M: Effect of mental stress throughout the day on cardiac autonomic control. *Biological Psychology*, 37: 89-99 (1994)
73. Smolej-Fritz B, Avsec A: The experience of flow and subjective well-being of music students. *Horizons of Psychology*, 16: 5-17 (2007)
74. Steel Z, Marnane C, Iranpour C, Chey T, Jackson J W, Patel V, Silove D: The global prevalence of common mental disorders: a systematic review and meta-analysis 1980-2013. *International Journal of Epidemiology*, 43: 476-493 (2014)
75. Steyer R, Schwenkmezger P, Notz P, Eid M: *Der Mehrdimensionale Befindlichkeitsfragebogen (MDBF)*. Handanweisung. Hogrefe, Göttingen (1997)
76. Thorell L H, Kjellman B F, d'Elia G: Electrodermal activity in antidepressant medicated and unmedicated depressive patients and in matched healthy subjects. *Acta Psychiatrica Scandinavica*, 76: 684-692 (1987)
77. Ulrich M, Keller J, Gron G: Neural signatures of experimentally induced flow experiences identified in a typical fMRI block design with BOLD imaging. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 11: 496-507 (2016)
78. Ulrich M, Keller J, Hoenig K, Waller C, Gron G: Neural correlates of experimentally induced flow experiences. *NeuroImage*, 86: 194-202 (2014)

79. Universitätsklinikum Ulm (Hrsg): ACTH (2015a), available: <http://www.uniklinik-ulm.de/struktur/institute/klinische-chemie/home/praeanalytik/untersuchungen-leistungsverzeichnis/abcd/acth.html> (17.12.2016)
80. Universitätsklinikum Ulm (Hrsg): Cortisol (2015b), available: <http://www.uniklinik-ulm.de/struktur/institute/klinische-chemie/home/praeanalytik/untersuchungen-leistungsverzeichnis/abcd/cortisol.html> (17.12.2016)
81. Universitätsklinikum Ulm (Hrsg): Serotonin (Serum und Urin) (2015c), available: <http://www.uniklinik-ulm.de/struktur/institute/klinische-chemie/home/praeanalytik/untersuchungen-leistungsverzeichnis/qrs/serotonin-serum-und-urin.html> (17.12.2016)
82. Veith R C, Lewis N, Linares O A, Barnes R F, Raskind M A, Villacres E C, Murburg M M, Ashleigh E A, Castillo S, Peskind E R: Sympathetic nervous system activity in major depression. Basal and desipramine-induced alterations in plasma norepinephrine kinetics. *Archives of General Psychiatry*, 51: 411-422 (1994)
83. Wanner B, Ladouceur R, Auclair A V, Vitaro F: Flow and dissociation: examination of mean levels, cross-links, and links to emotional well-being across sports and recreational and pathological gambling. *Journal of Gambling Studies*, 22: 289-304 (2006)
84. Ward N G, Doerr H O: Skin conductance. A potentially sensitive and specific marker for depression. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, 174: 553-559 (1986)
85. Ward N G, Doerr H O, Storrie M C: Skin conductance: a potentially sensitive test for depression. *Psychiatry Research*, 10: 295-302 (1983)
86. Weissman M M, Bland R C, Canino G J, Faravelli C, Greenwald S, Hwu H G, Joyce P R, Karam E G, Lee C K, Lellouch J, Lepine J P, Newman S C, Rubio-Stipec M, Wells J E, Wickramaratne P J, Wittchen H, Yeh E K: Cross-national epidemiology of major depression and bipolar disorder. *Journal of the American Medical Association*, 276: 293-299 (1996)
87. Whisman M A: Marital dissatisfaction and psychiatric disorders: results from the National Comorbidity Survey. *Journal of Abnormal Psychology*, 108: 701-706 (1999)

88. Whisman M A, Bruce M L: Marital dissatisfaction and incidence of major depressive episode in a community sample. *Journal of Abnormal Psychology*, 108: 674-678 (1999)
89. Whooley M A, Kiefe C I, Chesney M A, Markovitz J H, Matthews K, Hulley S B, CARDIA Study: Depressive symptoms, unemployment, and loss of income: The CARDIA Study. *Archives of Internal Medicine*, 162: 2614-2620 (2002)
90. Wittchen H U, Zaudig M, Fydrich T: *Strukturiertes Klinisches Interview für DSM-IV*. Hogrefe, Göttingen (1997)
91. Wittchen H U, Jacobi F: Size and burden of mental disorders in Europe - a critical review and appraisal of 27 studies. *European Neuropsychopharmacology*, 15: 357-376 (2005)
92. Wolf-Maier K, Cooper R S, Banegas J R, Giampaoli S, Hense H W, Joffres M, Kastarinen M, Poulter N, Primatesta P, Rodriguez-Artalejo F, Stegmayr B, Thamm M, Tuomilehto J, Vanuzzo D, Vescio F: Hypertension prevalence and blood pressure levels in 6 European countries, Canada, and the United States. *Journal of the American Medical Association*, 289: 2363-2369 (2003)
93. Wu E L, Chien I C, Lin C H, Chou Y J, Chou P: Increased risk of hypertension in patients with major depressive disorder: a population-based study. *Journal of Psychosomatic Research*, 73: 169-174 (2012)
94. Wyatt R J, Portnoy B, Kupfer D J, Snyder F, Engelman K: Resting plasma catecholamine concentrations in patients with depression and anxiety. *Archives of General Psychiatry*, 24: 65-70 (1971)
95. Zawawi J A, Hamaideh S H: Depressive Symptoms and Their Correlates with Locus of Control and Satisfaction with Life among Jordanian College Students. *Europe's Journal of Psychology*, 5: 71-103 (2009)
96. Zlotnick C, Kohn R, Keitner G, Della Grotta S A: The relationship between quality of interpersonal relationships and major depressive disorder: findings from the National Comorbidity Survey. *Journal of Affective Disorders*, 59: 205-215 (2000)

Anhang

Der Anhang des folgenden Flow-Fragebogens (nach Keller u. Bless 2008) erfolgte mit freundlicher Genehmigung von Herrn Prof. Dr. Johannes Keller, Leiter der Abteilung Sozialpsychologie, Institut für Psychologie und Pädagogik, Universität Ulm.

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde der Fragebogen im *Follow up 1 bis 3* zur Erfassung der einzelnen Komponenten des Flow-Erlebens während des Kopfrechnens verwendet.



Studiencode: _____

Datum: _____._____._____

F

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
<input type="checkbox"/>				
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	<input type="checkbox"/>	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 | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
4. Ich war stark in die Aufgaben involviert.
- | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
5. Die Aufgabenstellung hatte hohen Unterhaltungswert.
- | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
6. Es hat mir sehr viel Spaß gemacht, mich mit den Aufgaben zu befassen.
- | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
7. Die Aufgaben haben mich gelangweilt.
- | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
8. Die Aufgaben zu lösen stellte eine Herausforderung für mich dar.
- | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
9. Ich hatte die erforderliche Fähigkeit, um die Aufgaben erfolgreich zu lösen.
- | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
10. Inwiefern hat das Anforderungsniveau der Aufgaben Ihrer Fähigkeit entsprochen?
- | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|
| überhaupt nicht | <input type="checkbox"/> | vollkommen |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|
11. War das Anforderungsniveau der Aufgaben zu gering oder zu hoch für Sie?
- | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
| zu gering | <input type="checkbox"/> | zu hoch |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------|
12. Ich könnte mir vorstellen, ein solches Programm zum Üben des Kopfrechnens für den eigenen Gebrauch zu besorgen.
- | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
13. Wie anstrengend haben Sie es empfunden, sich auf die Aufgaben zu konzentrieren?
- | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
| überhaupt nicht anstrengend | <input type="checkbox"/> | sehr anstrengend |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|
14. Wie viel Energie mussten Sie aufwenden, um sich auf die Aufgabe zu konzentrieren?
- | | | | | | | | | | |
|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|
| sehr wenig | <input type="checkbox"/> | sehr viel |
|------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------|
15. In welchem Ausmaß hat es Sie Selbstdisziplin gekostet, sich auf die Aufgaben zu konzentrieren?
- | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| es hat überhaupt keine Selbstdisziplin gekostet | <input type="checkbox"/> | es hat sehr viel Selbstdisziplin gekostet |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|



Bitte geben Sie jetzt an, inwiefern die folgenden Aussagen Ihren Zustand und Ihre Gedanken während 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 | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
43. Ich habe bemerkt, dass ich mich beim Lösen der Aufgaben geschickt angestellt habe.
- | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
44. Ich war fähig, die Aufgaben zu bewältigen.
- | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
45. Ich hatte während der Bearbeitung der Aufgaben das Gefühl, Kontrolle zu haben.
- | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | trifft vollkommen zu |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
46. Ich denke, dass ich eine gute Leistung erbracht habe.
- | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| trifft überhaupt nicht zu | <input type="checkbox"/> | 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

Die Danksagung wurde aus Gründen des Datenschutzes entfernt.

Lebenslauf

Der Lebenslauf wurde aus Gründen des Datenschutzes entfernt.