

---

**Inauguraldissertation  
zur Erlangung des akademischen Doktorgrades (Dr. phil.)  
im Fach Sportwissenschaft  
an der Fakultät für Verhaltens- und  
Empirische Kulturwissenschaften  
der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**

Titel der Dissertation:

*Selbstkontrolle und Sensation Seeking:  
Protektive Faktoren in Stresssituationen?*

vorgelegt von  
Robin-Bastian Heck

Jahr der Einreichung  
2018

Dekan: Prof. Dr. Dirk Hagemann  
Berater: Prof. Dr. Henning Plessner

---

## INHALTSVERZEICHNIS

|  |    |
|--|----|
| <b>Einleitung</b> .....  | 1  |
| <b>1 Stresstheorien</b> .....  | 4  |
| 1.1 Lazarus´ kognitiv-transaktionales Stressmodell und Reaktionstrias .....      | 4  |
| 1.2 Theorie der Ressourcenerhaltung .....  | 5  |
| 1.3 Stressreaktivität.....   | 7  |
| <b>2 Physiologische Grundlagen</b> .....   | 10 |
| 2.1 Die Stressreaktion .....   | 10 |
| 2.2 Cortisol .....   | 11 |
| 2.3 Herzratenvariabilität .....  | 14 |
| 2.4 Drei Ebenen der Stressmessung.....   | 16 |
| <b>3 Stress im Leistungssport</b> .....  | 19 |
| 3.1 Stressoren.....  | 20 |
| 3.2 Methoden der Stressinduktion in der (sport-) psychologischen Forschung ..... | 22 |
| 3.3 Protektive psychologische und psychosoziale Faktoren.....                    | 24 |
| <b>4 Kraftspeichermodell der Selbstkontrolle</b> .....                           | 28 |
| 4.1 Selbstkontrolle und Herzratenvariabilität .....                              | 32 |
| 4.2 Selbstkontrolle und Stress.....  | 33 |
| <b>5 Sensation Seeking</b> .....   | 36 |
| 5.1 Theoretische und allgemeine empirische Hintergründe .....                    | 36 |
| 5.2 Sensation Seeking und Stress .....   | 38 |
| <b>6 Ego Depletion, Sensation Seeking und Stressreaktivität</b> .....            | 40 |
| <b>7 Ableitung der zentralen Untersuchungsziele</b> .....                        | 43 |
| 7.1 Fragestellung zu Ego Depletion und Stressreaktivität.....                    | 43 |
| 7.2 Fragestellung zu Sensation Seeking und Stressreaktivität.....                | 44 |
| 7.3 Allgemeine Hypothese.....  | 45 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>8 Methodik</b> .....  | 46  |
| 8.1 Studie 1: Die Pilotstudie .....  | 46  |
| 8.1.1 Spezifische Hypothesen.....  | 46  |
| 8.1.2 Experimentelles Design .....   | 49  |
| 8.1.3 Stichprobe .....   | 51  |
| 8.1.4 Materialien.....   | 52  |
| 8.1.5 Versuchsablauf .....   | 58  |
| 8.1.6 Statistische Verfahren.....  | 61  |
| 8.1.7 Ergebnisse.....  | 63  |
| 8.1.8 Diskussion der Ergebnisse.....   | 76  |
| 8.1.9 Limitationen und Implikationen .....   | 80  |
| 8.2 Studie 2: Die Hauptstudie .....  | 82  |
| 8.2.1 Spezifische Hypothesen.....  | 83  |
| 8.2.2 Experimentelles Design .....   | 85  |
| 8.2.3 Stichprobe .....   | 86  |
| 8.2.4 Materialien.....   | 87  |
| 8.2.5 Versuchsablauf .....   | 93  |
| 8.2.6 Statistische Verfahren.....  | 96  |
| 8.2.7 Ergebnisse.....  | 100 |
| 8.2.8 Diskussion der Ergebnisse.....   | 112 |
| 8.2.9 Limitationen.....  | 120 |
| <br>   |     |
| <b>9 Ausblick</b> .....  | 125 |
| <br>   |     |
| <b>10 Fazit</b> .....  | 129 |
| <br>   |     |
| <b>Literaturverzeichnis</b> .....  | 132 |
| <br>   |     |
| <b>Formular: Erklärung gemäß § 8 Abs. (1) c) und d) der Promotionsordnung der Fakultät</b> ..... | 151 |

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

|   |     |
|---|-----|
| Abbildung 1. Konzeptuelles Rahmenmodell zur Verbildlichung des Einflusses situativer und personenbezogener Faktoren auf die Stressentstehung und –bewältigung.....  | 28  |
| Abbildung 2. <i>Flowchart</i> zur Darstellung der Studienphasen. Unter Beachtung der Exklusionskriterien sowie des SSS-V-Scores wurde die Gesamtstichprobe in Studienphase eins in vier Bedingungen unterteilt. Diese erfuhren eine Manipulation der SK-Kraft bzw. bearbeiteten eine Kontrollaufgabe und wurden anschließend einer sportspezifischen Stresssituation ausgesetzt. .... | 48  |
| Abbildung 3. Erstes Bild: Proband bei Durchführung der Abschreibaufgabe; Zweites Bild: Proband klettert in <i>Toprope</i> -Sicherheit; Drittes Bild: Proband bei der Bearbeitung des <i>Anxiety Thermometer</i> ; Viertes Bild: Proband beim „Sprung ins Seil. ....   | 57  |
| Abbildung 4. Grafische Darstellung des Versuchsablaufes. ....   | 57  |
| Abbildung 5. Vergleich der Mittelwerte der Zustandsangst ( <i>Anxiety Thermometer</i> ) zwischen HSS und LSS. ....  | 66  |
| Abbildung 6. Vergleich der Mittelwerte der Zustandsangst ( <i>Anxiety Thermometer</i> ) zwischen D und ND - Bedingung. ....   | 66  |
| Abbildung 7. Vergleich der Mittelwerte des Gefühlszustandes zwischen HSS und LSS. ....  | 67  |
| Abbildung 8. Vergleich der Veränderungen der HRV zwischen D- und ND-Bedingung. Zur Verdeutlichung des Regenerationsverlaufes werden die RMSSD-Werte in Prozenten abgebildet. ....   | 69  |
| Abbildung 9. Vergleich der Mittelwerte des Speichelcortisols (in nmol/l) zwischen HSS und LSS. ....   | 70  |
| Abbildung 10. Vergleich der Mittelwerte des Speichelcortisols (in nmol/l) zwischen <i>Low</i> - und <i>High</i> -HRV. ....  | 71  |
| Abbildung 11. Links: Mittlere Gesamtkletterzeit der Extremgruppen LSS vs. HSS; Rechts: Mittlere Gesamtkletterzeit der Bedingungen D vs. ND. ....  | 73  |
| Abbildung 12. Links: Mittlere Verharrenszeit der Extremgruppen LSS vs. HSS; Rechts: Mittlere Verharrenszeit der Bedingungen D vs. ND. ....  | 74  |
| Abbildung 13. <i>Flowchart</i> des Untersuchungsdesigns. ....   | 82  |
| Abbildung 14. Im Gegensatz zur ND-Bedingung absolvierte die D-Bedingung eine Form der Abschreibaufgabe, die die experimentelle Manipulation der SK-Kraft zum Ziel hatte. ....   | 92  |
| Abbildung 15. Vergleich der mittleren Werte des HRV-Parameters RMSSD zwischen den Bedingungen über den Gesamtverlauf des Experiments (nicht enthalten: Werte während des Kletterns). ....   | 103 |
| Abbildung 16. Vergleich Mittelwerte des Cortisols (in nmol/l) von D- und ND-Bedingung zwischen Eingangsmessungen (Baseline) und Abschlussmessungen (40 Min. nach Sprung). ....  | 104 |
| Abbildung 17. Vergleich der Mittelwerte explorativer Bewegungen während des Kletterns zwischen D- und ND-Bedingung. ....  | 105 |
| Abbildung 18. Vergleich der Mittelwerte erfolgreich ausgeführter Bewegungen während des Kletterns zwischen D- und ND-Bedingung. ....  | 105 |
| Abbildung 19. Vergleich der Mittelwerte der Gesamtkletterzeit zwischen D- und ND-Bedingung. ....  | 106 |
| Abbildung 20. Vergleich der Mittelwerte der Verharrenszeit während des Kletterns zwischen D- und ND-Bedingung. ....   | 107 |
| Abbildung 21. Vergleich der Mittelwerte der Verharrenspositionen während des Kletterns zwischen D- und ND-Bedingung. ....   | 107 |

## TABELLENVERZEICHNIS

|  |    |
|--|----|
| Tabelle 1: <i>Vergleich der Subgruppen im Vorfeld des Experiments</i> .....                            | 61 |
| Tabelle 2: <i>Vergleich der Subgruppen zum Zeitpunkt der Eingangsmessungen</i> .....                   | 63 |
| Tabelle 3: <i>Überblick über die Variablen und der Instrumente zur Operationalisierung</i> .....       | 89 |
| Tabelle 4: <i>Vergleich der Bedingungen bzgl. der Variablen SS, Selbstkontrolle und Alter</i> .....    | 94 |
| Tabelle 5: <i>Vergleich der Bedingungen bzgl. leistungsbezogener Variablen</i> .....                   | 95 |
| Tabelle 6: <i>Vergleich der Bedingungen bzgl. Cortisol beeinflussender Variablen</i> .....             | 96 |
| Tabelle 7: <i>Vergleich der Bedingungen bzgl. der Variablen zur Abbildung der Stressreaktion</i> ..... | 97 |

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

|               |   |
|---------------|---|
| ANCOVAs:      | Kovarianzanalysen   |
| AV:           | Abhängige Variable  |
| BMI:          | Body Mass Index   |
| BS:           | <i>Boredom Susceptibility</i>   |
| D-Bedingung:  | Probanden, die eine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfuhren  |
| Dis:          | <i>Disinhibition</i>  |
| ES:           | <i>Experience Seeking</i>   |
| EM:           | Erwartungs-Maximierungs-Algorithmus   |
| HPA-Achse:    | Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse   |
| HRV:          | Herzfrequenzvariabilität  |
| HSS:          | <i>High Sensation Seeker</i>  |
| KIM:          | Kurzskala intrinsischer Motivation  |
| K-S-Test:     | Kolmogorov-Smirnoff-Test  |
| LSS:          | <i>Low Sensation Seeker</i>   |
| M:            | Mittelwert  |
| MC:           | <i>Manipulation Check</i>   |
| ND-Bedingung: | Probanden, die keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfuhren |
| PANAS:        | <i>Positive and Negative Affect Schedule</i>  |
| PSRS-AA:      | Fragebogen zur Erfassung der wahrgenommenen Stressreaktivität bei adoleszenten Athleten |
| RMSSD:        | <i>Root mean square successive differences</i>  |
| SAM:          | <i>Self-Assessment Manikin</i>  |
| SAM-Achse:    | Sympathisch-Adrenerg-Medulläre-Achse  |
| SCS:          | <i>Self-Control Scale</i>   |
| SCS-K-D:      | deutschsprachige <i>Self-Control Scale</i>  |
| SD:           | Standardabweichung  |
| SK-Kraft:     | Selbstkontrollkraft   |
| SRS:          | Stress-Reaktivitäts-Skala   |
| SS:           | <i>Sensation Seeking</i>  |
| SSS-V:        | Fünfte Version der <i>Sensation Seeking Scale</i>                                       |
| TAS:          | <i>Thrill and Adventure Seeking</i>   |
| TICS:         | Trierer Inventars zum chronischen Stress  |
| TSST:         | <i>Trier Social Stress Test</i>   |
| WAI-S:        | Wettkampf-Angst-Inventar State  |
| WAI-T:        | Wettkampf-Angst-Inventar Trait  |

## EINLEITUNG

Stress ist, wie kaum ein anderes Phänomen, durch seinen holistischen Einfluss auf den Menschen geprägt: Es ist verbunden mit Erfahrungen, die hohe Anforderungen sowohl an physische als auch psychische Systeme des Menschen darstellen (McEwen, 2007). Diese Wirkungsweise wird im Kontext des Sports offensichtlich, da das Zusammenwirken von Körper und Geist insbesondere im Rahmen großer Herausforderungen zu Tage tritt. Einerseits gelten Sport und Bewegung im Allgemeinen als ein probates Mittel zur Reduktion von Stress (Gerber & Pühse, 2009). Andererseits dreht sich Leistungssport weniger um „Stressregulation durch Sport“, als vielmehr um „Stressregulation im Sport“ (Fuchs, 2015, S.7). Angesichts dessen bestätigen Forschungsarbeiten den hohen Zusammenhang zwischen Stresserleben und sportlicher Leistung (Mellalieu, Hanton, & Fletcher, 2006, Salvador & Costa, 2009). Leistungssportler stehen dabei einer ganzen Bandbreite von Stressoren gegenüber, die sie mit Hilfe individueller Fähigkeiten und Fertigkeiten zu meistern versuchen. Neben dem harten Trainingsalltag, der häufig durch Doppelbelastungen (van Rens, Borkoles, Farrow, Curran & Polman, 2016) und mangelnde Freizeit gekennzeichnet ist, sind vor allem Wettkämpfe mit hohen psychischen Anforderungen verbunden. Insbesondere im Vorfeld eines Wettkampfes sind Sportler wachsendem Druck und medialer Aufmerksamkeit ausgesetzt, die sie zwingen Verhalten und Emotionen zu kontrollieren, um ihre Zielfokussierung beizubehalten. Es scheint, als ob Athleten bereits vor der eigentlichen Leistungserbringung auf mentale Ressourcen zurückgreifen müssen, um Selbstkontrolle aufzubringen und ihr psychophysiologisches Gleichgewicht aufrechtzuerhalten. Vor diesem Hintergrund wird Selbstkontrolle mit effektiver Stressbewältigung in Verbindung gesetzt (Nicholls, Polman & Levy, 2012; O'Connor, Wilson & Lawton, 2017). Gemäß des Kraftspeichermodells der Selbstkontrolle sind die hierfür notwendigen mentalen Ressourcen allerdings limitiert und unterliegen damit deutlichen intraindividuellen Schwankungen (Baumeister et al., 1994). Dies führt zur Annahme, dass eine geringer ausgeprägte, momentan verfügbare Selbstkontrollkraft (SK-Kraft) mit beeinträchtigter Stresstoleranz einhergeht. Innerhalb dieser Stressbewältigungsprozesse bestehen wiederum große persönlichkeitsabhängige Unterschiede hinsichtlich dessen, was als Stressor wahrgenommen wird und was nicht. Insbesondere das Merkmal *Sensation Seeking* (SS) wird mit hoher Stresstoleranz in Zusammenhang gebracht und geht häufig mit der Ausübung von Extremsportarten wie

Felsklettern einher (Zuckerman, 1997). Was für manche Athleten eine starke Stressbelastung darstellt, empfinden Andere aufgrund ihrer dispositionalen Voraussetzungen sogar als positiv.

Die Identifikation der Faktoren, die zu diesen intra- und interindividuellen Unterschieden führt, ermöglicht Aussagen über die Entwicklung des Wohlbefindens von Athleten und der damit verbundenen Erfolgswahrscheinlichkeit ihrer Leistungen zu treffen. Komponenten der Stressreaktivität gelten jedoch, vor allem im Sport, als unzureichend untersucht (Britton, Kavanagh & Polman, 2017). Doch gerade im sportlichen Umfeld scheinen SS und Selbstkontrolle maßgeblichen Einfluss auf reaktive Prozesse in Anforderungssituationen auszuüben (Breivik et al., 1999b; Nicholls, Polman & Levy, 2012). Diese Befundlage verweist dringlich auf die wissenschaftliche Untersuchung der hier genannten Konstrukte, insbesondere im sportspezifischen Kontext. In Anbetracht dessen lässt sich die zentrale Fragestellung der vorliegenden Arbeit ableiten: Beeinflussen momentan verfügbare SK-Kraft und SS das Ausmaß der Reaktion in einer sportspezifischen Stresssituation? Die Zielsetzung dieser Arbeit soll dabei nicht nur auf der Gewinnung praxisrelevanter Erkenntnisse, sondern auch darauf liegen, wertvolle Implikationen zur methodischen Untersuchung der Stressreaktivität im sportspezifischen Kontext zu generieren.

Die vorliegende Arbeit hat demnach einen spezifischen Teilbereich eines interdisziplinär umfassenden Stressphänomens zum Gegenstand. Ihre Gliederung ist daher von allgemeinen-, hin zu spezifischen inhaltlichen Aspekten aufgebaut: Stress und dessen hypothetische Einflussfaktoren werden anfänglich bereichsübergreifend, abschließend sportspezifisch betrachtet. Analog hierzu verläuft die inhaltliche Struktur dieser Arbeit von chronischen bzw. langfristigen Stressphasen zu momentanen Reaktionsprozessen in akuten Belastungssituationen. Weiterhin werden Selbstkontrolle und dessen empirische Befundlage zunächst auf dispositionaler- (*Trait*), anschließend auf der Ebene momentaner Ausprägung (*State*) erörtert.

Die auf diese Weise strukturierten Kapitel haben folgende Themenbereiche zum Gegenstand: Zu Beginn werden anerkannte theoretische Stressmodelle vorgestellt. Damit soll ein grundlegendes Verständnis für psychophysiologische Prozesse der Stressentstehung geschaffen werden. Kapitel zwei beleuchtet körperliche, mit Stressreaktionen assoziierte Parameter und deren grundlegende Einbettung in die Physiologie des Menschen. Neben empirischen Befunden zum Zusammenhang mit leistungs- bzw. sportbezogenen Indikatoren, soll zudem ein Ansatz zur ganzheitlichen, wissenschaftlichen Erfassung



von Stressreaktionen aufgezeigt werden. Das darauffolgende dritte Kapitel berichtet über die empirische Befundlage zum Themenbereich „Stress im Leistungssport“ sowie die Untersuchung des Phänomens in der psychologischen und sportwissenschaftlichen Forschung. Hierbei wird nicht nur auf Methoden zur Stressinduktion eingegangen, sondern auch ein Überblick über psychologische und psychosoziale Faktoren zur Stressbewältigung gegeben. Die zentralen Konstrukte dieser Arbeit, Selbstkontrolle und SS, deren theoretische und empirische Grundlagen sowie empirische Zusammenhänge mit Stress bzw. Stressreaktivität werden in den Kapiteln vier, fünf und sechs vorgestellt. In Schlußfolgerung der empirischen Befunde werden in Kapitel sieben die zentralen Fragestellungen und Untersuchungsziele abgeleitet. Diese werden im achten Kapitel anhand zweier, methodisch aufeinander aufbauender Studien überprüft: Erstere diente der explorativen Annäherung an die Fragestellung sowie der Identifikation von Implikationen zur differenzierten Konzeption der zweiten Studie. Dieses Verfahren erlaubte die sukzessive Entwicklung einer elaborierten Herangehensweise zur Beantwortung einer Fragestellung, zu der zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit noch keine vergleichbaren Studien bestanden. In dieser Hauptstudie wurde die Stressreaktivität im Rahmen eines optimierten Versuchsablaufes getestet. In beiden Studien wurde eine experimentelle Manipulation der SK-Kraft sowie eine anschließende Stressinduktion mittels eines sportspezifischen Paradigmas durchgeführt. Die Stressreaktion wurde anhand psychologischer, physiologischer und behavioraler Parameter operationalisiert. Die aus den Befunden resultierenden Implikationen werden in Kapitel neun diskutiert. Ferner wird in diesem Kapitel ein Ausblick auf die methodischen Schlussfolgerungen gegeben, welche aus der vorliegenden Arbeit gezogen werden konnten und für zukünftige Forschungen von Relevanz sind. Im zehnten Kapitel werden schließlich theoretische und methodische Herangehensweisen dieser Arbeit, sowie deren Kernbefunde zusammengefasst und evaluiert.

## 1 STRESSTHEORIEN

Um Einflussfaktoren von Stressprozessen identifizieren zu können, ist zunächst die theoretische Einordnung des Konstruktes notwendig. Stress ist eines der komplexesten psychophysiologischen Phänomene des menschlichen Organismus. Demnach ist es wenig überraschend, dass zahlreiche unterschiedliche Modelle zur Beschreibung und Erklärung des Phänomens bestehen. Nachfolgend wurden jene Ansätze ausgewählt, die eine Grundlage zum inhaltlichen und methodischen Vorgehen der vorliegenden Arbeit darstellen.

### 1.1 Lazarus' kognitiv-transaktionales Modell und Reaktionstrias

Mit dem kognitiv-transaktionalen Modell (1981) und der Reaktionstrias (Lazarus, Averill & Opton, 1970) konzipierte Richard Lazarus zwei theoretische Ansätze, die für die vorliegende Arbeit zum einen unerlässlich für ein hinreichendes Verständnis kognitiver Prozesse der Stressentstehung sind. Zum anderen beschreibt Lazarus jene Ebenen, auf denen sich Stress manifestiert. Dies bildet die Grundlage zur Identifikation von Parametern mit deren Hilfe sich Stressreaktionen operationalisieren lassen.

Gemäß Lazarus und Launier ist Stress durch innere und/ oder äußere Anforderungen charakterisiert, welche die Adaptationsfähigkeit einer Person übersteigen. Dabei wird Stress als Prozess einer wechselseitigen Auseinandersetzung zwischen Person und Umwelt betrachtet. Ob aus einer Anforderung letztlich Stress entsteht, hängt gemäß des kognitiv-transaktionalen Stressmodells von der Bewertung der jeweiligen Situation durch das Individuum ab (1981). Hierbei kann die Situation entweder als schädigend, bedrohlich oder herausfordernd interpretiert werden. Wird eine Situation bzw. Stimulus als bedrohlich eingeschätzt, erfolgt eine subjektive Beurteilung jener Ressourcen, welche aus Sicht des Individuums zur Bewältigung der Situation zur Verfügung stehen. Stress entsteht dann, wenn die Ressourcen vom Individuum als ungenügend bewertet werden. „Die Gesamtheit aller Bewertungsprozesse und der damit verbundene Grad an Beanspruchung entscheidet schließlich über die Art und Weise, wie Personen stressrelevante Situationen bewältigen“ (Gerber, 2008, S. 122). Für die empirische Forschung birgt das kognitiv-transaktionale Stressmodell auch Nachteile: Zieht man das Modell als theoretische Grundlage einer empirischen Studie heran, muss eine ganzheitliche Operationalisierung der modelleigenen Bewertungsprozesse gegeben sein (Schwarzer, 2000b). Die Entwicklung entsprechender

psychometrischer Verfahren zur validen Erfassung dieser Bewertungsprozesse gestaltet sich jedoch schwierig (Gerber, 2008). Insbesondere bei sportwissenschaftlichen Studien, die oftmals intensive körperliche Aktivität beinhalten, ist die hinreichende Erfragung kognitiver Vorgänge während des Versuchsablaufes kaum möglich.

Im Gegensatz dazu bietet das theoretische Konzept der Reaktionstrias (Lazarus et al., 1970) durchaus Ansätze zur Abbildung psychophysiologischer Prozesse in Stresssituationen. Gemäß des Modells sind emotionale Zustände durch den psychologischen, den physiologischen und den behavioralen Aspekt gekennzeichnet. Ersterer bezeichnet das affektive Erleben eines Gefühls wie bspw. Angst oder Wut, sowie die damit einhergehenden Gedanken (Kognitionen). Klassische Instrumente zur Erhebung psychologischer Aspekte sind verbale Interviews oder schriftliche Fragebogenmaße. Der behaviorale Aspekt ist mit der beobachtbaren motorischen Umsetzung eines Handlungsimpulses gleichzusetzen. Dies kann minimale Veränderungen in Gestik, Mimik und Körperhaltung, wie auch offensichtlichere Körperbewegungen wie bspw. Kampf- oder Fluchtreaktionen beinhalten. Diese Veränderungen können bspw. über elektronisch gestützte Verhaltensbeobachtungen erfasst werden. Der physiologische Aspekt beinhaltet hingegen körperliche Symptome und Veränderungen, welche überwiegend vom autonomen Nervensystem hervorgerufen werden (siehe Kapitel 2). Demnach sind Stressreaktionen auf diesen drei Ebenen der Reaktionstrias abbildbar. Allerdings deutet sich an, dass sich Stress nicht zwingenderweise auf allen Ebenen gleichzeitig manifestiert. So existiert nicht ein einziger Indikator mit dessen Hilfe Stressreaktionen hinreichend erfasst werden können (Sieverding, 2010, S. 194). Vielmehr gilt es auf repräsentative Parameter aus allen drei Ebenen zurückzugreifen (siehe Abschnitt 2.4).

## 1.2 Theorie der Ressourcenerhaltung

Die vorliegende Arbeit hat die Erforschung spezifischer Faktoren zum Gegenstand, welche protektive Wirkungen in Stresssituationen haben können. Auch in Hobfoll's (1988) Theorie der Ressourcenerhaltung stehen intra- und interindividuelle Faktoren im Zentrum, welche als unerlässlich angesehen werden, um Anforderungssituationen zu begegnen. Somit untermauern die theoretischen Inhalte dieses Modells die ressourcenorientierte Perspektive dieser Arbeit. Da sie über kognitive Prozesse als hauptsächliche Komponente der Stressentstehung hinausgeht, kann sie als eine

Weiterentwicklung zum kognitiv-transaktionalen Stressmodell gesehen werden. Hierbei wird der Schwerpunkt auf die Erhaltung von Ressourcen sowohl in kurz- wie auch in langfristigen Phasen der Beanspruchung gelegt. Gemäß der Theorie führt bereits die Bedrohung bzw. Reduktion individueller Ressourcen zu Stress. Hobfoll (1989) postuliert hierzu vier Arten von Ressourcen zur Stressbewältigung: Gegenstände, Bedingungen, Persönlichkeitsmerkmale und Energien. Für die vorliegende Arbeit sind die Ressourcen der Bedingungen und der Persönlichkeitsmerkmale von besonderem Interesse: Bedingungen werden in diesem Kontext als immaterielle Strukturen oder Zustände dargestellt, die den Zugang zu anderen Ressourcen gewährleisten (Gerber, 2008). Exemplarisch nennt Hobfoll (1989) hierzu eher langfristige Zustände wie Ehe, guter Gesundheitszustand oder feste Arbeitsanstellung. Vor dem Hintergrund der vorliegenden Arbeit stellt sich an dieser Stelle die Frage, inwiefern kurzfristige Gegebenheiten, wie beispielsweise Zustände reduzierter Selbstkontrolle, zu einer verminderten Widerstandsfähigkeit gegenüber Stress führen können. Persönlichkeitsmerkmale werden im Kontext des Modells wiederum als relativ überdauernde Eigenschaften eines Individuums betrachtet, welche erworben wurden oder auf biologischer Veranlagung basieren und protektive Ressourcen gegenüber Stressbelastungen darstellen. Dieser Sachverhalt macht deutlich, dass der Einbezug von Persönlichkeitsmerkmalen unumgänglich für eine umfassende Untersuchung von Stressreaktionen ist (siehe Kapitel 5). Demnach können genetisch bedingte Dispositionen durchaus protektive Wirkungen in Stresssituationen entfalten.

Das Ausmaß der Stressreaktivität ist also von psychophysiologischen Veranlagungen abhängig (Schlotz, Schulz & Zoccola, 2011). Verstärkte Reaktivität auf Stress birgt allerdings erhebliche Risiken: So wird sie mit körperlichen- und psychischen Erkrankungen in Zusammenhang gesetzt (Fuchs & Gerber, 2017) und kann somit einen erheblichen Belastungsfaktor für Leistungssportler darstellen (Britton et al., 2017). Daher soll das Konzept der Stressreaktivität im kommenden Abschnitt näher vorgestellt werden.

### 1.3 Stressreaktivität

Der als Vater der Stressforschung geltende Hans Selye (1973) geht von einem allgemeinen Adaptationssyndrom aus, das Organismen in Reaktion auf Stress zeigen. Hierzu nimmt Selye eine Unterscheidung in drei Stadien vor: Alarmreaktion, Stadium des Widerstands und Stadium der Erschöpfung. Die Alarmreaktion bezeichnet eine Erstreaktion des Körpers, welche unmittelbar auf den Stressor erfolgt. Im darauffolgenden Stadium des Widerstands aktiviert der unter Stress stehende Organismus bereits körpereigene Abwehrprozesse zur Belastungsbewältigung. In der zeitlich später eintretenden Erschöpfungsphase kommt es schließlich zum funktionalen Einbruch körpereigener Systeme. Folglich integriert die Theorie sowohl Prozesse und Auswirkungen langfristigen Stresserlebens, als auch Phänomene kurzfristiger Reaktivität. „In reaktionszentrierten Stressmodellen entspricht Stress einer abhängigen Variablen, d. h. Stress äußert sich erst im Nachhinein als physiologische, psychische und/oder verhaltensbezogene Anpassungsreaktion auf eine gegebene Reizkonstellation, bei der eine Abweichung vom inneren Gleichgewicht (Homöostase) mit routinemäßigen Reaktionen nicht mehr ausgeglichen werden kann“ (Fuchs & Gerber, 2017, S.17). Bolger und Zuckerman (1995, S. 890) definieren Stressreaktivität als „the extent to which a person is likely to show emotional or physical reactions to a stressful event“. Stressreaktivität gilt demnach als Merkmal, das auf der interindividuellen Variabilität körperlicher und emotionaler Antworten auf Stressreize basiert (Schlotz, 2013). Stressreaktivität wird weiterhin als biologische Sensitivität gegenüber Umweltreizen beschrieben, welche auf entwicklungsgeschichtlichen Theorien gründet (Boyce & Ellis, 2005) und relativ stabil hinsichtlich ihrer Ausprägung, auslösender Stressoren und zeitlicher Reaktionsprozesse ist (Schlotz, Schulz & Zoccola, 2011). Dennoch besteht eine gewisse Variabilität, die u.a. vom vergangenen und vom gegenwärtig erfahrenen chronischen Stress abhängt (Schlotz, Schulz & Zoccola, 2011).

Ferner wird in eine spezifische und eine allgemeine Stressreaktivität unterschieden: Die spezifische Stressreaktivität bezieht sich entweder auf die behaviorale, physiologische oder psychologische Ebene. Die allgemeine Stressreaktivität manifestiert sich auf allen drei Ebenen. Da in empirischen Studien häufig Dissoziationen zwischen den einzelnen Ebenen gefunden werden, erscheint es wenig sinnvoll lediglich eine spezifische Ebene als Indikator für allgemeine Stressreaktionen heranzuziehen (Schlotz,

2013).

In einem adäquaten Ausmaß erfüllen Stressreaktionen überlebenswichtige Funktionen zur Vorbereitung des Organismus auf muskuläre Anstrengungen bzw. Kampf und/ oder Fluchtreaktionen (Fuchs & Gerber, 2017). Übermäßige Reaktivität wird hingegen mit negativer Emotionalität sowie depressiven Symptomen in Verbindung gebracht (Allwood, Handwerker, Kivlighan, Granger & Stroud, 2011; Lopez-Duran et al., 2015). Im Allgemeinen können überhöhte Reaktivität sowie verzögerte Regenerationsprozesse nach erfolgtem Stresserleben zur Entwicklung zahlreicher physischer (bspw. kardiovaskuläre Erkrankungen) und psychischer Krankheiten führen (Fuchs & Gerber, 2017). Andersherum können aber auch chronische physische und psychische Belastungen zu verzögerten Regenerationsprozessen nach akuter Stresseinwirkung führen (Lepore et al., 1997). So gehen Chatkoff et al. von einem Zusammenhang zwischen chronischen Stressleveln und kardiovaskulärer Reaktivität aus. Ab einer gewissen Höhe bewirke die chronische Stressbelastung jedoch eher eine Abschwächung der kardiovaskulären Reaktion auf akute Stressoren (2010). Vor dem Hintergrund etlicher Stressoren, die Athleten bewältigen müssen, scheint das Ausmaß der Stressreaktivität zudem ein Faktor zu sein, der über die Entwicklung von Ängstlichkeit und Depression bei jungen Athleten entscheidet (Britton et al., 2017). So kann mangelnde Adaptionfähigkeit an akut bestehende Stressoren bei Sportlern negatives emotionales Erleben und geringe Zufriedenheit mit der sportlichen Leistung auslösen (Nicholls, Polman & Levy, 2012). Schnelle Regenerationsfähigkeit schützt hingegen vor chronisch degenerativen Krankheiten (Schuler & O'Brien, 1997). Folglich kann die Kombination ausgeprägter Regenerationsfähigkeit und geringer Stressreaktivität im sportlichen Kontext als gesundheitsprotektiver Faktor angesehen werden (Fuchs & Gerber, 2017).

Trotz empirisch nachgewiesenem Zusammenhang zwischen chronischem Stress und der Entstehung von Krankheitssymptomen, führt langfristiger Stress nicht bei jedem Individuum zu psychischen und/oder physischen Störungen (Schlotz, Schulz & Zoccola, 2011). Hierzu deutet sich Stressreaktivität als mediiender Faktor an, der letztlich darüber entscheidet, ob Krankheiten aufgrund von chronischem Stress entstehen oder nicht (Schlotz et al., 2011). In Anbetracht dessen ist die Erforschung interindividueller Unterschiede der Stressreaktivität, sowie deren Einflussfaktoren von großer Relevanz. Einerseits gilt es Merkmale von Athleten herauszukristallisieren, die das Ausmaß ihrer Reaktivität

determinieren. Andererseits gilt es situative Gegebenheiten und Zustände zu identifizieren, die für das Ausmaß der Stressreaktion und der Fähigkeit zur Erholung ausschlaggebend sind. Aufbauend darauf können lohnenswerte Interventionen für Sportler mit hoher Stressreaktivität entwickelt werden (Britton et al., 2017).

Bisher wurden reaktive, kognitiv-transaktionale und ressourcenorientierte Modelle vorgestellt. Angesichts ihrer unterschiedlichen Perspektiven auf das Phänomen Stress fasst Gerber (2017) die Vereinbarkeit der Inhalte zusammen:

Zusammenfassend existieren heute verschiedene konzeptuelle Zugänge zum Thema Stress. Wichtig ist, dass sich die unterschiedlichen Modellvorstellungen nicht ausschließen, sondern sich auf verschiedenen Integrationsniveaus und mit variierendem Erklärungsbereich ergänzen. Aus einer integrativen Betrachtungsweise heraus lässt sich Stress am besten als biopsychosoziales Phänomen definieren, wobei sich die Entstehung stressbedingter Erkrankungen insbesondere durch das Zusammenspiel von psychischen, physischen und verhaltensbezogenen Faktoren erklären lässt. (S. 4)

Gleichwohl soll der Fokus der vorliegenden Arbeit auf der Stressreaktivität gerichtet bleiben, da diese vor dem Hintergrund empirischer Befunde ein zentraler Leistungs- und gesundheitsbeeinflussender Faktor für Athleten darstellt (Britton et al., 2017; Fuchs & Gerber, 2017; Schlotz, 2013).

## 2 PHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN

Um die physiologische Reaktion auf einen Stressreiz zu erfassen, werden in der psychologischen Stressforschung unterschiedlichste Parameter herangezogen: Beispielsweise wurden Herzfrequenz, Blutdruck, elektrische Leitfähigkeit der Haut, hormonelle (endokrine) Parameter (Debus, Erdmann, & Kallus, 1995) oder hirnelektrische Indikatoren (Berger & Gloor, 1969) verwendet. Endokrine Maße erfahren insbesondere innerhalb der sportpsychologischen Forschung zunehmendes Interesse. Im Vordergrund steht hierbei die Erforschung verschiedenster Effekte im Zusammenhang mit der Aktivität spezifischer Hormone (Ehrlenspiel & Strahler, 2012). Aufgrund der Ergebnisse sportpsychologischer Studien gewinnt zudem ein kardiovaskulärer Parameter immer mehr Bedeutung, wenn es um die sensible Erfassung von psychischem Stress geht (Laborde et al., 2017).

In diesem Kapitel soll daher näher auf ausgewählte endokrine und kardiovaskuläre Maße eingegangen werden. Ferner soll die Stressmessung auf drei Ebenen erörtert, sowie deren Potenzial zur holistischen Operationalisierung diskutiert werden. Eine dieser Ebenen basiert auf rein körperlichen Reaktionen. Der folgende Abschnitt gibt deshalb einen Einblick in die Biopsychologie von Stressreaktionen.

### 2.1 Die Stressreaktion

Da die unmittelbare Reaktion auf einen Stressor im Fokus der vorliegenden Arbeit steht, sollen die Erstreaktion und deren zugrundeliegenden neuronalen sowie hormonellen Vorgänge genauer betrachtet werden: Aktiviert werden diese Prozesse mit der Sinneswahrnehmung potenziell bedrohlicher Reize. Diese werden auf direktem neuronalen Weg an die im limbischen System liegende Amygdala weitergeleitet. Dabei erreichen die durch den Stressreiz ausgelösten Impulse subkortikale bzw. limbische- schneller als kortikale Bereiche. Hierdurch wird eine evolutionsbiologisch verankerte Reaktionskette in Gang gesetzt, bevor überhaupt kognitive Reflektionen erfolgen. Auf diese Weise kann der menschliche Organismus ohne verzögernde Gedankenprozesse auf Kampf- oder Fluchthandlungen vorbereitet werden. Der Hypothalamus setzt nun entsprechende Hormone frei, die wiederum die Sympathikus-Nebennierenmark-Achse aktivieren. Diese Aktivierung geht mit einer hohen Ausschüttung des Neurotransmitters Noradrenalin einher (LeDoux, 1994). Sympathische Impulse werden zu den Nebennieren geleitet, deren Mark Adrenalin freisetzt. Zusammen erzielen Adrenalin und



Noradrenalin eine Aktivierung der Atmungsorgane, des Kreislaufs sowie eine Erhöhung der Blutglukosewerte. Nahezu zeitgleich werden mit der Stressreaktion einhergehende Emotionen wie Angst oder Wut über die Amygdala initiiert (Kaluza, 2012). Daher ist nach Bystritsky & Kronemyer eine strikte phänomenologische Trennung von Angst und Stress für die Stressforschung wenig sinnvoll. Vielmehr sollten beide Konstrukte im Sinne einer transdiagnostischen Methodik erfasst werden (2014). Kann der Organismus die Stresssituation erfolgreich bewältigen bzw. erfolgt über das Großhirn eine Einschätzung des Reizes als harmlos, wird die sympathische Aktivierung beendet (Kaluza, 2012): Sowohl hormonelle als auch neuronale Reaktionsketten werden deaktiviert. Hierdurch sinken die zuvor ausgeschütteten Stresshormone auf ihren Ausgangswert zurück (LeDoux, 1994). Bleibt der Stressor hingegen bestehen bzw. betrachtet das Individuum die Stresssituation als unkontrollierbar, aktiviert der Organismus eine zweite Reaktionskette über die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA-Achse, Birbaumer & Schmidt, 2010). Einige Autoren weisen darauf hin, dass bei kontrollierbaren Stressoren vor allem die Hypothalamus-Nebennierenmark-Achse, und bei unkontrollierbar erlebten Stressoren hauptsächlich die HPA-Achse aktiviert wird (Birbaumer & Schmidt, 2006, Hüther, 2002, zitiert nach Gerber, 2008, S. 109). Ausgehend vom Hypothalamus werden nun Kortikotropin-releasing-Hormone freigesetzt, welche wiederum adrenokortikotrope Hormone in der Hypophyse freisetzen. Adrenokortikotrope Hormone regen schließlich die Nebennierenrinde zur Ausschüttung von Cortisol an (Kaluza, 2012). Cortisol gilt als eines der wichtigsten Stresshormone (Kirschbaum & Hellhammer, 1994). Welche Prozesse im menschlichen Körper mit Cortisol verbunden sind und inwiefern es die Leistung im Sport beeinflusst, soll daher im kommenden Abschnitt dargelegt werden.

## 2.2 Cortisol

Cortisol gilt als einer der wichtigsten hormonellen Parameter zur Erforschung stressbedingter Prozesse (Stalder & Kirschbaum, 2013). So findet Cortisol in zahlreichen psychophysiologischen Studien Verwendung (bspw. Gatti & De Palo, 2011). Rein psychische Reize können bereits zu erheblichen Cortisolfreisetzungen führen (Kirschbaum, 1991). Zur Messung von Cortisolantworten auf psychologische Stressreize wird von einigen Autoren die Erfassung über Speichelproben gegenüber

Plasma oder Serum vorgezogen (Foley & Kirschbaum, 2010). So scheint die Messung über Speichel Stressreaktionen auf psychologische Reize genauer widerzuspiegeln als über Plasma (Kelly et al., 2008). Aufgrund hoher Korrelationen zwischen ungebundenem Cortisol im Plasma und im Serum (Hellhammer et al., 2009) wird davon ausgegangen, dass Speichelcortisol das biologisch verfügbare, ungebundene Cortisol reliabel repräsentiert. Auch gilt die Messung über Speichelproben als einfach durchzuführende und kostengünstige Methode (Allen et al., 2014). Gleichwohl sollten im Sinne einer validen Cortisolmessung spezifische Aspekte beachtet werden: Cortisol zählt zu den Glukokortikoiden, welche einer tageszeitlich abhängigen circadianen Rhythmik unterliegen: Die höchste Ausschüttungsrate kann am Morgen gemessen werden. Die höchsten Tageskonzentrationen werden ca. 30-45 Min. nach dem Aufstehen (Suay & Salvador, 2012), die niedrigsten hingegen während des Nachtschlafes erreicht (Birbaumer & Schmidt, 2010). Vor dem Hintergrund der circadianen Rhythmik konnten zahlreiche Studien einen signifikanten Einfluss sowohl der Tageszeit (Adam & Gunnar, 2001) als auch des Fensters zwischen Aufwachzeitpunkt und Messzeitpunkt auf die gemessene Cortisolkonzentration feststellen (Sánchez, Raghunathan & Diez-Roux, 2012). Sanchez et al. (2012) schlagen hierzu im Rahmen von Studien vor, die Uhrzeit des individuellen Messzeitpunktes als Kontrollvariable zu verwenden. Aufgrund sehr hoher Werte am Morgen und einer höheren Aktivierbarkeit der HPA-Achse am Nachmittag, bietet sich eher der Nachmittag zur Testung reaktiver Ausschüttungen an (Allen et al., 2014). Weiterhin ist die zeitverzögerte Ausschüttung nach einem Stressor zu beachten (Birbaumer & Schmidt, 2010): Manche Autoren gehen von Spitzenwerten zehn Min. (Het et al., 2009; Rimmelé et al., 2009), fünf Min. (Childs et al., 2006) oder auch 20 Min. (Rohleder et al., 2001) nach Darbietung eines Stressors aus. Auch nach der reinen Antizipation eines Stressreizes wurden verzögerte Cortisolreaktionen von 14-20 Min. nach dem Antizipationszeitpunkt gemessen (Engert et al., 2013). Allen et al. (2014) verweisen hierzu auf die Notwendigkeit mehrerer Post-Stress-Messzeitpunkte um eine detaillierte Abbildung der Cortisolreaktion zu ermöglichen.

Eine funktionale Rolle spielt Cortisol insbesondere in länger andauernden Stressphasen (Kaluza, 2012). Unter anderem dient es zur Bereitstellung von Glukose im Blut, Hemmung von Entzündungsreaktionen, Verhinderung überschießender zentralnervöser Reaktionen, Verstärkung der Herztätigkeit und Unterstützung der Wirkung von Katecholaminen wie Adrenalin und Noradrenalin (Birbaumer &

Schmidt, 2010). Während Belastungsphasen sind diese Funktionen überlebenswichtig, da sie das biologische System auf Kampf- oder Fluchtreaktionen vorbereiten. Ferner bewirken hohe Cortisolspiegel eine Verminderung der allgemeinen HPA-Achsen-Reaktivität und können auf diese Weise dem Organismus zu einer schnelleren Rückkehr zu einem homöostatischen Gleichgewicht verhelfen (Kaluza, 2004, zitiert nach Gerber, 2008, S. 112).

Bei Betrachtung des Zusammenhangs zwischen Cortisol und Leistungsfähigkeit zeigt sich allerdings ein eher ambivalentes Bild. Zunächst ist zu beachten, dass Cortisol sowohl die kognitive als auch die physische Leistungsfähigkeit beeinflusst (Lautenbach & Laborde, 2016). So können ausgeprägte Cortisolreaktionen zu einer verbesserten selektiven Aufmerksamkeit verhelfen, indem sie die Konzentration auf aufgabenrelevante Stimuli lenken (Putman & Berling, 2011; Taylor et al., 2011). Andererseits kann die durch psychosozialen Stress ausgelöste Cortisolausschüttung zu einer verschlechterten Gedächtnisleistung führen (Cornelisse et al., 2011a; Domes et al., 2004). Auch im Hinblick auf den Einfluss kurzzeitig hoher Cortisolspiegel auf die physische Leistungsfähigkeit besteht eine unklare empirische Befundlage: Zahlreiche hierzu durchgeführte Studien beinhalten den Zusammenhang zwischen Cortisol und dem Ausgang sportlicher Wettkämpfe. Ein Großteil postuliert hierbei einen höheren Cortisolspiegel auf Seiten der Verlierer (Bateup et al., 2002; Doan, Newton, Kraemer, Kwon, & Scheet, 2007; Lautenbach & Laborde, 2016). Auch während eines Wettkampfes ließen sich negative Zusammenhänge zwischen Cortisolkonzentrationen im Speichel und der Qualität sportspezifischer Techniken nachweisen (Lautenbach et al., 2014). Im Gegensatz hierzu stehen Studienergebnisse, die erhöhte Speichelcortisolwerte auf Seiten der Gewinner eines Fußballspiels (Edwards et al., 2006), eines Judo Wettkampfes (Salvador, Suay, González-Bono & Serrano, 2003) sowie positive Korrelationen zwischen Cortisol und der Kraftleistung bei Ringern (Passelergue & Lac, 2012) berichten. Dennoch kommen Lautenbach und Laborde (2016) in ihrem Review-Artikel zu dem Schluss, dass in der Tendenz von einem negativen Zusammenhang zwischen Cortisol und sportlicher Leistung auszugehen ist.

Hinsichtlich des langfristigen Einflusses von Cortisol auf die Leistungsfähigkeit zeigen sich hingegen eindeutige Hinweise: Chronisch hohe Cortisolspiegel sind von Leistungssportlern aufgrund folgender hormoneller Auswirkungen zu vermeiden: Diese umfassen die Einleitung kataboler (Muskulatur

abbauender) Prozesse, Immunsuppression, Reduktion von Verdauungsprozessen, Hemmung neuronaler Verbindungen und Erhöhung der allgemeinen Wahrnehmungsschwelle von Reizen, so dass für die Sinneswahrnehmung intensivere Stimuli benötigt werden (Birbaumer & Schmidt, 2010). Dauerhafter Stress und damit einhergehende erhöhte Cortisolkonzentrationen begünstigen zudem das Auftreten von Schlafstörungen, Depressionen und *Burnout* (Gerber, 2008), Angststörungen und Übertrainingssyndrome (Matta et al., 2013; Reardon & Factor, 2010) sowie *Dropout* Problematiken bei Athleten (Crane & Temple, 2015). Cortisolausschüttungen infolge chronischer Stressbelastungen können bei Sportlern zu einer stark verminderten Regenerationsfähigkeit führen (Kaluza, 2004, zitiert nach Gerber, 2008, S. 113; McEwen & Gianaros, 2010). Insgesamt kann von einem hohen Zusammenhang zwischen chronisch erhöhten Cortisolwerten und geringerer körperlicher (Björntorp, 2001) sowie psychischer Gesundheit (Goodyer, Tamplin, Herbert, & Altham, 2000) ausgegangen werden.

Wie Cortisol kann auch die Herzratenvariabilität (HRV; bspw. Hoos, 2009) als Indikator der Stresswahrnehmung betrachtet werden. Trotz der Tatsache, dass beide Parameter mit unterschiedlichen organischen Ebenen assoziiert werden, lassen sich Zusammenhänge zwischen tonischer HRV, Cortisol und Stresserleben bestätigen (Michels et al., 2013). Angesichts dessen soll nachfolgend ein kurzer Blick auf die physiologischen und empirischen Hintergründe von HRV geworfen werden.

### 2.3 Herzratenvariabilität

Das autonome Nervensystem des Menschen lässt sich in die zentralen Komponenten Sympathikus und Parasympathikus unterteilen. Das sympathische Nervensystem wird insbesondere dann aktiv, wenn das Individuum unter Stress steht. Evolutionsbiologisch unterstützt es den Körper bei Kampf- oder Fluchtverhalten, indem es beispielsweise Wachheit, Energieniveau und muskuläre Spannung erhöht. Im Gegensatz dazu leitet der Parasympathikus Phasen der Ruhe bzw. Regeneration ein, in denen beispielsweise Verdauungstätigkeiten und Reparaturprozesse des Gewebes aktiviert werden. Aufgrund dieser oftmals gegensätzlich arbeitenden Systeme kann der menschliche Organismus Anforderungen bewältigen und in einen gesunden Zustand des Gleichgewichts zurückkehren (Von Dawans & Heinrichs, 2017).

Stressreaktionen gehen folglich mit einer Verringerung der parasympathischen-, bei gleichzeitiger Erhöhung der sympathischen Aktivität einher (Birbaumer & Schmidt, 2010). Da der Herzmuskel über seine nervale Ansteuerung sowohl parasympathische- als auch sympathische Impulse empfängt, kann die HRV als ein Indikator des Verhältnisses zwischen parasympathischer- und sympathischer Aktivität gesehen werden. HRV zeigt das Ausmaß einer Stressreaktion auf, indem sie die zeitliche Variation der Herzperioden über eine spezifische Messphase abbildet: Eine niedrige Variation repräsentiert hohe sympathische Aktivität, wohingegen eine hohe Variation Rückschlüsse auf hohe parasympathische Aktivität zulässt (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996). Signifikante Veränderungen von HRV werden u.a. durch körperliche- (Coote, 2010) sowie mentale Belastungen (Sgoifo et al., 2003), wie beispielsweise psychosozialer Stress (Klaperski, Dawans, Heinrichs & Fuchs, 2014; Lackschewitz, Hüther & Kröner-Herwig, 2008; Segerstrom & Solberg Nes, 2007) hervorgerufen. Die Messung der HRV erlaubt eine detailliertere Projektion autonomer Prozesse als die alleinige Erfassung der Herzfrequenz (Hoos, 2009). Ferner bestehen Studien, die Zusammenhänge zwischen tonischer HRV und Lebensalter (Sosnowski, 2010), sportlicher Aktivität (Schulz et al., 2002), aber auch kardiovaskulären Erkrankungen (Kivimäki et al. 2005) belegen. Zu beachten gilt, dass HRV durch die Atmung beeinflusst wird (Thayer et al., 2010). So besteht ein Zusammenhang zwischen Atemfrequenz und Veränderungen der HRV (Tzeng, Larsen & Galletly, 2003). Kann die Atemfrequenz in empirischen Untersuchungen aus methodischen Gründen nicht kontrolliert werden, sollte ein gegenüber der Atemfrequenz möglichst robuster Parameter genutzt werden. In Anbetracht dessen repräsentiert der zeitbezogene Parameter *Root mean square successive differences* (RMSSD) parasympathische Reaktionen und wird im Vergleich mit anderen Parametern als weitestgehend unabhängig von der Atemfrequenz betrachtet (Hill & Siebenbrock, 2009; Penttila et al., 2001).

Angesichts zahlreicher Studien, welche HRV und Cortisol erfolgreich zur Operationalisierung von Stress verwendeten, stellt sich die Frage, ob die ausschließliche Nutzung physiologischer Parameter aussagekräftig genug ist. Der nächste Abschnitt soll eine Antwort auf diese Frage geben, indem er die Relevanz psychologischer und behavioraler Variablen hervorhebt.

## 2.4 Drei Ebenen der Stressmessung

Gemäß der Reaktionstrias von Lazarus (1970) spiegeln sich Reaktionen auf Stressreize auf physiologischer, psychologischer und behavioraler Ebene wieder. Um das Ausmaß einer Stressreaktion umfassend abbilden zu können, legen zahlreiche Autoren die Verwendung von Parametern aus allen drei Ebenen nahe (Schlotz, 2013). Der Einsatz psychologischer Maße zur Operationalisierung von Stressreaktionen ist deshalb notwendig, da hohe interindividuelle Variabilität hinsichtlich der Interpretation des physischen Erregungsniveaus besteht. Vor diesem Hintergrund untersuchten Campbell & Ehlert (2012) die Zusammenhänge zwischen psychologischen und physiologischen Maßen, welche in Antwort auf einen psychosozialen Stressreiz aktiviert wurden: Lediglich 25% der analysierten Studien konnten signifikante Korrelationen zwischen Cortisol und wahrgenommenem psychischem Stress vorweisen. Dies impliziert, dass Daten physiologischer Parameter auf vergleichbar ausgeprägte Stressreaktionen zwischen zwei Individuen hindeuten können, während die Daten psychologischer Instrumente große interindividuelle Unterschiede hinsichtlich der subjektiven Wahrnehmung der Stressreaktion bzw. -situation enthüllen (Allen et al., 2014). Demgemäß kann nicht davon ausgegangen werden, dass eine Reaktion auf Stress stets sowohl auf psychologischer als auch auf physiologischer Ebene abbildbar ist (Schlotz, 2013).

Weiterhin sollte die subjektiv empfundene Stressreaktivität mittels psychologischer Fragebogenmaße und/ oder mittels Messungen im Rahmen experimentell kreierter Stresssituationen erfasst werden (Schlotz et al., 2011). Zur Gewährleistung externer Validität sollten die hierbei eingesetzten Fragebogenmaße mit den in der realen Stresssituation getriggerten Parametern korrelieren (Pruessner et al., 1997; Schlotz et al., 2011). Die Wahl der psychologischen Konstrukte geht damit einher, welche psychologischen Veränderungen aufgrund von Stressreaktionen empirisch nachgewiesen sind: Aus subjektiver Perspektive wird akuter Stress als eine negative Erfahrung wahrgenommen (Jamieson et al., 2013). Im Genaueren können Ruminationen über Stresssituationen zu Veränderungen von Gefühlszuständen führen, welche sich physiologisch manifestieren können (Brosschot, 2010). Beispielsweise besteht gemäß aktueller Literatur eine negative Korrelation zwischen Cortisol und negativem Affekt (Allen et al., 2014). Het et al. (2012) postulieren vor diesem Hintergrund einen protektiven Effekt des Cortisols bzgl. subjektivem Stresserleben.

Auch konnten Studien zeigen, dass aufgrund psychologischer Stressreize Zustandsangst entsteht (Allen et al., 2014). Angst kann im Kontext von Stresssituationen tatsächlich als bedeutendste Emotion gesehen werden (Schandry, 2011). Dabei kann die Angst, trotz ihrer größtenteils negativen Valenzierung, durchaus als angenehm empfunden werden, wie es beispielsweise in Risikosportarten der Fall ist (Hackfort und Birkner, 2006, zitiert nach Ehrlenspiel et al., 2017). Tatsächlich ist eine klare Trennung zwischen den Begriffen Aktivierung bzw. Erregung (*Arousal*) und Stress kaum möglich (Ehrlenspiel et al., 2017). So bestehen gar Ansätze, die beide Begriffe gleichsetzen (Semmer & Zapf, 2017). Da sich die Erregung eines Organismus sowohl auf physischer als auch psychischer Ebene niederschlägt (Moruzzi & Magoun, 1949), ist von einem mehr oder minder bewussten, subjektiven Erleben des Erregungszustandes auszugehen<sup>1</sup>. Im Sinne einer methodisch holistischen Abbildung von Stressreaktionen, erscheint die zusätzliche Erfassung der psychologischen Konstrukte „Gefühlszustand“, „Zustandsangst“ und „Erregung“ als unumgänglich.

Im Zentrum sportpsychologischer Forschungsarbeiten steht häufig der Zusammenhang zwischen Stress bzw. Angst und Wettkampfleistung. Folglich setzen sie sich mit der „Trias aus physiologischer Reaktivität, subjektivem Erleben und Verhaltenstendenzen und –impulsen“ auseinander (Gerber & Fuchs, 2017, S. 8). Auf behavioraler Ebene beeinflusst Stress nicht nur die sportliche Leistung, sondern führt im Genaueren zu Verhaltensänderungen, wie bspw. Handlungsvereinfachungen und/oder Veränderungen der Bewegungsqualität (Semmer & Zapf, 2017). Hintergrund dieses Wirkmechanismus ist folgender: Im Rahmen einer Stressreaktion umgehen neuronale Signale zunächst die kortikalen Bereiche des Gehirns und werden stattdessen direkt zu den entwicklungs geschichtlich älteren Arealen des Stammhirns sowie des Limbischen Systems geleitet. Anstelle einer umfassenden Reflektion der situativen Gegebenheiten kommt es zu schnellen Kurzschluss handlungen. Daher tendieren Individuen unter Stress vermehrt dazu, auf vereinfachte, automatisierte Handlungsabläufe zurückzugreifen (Kaluza, 2012). Dieser Sachverhalt macht deutlich, dass sich Stress auf der Ebene des Verhaltens niederschlägt und somit Messungen, welche ausschließlich auf der Analyse psychologischer und physiologischer Daten basieren, als unzureichend zu betrachten sind. Eine Probate Methode innerhalb der

---

<sup>1</sup> Da in der vorliegenden Arbeit bereits spezifische Termini für physiologische Erregungszustände verwendet werden, soll mit dem Begriff „Erregung“ in den kommenden Kapiteln das psychische Aktivierungsniveau bezeichnet werden.

Stressforschung stellen Videoanalysen zur wissenschaftlichen Evaluation des Verhaltens dar (Knoblauch & Tuma, 2017).

Zusammenfassend hängt die Wahl der Operationalisierungsmethode über psychologische, physiologische und/ oder behaviorale Variablen von der zugrundeliegenden Fragestellung sowie der Klassifizierung des Stressreizes ab (Schlotz et al., 2011). Hierbei gilt jedoch zu bedenken, dass Befunde, welche auf einer spezifischen Messebene gründen, letztlich nur Interpretationen über Prozesse auf eben jener Ebene zulassen (vgl. Campbell & Ehlert, 2012).



### 3 STRESS IM LEISTUNGSSPORT

Ein junger Boxer steht kurz vor seinem ersten Amateurkampf. Bereits in den Tagen zuvor befand er sich in einem Zustand, den er als „totale Anspannung mit Tunnelblick“ beschreibt. Bevor der Athlet jedoch am Tag des Wettkampfes antreten, und seinen bis dahin nahezu unerträglichen Spannungszustand in körperliche Leistung umsetzen darf, stehen wettkampfbezogene Verpflichtungen an: Vor Beginn der eigentlichen Boxveranstaltung muss er offiziell gewogen werden. Er ist besorgt. Wird das Gewicht passen? Es passt. Doch an ein Aufatmen ist nicht zu denken: Erst zwei Stunden später kann die erforderliche Untersuchung durch einen Verbandsarzt durchgeführt werden. Von dieser hängt die letztendliche Kampffreigabe ab. Wie in Trance lässt der Athlet die verschiedenen Tests des Arztes über sich ergehen, bis dieser die offizielle Freigabe erteilt. Doch auch jetzt bleibt Ungewissheit: Hat auch der Gegner Wiegen und ärztliche Untersuchung bestanden und ist er bereit anzutreten? Angesichts dieser Unsicherheit fällt es dem jungen Boxer ungemein schwer, fokussiert zu bleiben und seine Gedanken zu kontrollieren. Nach einer weiteren, langen Stunde banger Wartezeit voller Befürchtungen ist endlich klar: Auch der Gegner hat die Erlaubnis anzutreten. Einerseits ist der Sportler erleichtert das Aufwärmen nun starten zu können. Andererseits fühlt er deutlich die Stressbelastungen der letzten Stunden...und der Kampf steht erst noch bevor.

Dieses Beispiel aus dem Bekanntenkreis des Autors verdeutlicht die immensen psychophysiologischen Anforderungen, die nicht nur während, sondern auch bereits im Vorfeld eines sportlichen Wettkampfes auftreten. Gleichwohl stellt sich die Frage, ob Stressoren einzelner Sportarten vergleichbar sind? Bestehen weiterhin Sportarten, in denen manche Stressfaktoren ausgeprägter sind als andere? Wie können diese Stressoren klassifiziert werden? Neben der Beantwortung dieser Fragen beschäftigt sich dieses Kapitel mit (sport-) psychologischen Paradigmen zur Stressinduktion, die u.a. auf der Grundlage sportspezifischer Stressoren entwickelt wurden. Im letzten Abschnitt sollen zudem intraindividuelle Faktoren identifiziert werden, die Athleten zur Bewältigung von Stresssituationen befähigen.

### 3.1 Stressoren

Im Zentrum der Literatur über gesundheitsorientierte Lebensführung steht einerseits die stress-reduzierende Wirkung von Sport. Leistungssport beinhaltet andererseits aber auch zahlreiche potenzielle Stressoren, die die Gesundheit des Sportlers bedrohen können (Gerber, 2008). Stressoren werden von Gerrig und Zimbardo (2008) als Ereignisse bezeichnet, die Anpassungsreaktionen des Organismus erfordern. So konnten Kimball und Freysinger zeigen, dass Sportengagement durchaus zu höherem Stresserleben führen kann, insbesondere wenn folgende situative Faktoren gegeben sind: Wenn das sportliche Umfeld wenig Raum für Selbstbestimmung und Kompetenzerleben bietet, und gleichzeitig geringer sozialer Rückhalt, hohe soziale Ungleichheit sowie hohe Kontrolle durch den Trainer besteht. Angesichts solcher Beschränkungen kann die aktive Teilnahme im Sportgeschehen durchaus zu einem Anstieg chronischer Stressbelastungen führen (2008, zitiert nach Gerber, 2008, S. 193). Weitere Stressfördernde Faktoren können unbekannte Leistungssituationen, Ergebnisunsicherheit (Storch, Storch, Killiany & Roberti, 2005) und tiefe Kompetenzeinschätzung des Athleten (Gerber, 2008) sein. Darüber hinaus kann auch das Training zu einer erheblichen Belastung werden, wenn Sport als eine Strategie zur Bewältigung emotionaler Probleme genutzt wird (Gerber, 2008). Hinsichtlich der Entstehung stressbedingter Symptomaten sind zudem die soziale Evaluation, derer Athleten regelmäßig ausgesetzt sind (Nicholls, Holt, Polman & James, 2005), sowie zusätzliche akademische Verpflichtungen (van Rens, Borkoles, Farrow, Curran & Polman, 2016) nicht zu unterschätzen. Die Arbeitsgruppe um den englischen Sportpsychologen David Fletcher nimmt folgende Kategorisierungen von Stressoren des Leistungssports vor:

1. Wettkampfbezogene Stressoren: *“the environmental demands associated primarily and directly with competitive performance”* (Mellalieu, Hanton, & Fletcher, 2006, p. 3). Diese beinhalten belastende Aspekte wie Wettkampfvorbereitung, Angst vor Verletzungen, Druck, geringe Wettkampfleistung, hohe Erwartungshaltungen, Selbstpräsentation und Rivalitäten.
2. Organisatorische Stressoren: *“the environmental demands associated primarily and directly with the organization within which an individual is operating”* (Fletcher et al., 2006, p. 359). Diese Kategorie umfasst persönliche- und Führungsprobleme, Mannschaftskonflikte oder auch logistische Probleme.
3. Persönliche (nicht-sportbezogene) Stressoren: *“the environmental demands associated primarily and directly with personal nonsporting life events“* (Sarkar & Fletcher, 2014, p. 7). Inkludiert werden hierbei *work-life interface*, familiäre Probleme, Beziehungskonflikte oder Tod nahestehender Personen.

Unterschiedliche Sportarten sind durch unterschiedliche Anforderungsprofile geprägt. Angesichts dessen stellt sich die Frage, inwiefern die Gewichtung der von Fletcher postulierten Stressoren sportartenspezifisch ist. In Betrachtung des Stressfaktors „Verletzungen“ sind manche Sportarten mit höherem Risiko behaftet und lassen den Sportler damit häufiger in Stresssituationen geraten: Breivik (1999a) postuliert hierzu eine Kategorisierung der Sportarten in *high-*, *medium-*, und *low risk sports*. Insbesondere *high risk sports* sind gemäß Breivik durch stressreiche Umstände aufgrund stark variierender Geschwindigkeiten und Höhen, komplexen Bewegungen und der Voraussetzung hoher Kontrolle von Körper und Geist geprägt. Risikosportarten werden von Breivik (1999a, p. 8) wie folgt definiert: “Risk sports may be defined as sports where you have to reckon with serious injury or death as a possible outcome if you do not follow the right procedures and are in control”. Exemplarisch führt Breivik Klettern, Fallschirmspringen, Extrem- Skifahren, *Paragliding* oder *Rafting* als Sportarten der *high risk*- Kategorie an. Die Aspekte ungewöhnlicher und zu kontrollierender Bewegungszustände (vgl. Rheinberg, 2008) und, im Falle von Bewegungsfehlern, möglicherweise letalen Konsequenzen stehen im Vordergrund der Stress induzierenden Faktoren des Risikosports. Vor diesem Hintergrund beziehen sich Sarkar und Fletcher (2014) in ihrer Stressor-Kategorie „Verletzungen“ nicht nur auf das Stresserleben in Folge einer Verletzung, sondern bezeichnen das subjektiv empfundene Risiko für eine Verletzung aufgrund der Eigenheiten der Sportart (vgl. Mellalieu, Neil, Hanton & Fletcher, 2009) als entscheidende Komponente. Unterstrichen wird dieses subjektiv empfundene Risiko durch Befunde über tatsächliche, objektiv bestehende Risiken: So stellen Monasterio et al. (2016) klar, dass beim *BASE-Jumping* eine Todeswahrscheinlichkeit von 1,7 % pro Jahr sowie 0,04% pro Sprung besteht. Damit gilt diese Sportart als eine der gefährlichsten überhaupt. Parallel zu dieser Statistik kann Hoch-Risikosport als eine Kategorie von Sportarten definiert werden, innerhalb derer der Athlet die Möglichkeit schwerer Verletzung oder Tod als inhärente Komponente akzeptieren muss (Breivik, 1995). Die Ausübung dieser Extremsportarten findet oftmals an ungewöhnlichen Orten statt: In großer Höhe, in steilen Felshängen, auf riesigen Wellen oder auch in der Tiefe des Meeres. Daher kann davon ausgegangen werden, dass Stress ebenfalls aufgrund den gesundheitsbedrohenden Konsequenzen ungewöhnlicher Bewegungszustände entsteht, welche innerhalb schwer zu kontrollierender Umgebungskomponenten durchgeführt werden. Zusätzlicher Druck kann die Tatsache auslösen, dass professionelle (Extrem-) Sportler

wachsende mediale Aufmerksamkeit erhalten und somit oftmals während der Ausübung ihres Sports gefilmt werden. Im Zuge dieser Selbstpräsentation kann Angst vor der Erbringung einer geringen Leistung geschürt werden (Sarkar & Fletcher, 2014). Es wird deutlich, dass ein Großteil der Stressoren des Sports im Rahmen kurzfristig auftretender Situationen auftreten. Das Hauptaugenmerk der vorliegenden Arbeit soll demnach auf der Reaktivität in kurzfristigen, sportspezifischen Stresssituationen liegen. Für die Studien vorliegender Arbeit wurde folglich eine Kombination dieser Stressoren unter Laborbedingungen kreiert. Diese wurde auf Grundlage bereits verwendeter Methoden psychophysiologischer Studien entwickelt. Bevor dieses Paradigma näher erläutert wird, soll der kommende Abschnitt einen Überblick über Verfahrensweisen zur experimentellen Stressinduktion vermitteln.

### 3.2 Methoden der Stressinduktion in der (sport-) psychologischen Forschung

In der Stressforschung wurden bisher unterschiedlichste psychophysiologische Methoden zur Stressinduktion genutzt. Eine der bekanntesten ist der „*Trier Social Stress Test*“ (TSST) von Kirschbaum, Pirke & Hellhammer (1993). Dieser Test verursacht psychosozialen Stress mittels eines künstlichen Bewerbungsgesprächs und einer mathematischen Aufgabe, die vor einer aversiv gesinnten Jury durchgeführt werden müssen. Der Test führt reliabel zu deutlich messbaren Stressreaktionen auf physiologischer und psychologischer Ebene. Beispielsweise provozierte er reliable Cortisolanstiege im Speichel (Campbell & Ehlert, 2011; Schoofs & Wolf, 2011) sowie signifikante Anstiege der Zustandsangst, Verstärkung negativen Affektes und Erhöhung subjektiven Stresserlebens (Campbell & Ehlert, 2011). Weitere Methoden zur Stressinduktion sind der von Stroop (1935) entwickelte *Stroop Test* (Beute & de Kort, 2014), der *Cold Pressor Test* (Hines & Brown, 1936), bei dem eiskaltes Wasser als Stressor verwendet wird (Robertson et al., 1979), der sogenannte *Montreal Imaging Stress Test* (Dedovic et al., 2005), der eine Stressinduktion bei Probanden/-Innen ermöglicht, deren Reaktionen über funktionelle Magnetresonanztomographie erfasst werden, oder auch der *Mannheim Multicomponent Stress Test* (Kolotylova et al., 2010), der Lärm und emotional belastende Bilder einsetzt, welche während der Lösung von Rechenaufgaben dargeboten werden.

Zwar wird die Reaktion auf einen Stressor gemäß Selye (1936) als unspezifisch betrachtet, die

Wahrnehmung eines Stimulus und dessen Bewertung als Stressreiz hängt hingegen von intraindividuellen Charakteristika wie Persönlichkeitsdispositionen und persönlichen Erfahrungen ab (McEwen, 1998; Schaub, 2003). Die Annahme liegt also nahe, dass sportspezifische Stressoren von Athleten bzw. Menschen, die durch Erfahrungen im sportlichen Bereich geprägt sind, anders wahrgenommen werden als von Nicht-Sportlern. Um also Aussagen über das Stresserleben von Menschen mit sportlichem Hintergrund treffen zu können, sollten sportspezifische Stresssituationen kreiert bzw. sportspezifische Reize zur Stressinduktion genutzt werden. Die anhand dieser Methoden generierten Studienergebnisse wären durch eine hohe externe Validität gekennzeichnet.

Angesichts dessen wurden von der sportwissenschaftlichen Forschung unterschiedlichste Methoden verwendet, um Stressreaktionen in einem sportspezifischen Kontext zu induzieren. Beispielsweise kreierten Geukes et al. (2012) eine Druck- bzw. Stresssituation mittels sozialer Bewertung, bei der Probanden/-innen eine Handball-Wurf-Aufgabe vor über 2000 Zuschauern durchführen mussten. Breivik et al. (1999b, Studie 5) ließen hingegen einen Sprung von einem fünf Meter hohen Sprungbrett in einem Kayak durchführen. Nieuwenhuys et al. (2008) untersuchten Unterschiede im Angst- und Stresserleben mittels einer Kletterwand mit einer hohen und einer niedrigen Route. Im Gegensatz zur niedrigen Route führte allein die größere Höhe zu einem Anstieg der Zustandsangst. Laborde et al. (2011) nutzten hingegen einen wettkampfähnlichen Stressor, der sich aus der Kombination negativer Bilder und einer über Kopfhörer übertragenen Geräuschkulisse einer aversiv gestimmten Zuschauermenge zusammensetzt. In dieser Studie mussten Probanden/-innen keinerlei physische Aktivität aufwenden. Dennoch führte der rein psychische Stressor zur signifikanten Erhöhung der Sympathikusaktivität (gemessen über HRV). Rein psychische Stressoren führen demnach, auch unter Laborbedingungen, zu deutlich messbaren physischen und psychischen Reaktionen. Die genannten Stressoren aus dem sportwissenschaftlichen Forschungsbereich haben gemeinsam, dass sie aufgrund spezifischer Faktoren zum Auftreten von Stress führen: Probanden/-innen reagieren umso wahrscheinlicher mit einer messbaren Stressreaktion, je unbekannter (Fuchs & Gerber, 2017) und unerwarteter ein Stressor auftritt (Maier & Watkins, 1998). Wird dieser Stressor zudem als bedrohlich (vgl. Lazarus & Launier, 1991, zitiert nach Schwarzer, 1993, S. 14) sowie unkontrollierbar (Evans & Stecker, 2004) bewertet, kann davon ausgegangen werden, dass die HPA-Achse und deren

Ausschüttung von Stresshormonen aktiviert werden. Für die vorliegende Arbeit wurde folglich ein Paradigma genutzt, das auf Kombination dieser Faktoren gründet.

Dennoch ist die differenzierte Entwicklung eines Paradigmas kein Garant dafür, dass dieses letztendlich auch Stressreaktionen provoziert. Menschen weisen hohe interindividuelle Variabilität hinsichtlich ihrer Reaktion auf Anforderungssituationen auf. Ein Grund für diese Unterschiedlichkeit ist in individuellen protektiven Faktoren zu suchen, die die Entstehung von Stress auf spezifischen Ebenen modulieren. Mit diesen stressreduzierenden Faktoren beschäftigt sich der kommende Abschnitt.

### 3.3 Protektive psychologische und psychosoziale Faktoren

Hochleistungssportler müssen eine ganze Bandbreite an Fähigkeiten besitzen, um mit den Stressbelastungen ihres Sports umgehen zu können (Fletcher & Sarkar, 2012). Der Einfluss psychologischer Faktoren auf Stressentstehung, -reaktion und -erleben wird unter dem Begriff psychologische Resilienz zusammengefasst (Fletcher & Sarkar, 2013). Das Hauptaugenmerk dieser Arbeit soll hierbei weniger auf externalen (bspw. soziale und kulturelle Unterstützung; Ditzen et al., 2008, Taylor et al., 2007), sondern vielmehr auf personenbezogenen Resilienzfaktoren liegen. Fletcher und Sarkar (2012) definieren Resilienz als *“the role of mental processes and behavior in promoting personal assets and protecting an individual from the potential negative effect of stressors”* (p. 675). Im Zentrum dieser Definition stehen mentale sowie verhaltensbezogene Prozesse, die den effektiven Umgang mit Anforderungen ermöglichen. Ehrlenspiel und Beckmann (2017) nennen hierzu drei Kategorien der Stressbewältigung: Einschätzung der Situation; Stressbewältigungskompetenzen; Wiederherstellung physischer und mentaler Ressourcen. *“Alle drei Bereiche sind natürlich eng miteinander verknüpft. So ist bereits die Einschätzung der Situation verbunden mit einem Erregungsmanagement“* (S. 422). Die Einschätzung einer Situation inkludiert folglich die Interpretation potenzieller Stressoren. Diese Interpretations- bzw. Bewertungsprozesse fallen je nach Situation und Individuum unterschiedlich aus. Interindividuelle Unterschiede entscheiden wiederum darüber, ob bzw. in welchem Ausmaß Stressreaktionen vom Organismus in Gang gesetzt werden (siehe Abschnitt 1.1). Beispielsweise konnte die antizipatorische, kognitive Bewertung im Vorfeld eines sozial evaluativen Stressors 35 % der Varianz der Cortisolreaktion aufklären (Gaab, Rohleder, Nater & Ehlert, 2005). Hohe

Zusammenhänge zwischen antizipatorischer kognitiver Bewertung und der Cortisolreaktion auf psychosozialen Stress konnten auch von weiteren Autoren bestätigt werden (bspw. Het et al., 2009). Allerdings erfassten die hier genannten Studien mentale Prozesse in Antizipation der Situation, also vor Eintritt des eigentlichen Stressors. Wie bereits erwähnt gestaltet sich die Operationalisierung kognitiver Bewertungen während experimentell kreierter Stresssituationen als sehr schwierig (Gerber, 2008). Es bleibt abzuwarten ob Wissenschaftler zukünftig valide, unkomplizierte Verfahren zur Messung mentaler Prozesse während intensiver Stresssituationen entwickeln können.

Ein weiteres Konstrukt zur Stressbewältigung stellt das *Coping* dar. Es umfasst zahlreiche Strategien zur Meisterung von Anforderungen. Eine Vielzahl dieser Strategien werden insbesondere von Leistungssportlern genutzt (Nicholls & Polman, 2007). Vor dem Hintergrund der transaktionalen Stressstheorie (siehe Abschnitt 1.1) postulieren Lazarus & Folkman (1987) drei verschiedene Klassifikationen von *Coping* Strategien: Problemorientiertes *Coping* bezeichnet das Handeln bzw. das Unterlassen einer Handlung, welche auf die Auflösung des Stressreizes abzielt. Emotionsorientiertes *Coping* ist hingegen durch die Regulation der durch den Stressreiz ausgelösten Emotionen gekennzeichnet. Beim Bewertungsorientierten *Coping* versucht das Individuum eine Neubewertung des Stressreizes vorzunehmen, um dessen bedrohlichen Charakter zu nehmen bzw. abzumildern. Bezüglich dieser Neubewertung bezeichnet Bandura (1998) die subjektiv wahrgenommene Selbstwirksamkeit als entscheidenden Faktor, um Stresssituationen weniger bedrohlich, sondern vielmehr als positive Herausforderung zu betrachten. Insgesamt scheinen Stressbewältigungsstrategien bei Sportlern mit emotionaler und kognitiver Reife in Zusammenhang zu stehen (Nicholls, Levy & Perry, 2015).

Weiterhin werden sowohl die Einschätzung, als auch die Bewältigung potenzieller Stresssituationen von Persönlichkeitsmerkmalen moduliert: Dispositionale Konstrukte, die eine protektive Wirkung in Stresssituationen haben können sind *mental toughness* (Gucciardi & Gordon, 2009), *hardiness* (Howe, Smajdor, & Stöckl, 2012) oder emotionale Intelligenz (Laborde, 2011). Auch die Persönlichkeitsmerkmale der *Big Five* scheinen im Prozess der Stressentstehung und –Erlebens eine Rolle zu spielen (Kaiseler, Polman & Nicholls, 2012a). Beispielsweise konnte eine positive Korrelation zwischen Neurotizismus und dem Ausmaß der Antwort auf einen Stressreiz nachgewiesen werden (Schlotz et al., 2006). Gleichwohl sind die empirischen Befunde zum Einfluss von

Persönlichkeitsmerkmalen auf Stressreaktionen insbesondere in Antwort auf psychosoziale Stressoren uneindeutig (Allen et al., 2014). Auch sind die Zusammenhänge zwischen Persönlichkeitsmerkmalen und physiologischen Stressreaktionen empirisch aussagekräftiger, wenn der Stressor mehrmals dargeboten wird (Kudielka et al., 2009). Dabei muss beachtet werden, dass insbesondere physiologische Stressreaktionen vom individuellen Trainingszustand abhängig sind (Moreira et al., 2012, 2013; Rimmele et al., 2007, 2009). Angesichts dessen legt ein 12 Artikel umfassendes Review von Cevada et al. (2014) nahe, dass Leistungssportler im Gegensatz zu Nicht-Leistungssportlern effizientere Reaktionen der HPA-Achse in Stresssituationen zeigen, aber unter Ruhebedingungen gleiche Cortisolspiegel bei beiden Gruppierungen bestehen. Demnach lässt sich auch der körperliche Fitness- bzw. Leistungszustand als protektiv wirkende Variable in Stresssituationen deklarieren. Eine Übersicht über situative und personenbezogene Einflussfaktoren der Stressentstehung sowie deren Wechselwirkung bietet Abbildung 1.

Neben den bereits genannten Dispositionen deutet sich an, dass das Persönlichkeitsmerkmal SS (Zuckerman, 1994) nicht nur mit der Ausübung potenziell letaler Risikosportarten, sondern auch mit erhöhter Stresstoleranz zusammenhängt (Frenkel, Heck & Plessner, in press; Tschiesner, 2012; Shabani et al., 2011). Auch das Merkmal der Selbstkontrolle scheint eine signifikante Rolle bezüglich des Stresserlebens zu spielen (Galla & Wood, 2015; O'Connor, Wilson & Lawton, 2017; Tangney et al., 2004). Vor diesem Hintergrund werden theoretische und empirische Grundlagen zunächst der Selbstkontrolle, und anschließend des SS in den beiden folgenden Kapiteln vorgestellt.



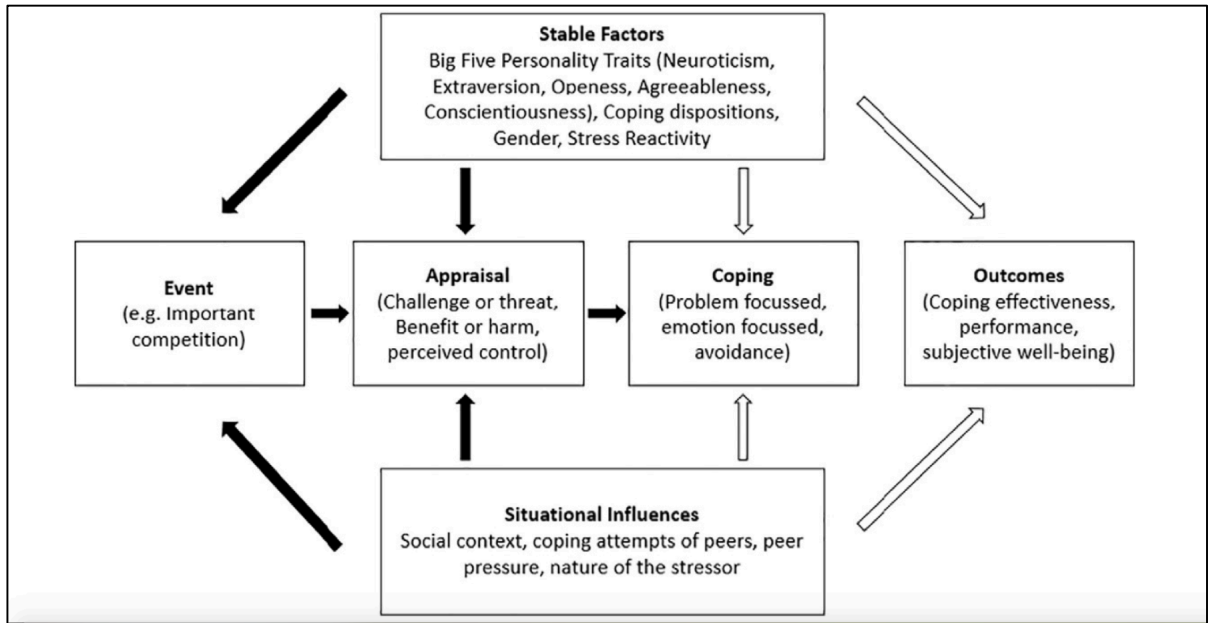


Abbildung 1. Konzeptuelles Rahmenmodell zur Verbildlichung des Einflusses situativer und personenbezogener Faktoren auf die Stressentstehung und -bewältigung (Kerdijk, van der Kamp & Polman, 2016, zitiert nach Britton et al., 2017, S. 302)

#### 4 KRAFTSPEICHERMODELL DER SELBSTKONTROLLE

Selbstregulation und –kontrolle werden in der Literatur häufig synonym verwendet. Selbstregulation wird überwiegend homöostatischen Prozessen wie beispielsweise der Regulation der Körpertemperatur zugeordnet (Baumeister, Vohs & Tice, 2007). Selbstkontrolle kann hingegen als ein willentlicher Teilprozess der Selbstregulation betrachtet werden, der bewusste Anstrengung erfordert (Baumeister, Vohs & Tice, 2007). Selbstkontrolle wird definiert als die aktive Unterdrückung von Verhaltensweisen, die aufgabenorientierte Steuerung der Aufmerksamkeit sowie die Regulation von Gefühlen (Muraven & Baumeister, 2000). Demnach ermöglicht sie die bewusste, willentliche Kontrolle von Impulsen im Sinne der Erreichung mittel- und langfristig angestrebter Zielzustände (Hagger, Wood, Stiff & Chatzisarantis, 2010). Die theoretische Grundlage des Phänomens bildet das Kraftspeichermodell der Selbstkontrolle (Baumeister, Bratslavsky, Muraven, & Tice, 1998). Es gründet auf der Analogie eines Muskels, welcher durch Betätigung ermüdet (Baumeister et al., 2007). So ist Selbstkontrolle gemäß Muraven, Tice und Baumeister (1998) als eine limitierte Ressource zu betrachten, deren Speicher sich durch ihre Ausübung erschöpft. Dies provoziert wiederum schlechtere Leistungen in darauffolgenden, Selbstkontrolle erfordernden Aufgaben. Demnach führt eine verringerte Kapazität der Selbstkontrolle unweigerlich zu eingeschränkten selbstregulatorischen Fähigkeiten (Baumeister & Heatherton, 1996). Der Zustand eines entleerten Selbstkontroll-Speichers wird *Ego Depletion* genannt (Baumeister et al., 1994). In diesem Zustand übernehmen dominierende Impulse die Oberhand und beeinträchtigen damit die Leistung bei zielgerichteten Handlungen (Baumeister, Vohs & Tice, 2007). Der zeitlich begrenzten Beeinträchtigung ihrer SK-Kraft sind sich Individuen in der Regel nicht bewusst (Baumeister et al., 1998). Experimentell induziert wurde *Ego Depletion* u.a. mittels einer Abschreibaufgabe (Bertrams et al., 2010), anhand der Unterdrückung von Emotionen (Wagstaff, 2014) sowie mittels des Stroop-Tests (Bray et al., 2008). In der zeitlichen Ausführungsdauer der Aufgaben ist auch der Unterschied zwischen *Ego Depletion* und mentaler Ermüdung zu suchen: In empirischen Untersuchungen werden wesentlich längere Aufgabenbearbeitungszeiten zur Induktion mentaler Erschöpfung genutzt als zur Induktion von *Ego Depletion*. Dennoch erscheint eine klare Unterscheidung beider Konstrukte schwierig (Englert, 2016). In einer 83 empirische Studien umfassenden Meta-Analyse konnte *Ego Depletion* Effekten,

welche bereichsübergreifend überprüft wurden, mittlere bis große Effektstärken nachgewiesen werden (Hagger, Wood, Stiff & Chatzisarantis, 2010).

Selbstkontrolle scheint tatsächlich wie ein Muskel trainierbar zu sein. Als geeignete Trainingsmethode nennen Baumeister et al. (2007) die vermehrte Nutzung der nicht dominanten Hand für alltägliche Tätigkeiten (bspw. Zähneputzen). Weiterhin zeigten Versuchspersonen, die über zwei Wochen im Alltag integrierte Handlungen wie die Korrektur der Körperhaltung, Stimmungsregulation, die Überwachung der eigenen Essgewohnheiten sowie die Vermeidung von Umgangssprache durchführten, bessere Leistungen in einer Kontrollaufgabe als Personen, die diese Handlungen nicht bewusst durchführten (Gailliot, Plant, Butz & Baumeister, 2007). Auch führte ein mehrwöchiges Training der SK-Kraft zu einer Erhöhung der selbigen und dadurch indirekt zu einer verbesserten sportlichen Leistung (Bray et al., 2015).

Zum Zusammenhang zwischen SK-Kraft und körperlichen Parametern bestehen in der Literatur uneindeutige Aussagen. So konnten empirische Befunde, die das Glucoselevel im Blut als physiologisches Korrelat der Selbstkontrolle nahelegen (Gailliot et al., 2007) nicht repliziert werden (Inzlicht, Schmeichel & Macrae, 2014). Die Frage wo sich die physiologische Quelle des Selbstkontrollspeichers befindet, kann anhand der derzeitigen Befundlage nicht beantwortet werden.

Die Stärke der *Ego Depletion* Effekte wird von verschiedenen Faktoren moderiert: Als personenbezogene Faktoren können hierzu *Trait*-Selbstkontrolle (Dvorak & Simons, 2009, Gailliot & Baumeister, 2007b), momentan verfügbare SK-Kraft (Tangney et al., 2004), fluide Intelligenz (Shamosh & Gray, 2007) sowie das Ausmaß an *consideration of future consequences* (Joireman, Balliet, Sprott, Spangenberg & Schultz, 2008) angeführt werden. Als situativer Faktor kann die Zeit zwischen zwei Selbstkontrolle erfordernden Aufgaben genannt werden. Denn ähnlich wie ein beanspruchter Muskel kann sich die SK-Kraft gemäß Baumeister in Ruhephasen regenerieren (2007). Tyler & Burns (2008) postulieren, dass die Wiederauffüllung des Kraftspeichers proportional zur Dauer der Regenerationszeit sei. Hagger, Wood, Stiff & Chatzisarantis (2010) fanden hingegen gegenteilige Effekte: Studien, die von von einem unmittelbaren Übergang von der ersten zur zweiten Aufgabe berichten, wiesen kleinere Effekte als Studien auf, welche von einer zeitlichen Pause zwischen beiden Aufgaben berichten. Insofern geben Hagger et al. (2010) Autoren den Hinweis, die exakte zeitliche Länge zwischen zwei

aufeinanderfolgenden *Ego Depletion* Aufgaben zu berichten, um die Zeit als potenzielle Moderatorvariable zu überprüfen. Allerdings sind Individuen nicht nur auf das passive Absitzen einer Ruhephase angewiesen, um die Wiederherstellung der SK-Kraft zu bewerkstelligen: Empirische Nachweise für Interventionen zur Regeneration der SK-Kraft bestehen für die Induktion einer spezifischen Stimmung (Tice, Baumeister, Shmueli & Muraven, 2007), Darbietungen von Naturaufnahmen (Beute & de Kort, 2014), Achtsamkeitsmeditation (Frieze et al., 2012), Taktatmung (Hoffmann, Jendreizik & Laborde, 2016), subjektive Gefühle der Autonomie (Englert & Bertrams, 2015b), Nutzung von Implementierungsintentionen (Webb & Sheeran, 2003) sowie externe motivationale Anreize (Muraven & Slessareva, 2003). Letztere erklären Baumeister et al. (2007) wie folgt: Personen, die externe Anreize zur Ausübung von Selbstkontrolle erhalten, schonen ihre Ressourcen, um diese zu entsprechendem Zeitpunkt abrufen zu können. Motivationale Anreize spielen also insofern eine Rolle, als dass die Erschöpfung von SK-Kraft sowohl negativen Affekt (Tice & Bratslavsky, 2000) als auch ein subjektives Gefühl der Ermüdung induziert, so dass eine weitere Nutzung des Speichers mit entsprechendem motivationalem Anreiz unterstützt werden muss. Einbußen der Motivation zur weiteren Ausübung von Selbstkontrolle gründen also demnach auf dem Ziel des Individuums, dessen Ressourcen zu erhalten. Insgesamt stellen Baumeister et al. (2007) klar, dass die regenerative Wirkung von Interventionen nicht auf das Fehlen von *Ego Depletion* Effekten zurückzuführen sei. Stattdessen veranlasse sie das Individuum lediglich zu einer übermäßigen Ressourcennutzung, die die (ansonsten entstehenden) Leistungseinbußen ausgleichen kann.

Bisher genutzte methodische Herangehensweisen zur Überprüfung des Kraftspeichermodells beschränken sich größtenteils auf nicht-sportspezifische Aufgaben (bspw. Tyler, 2008). Die Relevanz von *Ego Depletion* für den Kontext des Sports könnte vor diesem Hintergrund angezweifelt werden (vgl. Englert, 2016). Dies wirft die Frage auf, inwiefern Situationen im Sport bestehen, die zum Zustand von *Ego Depletion* führen könnten?<sup>2</sup> Englert (2014) gibt hierzu ein Beispiel von einem Athleten einer Mannschaftssportart, der seine Emotionen kontrollieren muss, nachdem er vom Schiedsrichter eine falsche Entscheidung hinnehmen musste. Infolge einer verschlechterten Impulskontrolle begeht dieser

---

<sup>2</sup> Zu Beginn des dritten Kapitels wird eine Wettkampferfahrung aus dem Boxen beschrieben. Diese stellt ebenfalls ein Beispiel dafür dar, wie *Ego Depletion* Effekte im Sport entstehen können.

Spieler mit einer höheren Wahrscheinlichkeit Frustrationsfouls. Angesichts dieser Überlegungen nutzten Englert und Bertrams (2014b) eine Aufgabe zur experimentellen Manipulation der SK-Kraft, bei der Probanden/innen die Geschichte eines Fußballspielers lesen sollten. In der Geschichte, die von der Experimentalgruppe gelesen wurde, muss der Spieler aufgrund frustrierender Ereignisse erhebliche Selbstkontrolle aufbringen. Die Kontrollgruppe las eine Geschichte, in der keine Selbstkontrolle notwendig war. Die Probanden/innen sollten sich gedanklich in den Spieler hineinversetzen. Im Gegensatz zur Kontrollgruppe führte dies bei der Experimentalgruppe nicht nur zu der Einschätzung, dass sich der Athlet in der von ihnen gelesenen Geschichte stärker kontrollieren musste, sondern sie empfanden den darauffolgenden *Stroop*-Test auch als schwerer und zeigten dort signifikant schlechteren Leistungen. Die Autoren werten dies als Bestätigung, dass die sportspezifische Manipulation tatsächlich zu Einbußen der SK-Kraft führte.

Eine Gegentheorie zum Kraftspeichermodell liefern Inzlicht, Schmeichel & Macrae (2014): Ihr Prozessmodell gründet nicht auf einer limitierten Ressource der Selbstkontrolle. Für die Autoren steckt der Kernprozess der Selbstkontrolle dagegen in der Unterdrückung bzw. Hemmung von Reaktionstendenzen, welche nicht zielführend sind. Beeinträchtigungen der Selbstkontrolle werden hierbei durch evolutionär bedingte Tendenzen ausgelöst, die nach einer motivationalen Balance zwischen *Exploitation* und *Exploration* streben. Folglich geht es in diesem Modell weniger um die Erschöpfung von Ressourcen, als vielmehr um den motivationalen Wechsel zwischen Tätigkeiten, die getan werden müssen und Tätigkeiten, die getan werden wollen. Demgemäß richtet ein Individuum nach erfolgter Ausübung von Selbstkontrolle seine Aufmerksamkeit auf Umweltreize, die eher dessen intrinsischer Motivation entsprechen und weniger auf jene aversiv erlebte Tätigkeiten bezogen sind, welche sich auf langfristige Zielerreichungen beziehen. Diese evolutionär bedingte Tendenz motiviert also Individuen dazu, eine Balance zwischen der Ausbeutung bestehender Ressourcen und der Erkundung neuer, potenzieller Ressourcen zu suchen. Der motivationale Wechsel bewirkt gemäß Inzlicht et al. (2014) sowohl einen Aufmerksamkeitswechsel als auch eine Veränderung der emotionalen Lage.

Im Gegensatz zu den Annahmen des Prozessmodells stehen empirische Befunde, die Veränderungen der motivationalen Lage aufgrund von *Ego Depletion* widerlegen (Graham et al., 2014). Auch existieren

alternative Erklärungsansätze, wie bspw. Ressourcenverteilung (Beedie & lane, 2012) oder subjektive, implizite Theorien der Willenskraft (Job et al., 2010). Allerdings weist die aktuelle Studienlage keiner der vorliegenden Theorien unangefochtene Validität zu. Der empirische Nachweis über die Existenz des *Ego Depletion* Effektes ist hingegen nach Hagger, Wood, Stiff und Chatzisarantis (2010) unbestritten: In ihrer Metaanalyse mit insgesamt 83 Studien wird *Ego Depletion* mittlere bis starke Effektstärken zugeschrieben. Im Gegensatz dazu sehen Friese et al. (in press) die empirische Befundlage immer noch als zu ambivalent, um die Existenz von *Ego Depletion* zweifellos zu belegen. Hagger et al. argumentieren, dass keine endgültige Verifizierung der theoretischen Grundlagen erfolgen kann, so lange keine objektiv messbare Quelle selbstregulatorischer Ressourcen gefunden ist (2010): Ein vielversprechendes Konstrukt zur Verifikation ressourcenorientierter Theorien der Selbstkontrolle ist HRV.

#### 4.1 Selbstkontrolle und Herzratenvariabilität

Das Modell neuroviszeraler Integration (Thayer & Lane, 2000) geht von einer Verbindung zwischen dem autonomen Nervensystem und Gehirnregionen aus, welche mit Prozessen der Selbst- bzw. Emotionsregulation in Zusammenhang gebracht werden. Mittels dieser neuronalen Steuereinheit werden nicht nur zielgerichtete und adaptive Verhaltensweisen, sondern auch grundlegende Selbstregulationsprozesse in Gang gesetzt. Demnach werden Prozesse zur Regulation der Herztätigkeit sowie Emotions- und Wahrnehmungsprozesse in sich überschneidenden Hirnarealen gesteuert. Auf dieser theoretischen Grundlage untersuchten psychophysiologische Studien den Zusammenhang zwischen kardialen Parametern und selbstregulatorischem Verhalten: In einer Studie von Reynard et al. (2011) ließ die Höhe der tonischen HRV tatsächlich Aussagen über die Beharrlichkeit bei einer unlösbaren Aufgabe zu. Auch Segerstrom und Nes (2007) konnten zeigen, dass Individuen mit höherer tonischer HRV größere selbstregulatorische Kapazitäten aufwiesen, da diese ausdauernder an Selbstregulation erfordernden Aufgaben arbeiten konnten. Während der Bearbeitung der Aufgabe wurde zudem ein Anstieg der HRV nachgewiesen. Park et al. (2014) bringen selbstregulatorische Anstrengungen bzw. Erschöpfung ebenfalls mit höherer, phasischer HRV in Zusammenhang: Versuchspersonen mit hoher tonischer HRV reagierten auf eine Selbstregulation erfordernde Aufgabe

mit Anstiegen der phasischen HRV. Versuchspersonen mit niedriger tonischer HRV zeigten dagegen eine Reduktion der phasischen HRV in Antwort auf die Aufgabe. Gleichwohl bestehen Studien in denen die positiven Korrelationen zwischen phasischer HRV und selbstregulatorischer Anstrengung nicht repliziert werden konnten (Beute & de Kort, 2014; Reynard et al., 2011) bzw. negative Korrelationen gefunden wurden (Verkuil et al., 2009). Hohe tonische HRV-Werte werden im Allgemeinen mit effektiver Stressbewältigung in Verbindung gebracht (Fabes & Eisenberg, 1997; Hansen, Johnson & Thayer, 2003). Niedrige phasische Werte werden hingegen mit höherem Stresserleben assoziiert (Seegerstrom & Nes, 2007). Die tonische HRV sagt gemäß Thayer (2010) inhibitorische Kapazitäten voraus, mit denen es einem Individuum möglich ist behaviorale, kognitive und emotionale Reaktionen zielgerichtet zu kontrollieren. Angesichts dessen fanden Zahn et al. (2016) in ihrer Metaanalyse über 26 Studien einen kleinen, aber signifikanten Effekt ( $r = 0.15$ ) hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen tonischer HRV und Selbstkontrolle. Dieses Ergebnis impliziert, dass Ruhewerte der HRV positiv mit den Leistungen in Selbstkontrollaufgaben zusammenhängen sollten. Allerdings beschäftigten sich Zahn et al. (2016) überwiegend mit dem Zusammenhang zwischen tonischer HRV und Selbstkontrolle und weniger mit der Frage, ob bzw. inwiefern sich HRV während der Ausübung von Selbstkontrolle verändert.

Neben dem Zusammenhang zwischen SK-Kraft und HRV ist die Überprüfung protektiver Wirkungen momentan verfügbarer SK-Kraft in Stresssituationen Gegenstand der vorliegenden Arbeit. Vor diesem Hintergrund sollen zunächst die Zusammenhänge zwischen dispositionaler Selbstkontrolle und Stresserleben erörtert werden.

#### 4.2 Selbstkontrolle und Stress

Wie in Abschnitt 3.4 bereits dargelegt, gehen Lazarus & Folkman (1987) von drei verschiedenen Stressbewältigungsstrategien aus. Eine dieser Strategien ist das emotionsorientierte *Coping*, bei dem das Individuum versucht die durch den Stressreiz ausgelösten Emotionen und das damit verbundene Erregungsniveau zu regulieren (Lazarus & Folkman, 1987). Der Kernprozess dieser Herangehensweise liegt demnach in der Emotionsregulation bzw. -kontrolle, die der Anpassung an die jeweilige Stress- bzw. Anforderungssituation dient. Gemäß Baumeister sind Prozesse der Selbstkontrolle von internen

Ressourcen abhängig und werden von diesen gespeist. Dabei liegt Selbstkontrolle als zeitlich relativ stabile Disposition (*Trait*) vor, die gleichzeitig messbaren, situationsbedingten Schwankungen unterliegen kann (2007). Es stellt sich die Frage, ob Personen mit hoher dispositionaler Selbstkontrolle zu einem effektiveren emotionsorientierten *Coping* fähig sind und damit geringeren Stress erleben? Um diese Frage zu beantworten, muss zunächst eine phänomenologische Abgrenzung zwischen Stress und Selbstkontrolle vorgenommen werden. Ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Konstrukten ist im Bewusstseinsgrad des Erlebens zu suchen: In einer Studie von Segerstrom und Nes waren sich Probanden/-innen selbstregulatorischen Anstrengungen und der daraus resultierenden Ermüdung nicht bewusst. Hingegen waren sie sich des Stresserlebens bewusst, das sie bei Durchführung eines Vortrags empfanden. Weiterhin zeigten sie nach einer selbstregulatorischen Manipulation geringere Ausdauer in einer darauffolgenden, Selbstkontrolle erfordernden Aufgabe. Mangelnde Ausdauer war hingegen nicht bei jenen Probanden/-innen beobachtbar, bei denen lediglich Stress induziert wurde. Auch wiesen selbstregulatorische Anstrengungen bzw. Erschöpfung positive Zusammenhänge mit HRV auf, wohingegen Stress negativ mit HRV assoziiert wurde (2007). Die Autoren fassen zusammen, dass sich Stress und Selbstkontrolle im Bewusstseinsgrad der Wahrnehmung, im Einfluss auf SK-Kraft sowie hinsichtlich physiologischer Zusammenhänge unterscheiden. Trotz dieser Differenzen deutet sich eine wechselseitige Beziehung zwischen beiden Phänomenen an. Es kann davon ausgegangen werden, dass chronischer Stress zur Reduktion der SK-Kraft führt (Hamilton et al., 2014; Muraven & Baumeister, 2000). Eine physiologische Erklärung hierfür ist, dass Stressreaktionen Hirnareale wie bspw. den medialen präfrontalen Kortex beeinflussen, welche u.a. mit Prozessen der Selbstkontrolle und der Inhibition von Impulsen in Zusammenhang gebracht werden (Sinha, 2008). Stress und Selbstkontrolle scheinen folglich zumindest auf körperlicher Ebene in Zusammenhang zu stehen. Im Umkehrschluss liegt die Vermutung nahe, dass ausgeprägte Selbstkontrolle auch zu geringerem Stresserleben führt. Galla and Wood führten hierzu eine Studie durch, in der Versuchspersonen täglich Tagebuch zur Erfassung ihres Stresserlebens führten. Hierbei zeigte sich, dass Probanden mit höherer Ausprägung in dispositionaler Selbstkontrolle weniger häufig und in geringerem Ausmaß an alltäglichem Stress litten, als Probanden mit geringerer Ausprägung dieses *Traits* (2015). O'Connor, Wilson und Lawton (2017) fanden im Rahmen eines Stresstests heraus, dass *Trait* Selbstkontrolle ein moderierender Faktor im



Zusammenhang zwischen wahrgenommenen Anforderungen und Blutdruck darstellt. Auch reagierten Individuen, die ein hohes Maß an Selbstkontrollfähigkeit aufwiesen, in Stresssituationen eher mit funktionalen, gemäßigten Gefühlen (Tangney et al., 2004). Insgesamt werden Selbstregulation bzw. -kontrolle also mit effektiven Strategien zur Stressverarbeitung in Zusammenhang gebracht und scheinen von entscheidender Bedeutung zu sein, um auf gesunde Weise mit Stress umzugehen (Baumeister, Faber, & Wallace, 1999; Bowlin & Baer, 2012; Englert, Bertrams und Dickhäuser, 2011). Auch im Sport können geringe selbstregulatorische Kapazitäten und damit einhergehende, mangelnde Adaptionfähigkeit an akut bestehenden Stressoren nicht nur zu negativem emotionalem Erleben, sondern auch zu geringerer Leistung bzw. geringerer Zufriedenheit mit der Leistung führen (Nicholls, Polman & Levy, 2012). Diese Sachverhalte führen zur Annahme, dass eine künstliche Verringerung der Selbstkontrolle ineffektiveres emotionsorientiertes Coping und damit intensiveres Stressempfinden zur Folge hat.

Neben der dispositionalen Selbstkontrolle legen Forschungsarbeiten weitere Merkmale nahe, die insbesondere im Kontext des Sports mit verbesserter Emotionsregulation und geringerem Stresserleben in Verbindung gebracht werden. Eines dieser Merkmale scheint eine herausragende Rolle in Stress- bzw. Extremsituationen zu spielen und soll daher im folgenden Abschnitt einer näheren Betrachtung unterzogen werden.

## 5 SENSATION SEEKING

Die vorliegende Arbeit überprüft spezifische Faktoren der Stressreaktivität. Wie bereits deutlich geworden ist, spielen Persönlichkeitsmerkmale eine relevante Rolle bei der Entstehung von Stress (Siehe Abschnitt 3.3). Vor diesem Hintergrund deutet sich SS als Disposition an, welche eine effektivere Bewältigung stress- und risikoreicher Anforderungssituationen erlaubt (Tschiesner, 2012; Shabani et al., 2011). Daher sollen zunächst die zugrundeliegende Theorie sowie allgemeine empirische Befunde des Konstruktes vorgestellt werden. Anschließend wird die aktuelle Befundlage zum Zusammenhang zwischen SS und Stress beleuchtet.

### 5.1 Theoretische und allgemeine empirische Hintergründe

SS ist ein als Persönlichkeitsmerkmal zu verortendes Konstrukt, welches auf den US-amerikanischen Psychologen Marvin Zuckerman zurückgeht (Zuckerman et al., 1966). Zuckerman definiert das Konstrukt folgendermaßen: „*Sensation Seeking is a trait defined by the need for varied, novel, and complex sensations and experiences and the willingness to take physical and social risks for the sake of such experience*“ (1979, p. 10). Demgemäß ist SS ein zeitlich stabiles Merkmal, das mit der Tendenz einhergeht, intensive Erfahrungen zu suchen und die Bereitschaft, hohe Risiken dafür in Kauf zu nehmen. Individuen mit hoher Ausprägung in SS werden *High Sensation Seeker* (HSS) genannt und besitzen gemäß Zuckerman ein höheres Bedürfnis nach intensiven Stimuli als Personen mit geringer Ausprägung, die als *Low Sensation Seeker* bezeichnet werden (LSS; Zuckerman, 1994). Männer weisen durchschnittlich höhere Werte in SS auf als Frauen (Beauducel & Brocke, 2003), wobei die höchsten Werte im frühen Erwachsenenalter erreicht werden (Zuckerman, 1979). SS wird von Zuckerman als „Basisdimension der Persönlichkeit“ (1979, zitiert nach Brocke, Strobel & Müller, 2003, S. 29) eingestuft, welche gemäß seiner biopsychologischen Mehr-Ebenen-Theorie auf sieben Ebenen gründet: 1. Trait, 2. Verhalten, 3. Konditionierungs- und Lernprozesse, 4. Psychophysiologie, 5. Biochemische Systeme, 6. Neurologische Systeme, 7. Genetik. Es bestehen empirische Befunde, die diesen Ansatz bestätigen (Brocke et al., 2003), aber auch Studienergebnisse die ihn widerlegen (Amelang et al., 2006). Theoretischer Hintergrund interindividueller Unterschiede hinsichtlich des Stimulationsniveaus ist das Modell des *Optimal Level of Arousal* (Zuckerman, 1994). Dieses geht davon aus, dass genetisch

bedingte Differenzen bezüglich des optimalen zentralnervösen Erregungsniveaus bestehen. Demnach zeigen Personen mit hoher Ausprägung in SS ein neurophysiologisch festgelegtes Streben nach intensiven Stimuli, um ihr dauerhaft erniedrigtes Erregungsniveau auszugleichen sowie subjektives Wohlergehen zu erfahren (Zuckerman, 2007). Die Hypothese eines genetisch bedingten, dauerhaft erniedrigten Aktivierungsniveaus ließ sich empirisch jedoch nicht bestätigen (Brocke et al., 2003). Empirische Unterstützung fand hingegen die Theorie der *Arousability* (Brocke et al., 2003). Diese Theorie geht weniger von einem defizitären Erregungsniveau, sondern vielmehr von interindividuell bedingter Variabilität der Erregbarkeit aus, welche mit der Ausprägung in SS zusammenhängt. Nicht das grundlegende Aktivierungsniveau sondern die Aktivierungsreaktion auf intensive Stimuli machen demnach den Unterschied zwischen HSS und LSS aus. So scheinen HSS eine geringere Reaktivität auf intensive Stimuli zu zeigen als LSS (Zuckerman, 1997). Gemäß Zuckerman (1994) suchen HSS nicht nur starke Reize, sondern reagieren vor allem auf intensivste Stimuli mit überwiegend positivem Affekt. LSS bevorzugen hingegen reizärmere Situationen und zeigen eher negative Emotionen in Umgebungen, die durch intensive Reize geprägt sind. Nach den psychophysiologischen Annahmen der Mehr-Ebenen-Theorie reagieren LSS in reizintensiven Situationen überwiegend mit neuronalen Defensivreaktionen im Sinne von Inhibitionsprozessen, wohingegen HSS keine Hemmungsreaktionen sondern eine weitere Zunahme neuronaler Aktivität zeigen (Zuckerman, 1994). Gemäß dieser physiologischen Grundlage sollten HSS mit einem Nervensystem ausgestattet sein, das ihnen funktionalen Umgang gerade in den von ihnen häufig aufgesuchten, reizintensiven und risikoreichen Situationen ermöglicht (Breivik, 1999a).

Die aufgesuchten Aktivitäten können einerseits mit größtenteils negativ konnotierten, impulsiven Verhaltensweisen einhergehen, die mit gesundheitsbezogenem Risikoverhalten (Schuhmacher & Hammelstein, 2003), Drogenkonsum (Donohew, Clayton, Skinner & Colon, 1999; Roth & Petermann, 2003) oder Kriminalität (Schmidt, 2003) in Zusammenhang gebracht werden. Gleichwohl kanalisiert sich die Stimulationssuche auch in produktiveren bzw. gesellschaftlich anerkannteren Verhaltensweisen wie der Ausübung von Extrem- bzw. Risikosportarten, die tatsächlich hohe Zusammenhänge mit SS aufweisen (Breivik, 1999a; Freixanet, 1991; Schuhmacher & Roth, 2004). Insbesondere im Risikosport des Felskletterns finden sich häufig Individuen mit hohen SS Werten (Robinson, 1985). Aufgrund ihrer

möglichen letalen Konsequenzen besitzen Risikosportarten „Ernstfallcharakter“ (Rheinberg, 1996, S. 110) und sind mit erheblichen psychischen Anforderungen verbunden (Breivik, 1999a). Um unter diesen im Risikosport gegebenen, Stress erzeugenden Bedingungen zu bestehen, bedarf es folglich starker mentaler Ressourcen (Breivik, 1999a; Burke & Orlick, 2003), wie beispielsweise eine ausgeprägte Fähigkeit zur Selbstregulation (Kubesch et al., 2011). Diese Befunde unterstreichen Zuckermans Annahme, dass HSS im Gegensatz zu LSS entsprechende Voraussetzungen besitzen, um stressreiche Anforderungen auf effektive Weise zu bewältigen (1994).

## 5.2 Sensation Seeking und Stress

Aufgrund ihrer Reizsuche erleben HSS tendenziell häufiger intensive, risikoreiche Erfahrungen (Zuckerman, 1979). Dabei scheint die Risikoeinschätzung in Anforderungssituationen negativ mit SS zu korrelieren (Horvath und Zuckerman, 1993). Angesichts dessen wies eine Studie mit israelischen Kriegsveteranen nach, dass HSS nicht nur größere Risiken eingingen, sondern ebenfalls höhere Leistungen während des Kriegsgeschehens zeigten (Neira et al., 2000). Parmak et al. (2014) untersuchten estnische Soldaten bzgl. ihres Wohlbefindens nach einem sechs monatigen Einsatz in Afghanistan. Die Ergebnisse deklarieren SS als maßgebliche Variable, welche darüber entschied, ob eine funktionale Anpassung an die situativen Gegebenheiten erfolgte oder aber der Einsatz in einer drastischen Verringerung des Wohlbefindens resultierte. Norbury & Husain (2015) gehen davon aus, dass HSS Schutzmechanismen gegenüber intensiven, andauernden Stimuli besitzen, die protektiv gegen die Entwicklung von psychotraumatischen Störungen wirken. Insgesamt scheinen HSS Umweltreize als weniger bedrohlich einzustufen, als LSS (Zuckerman, 1994). Wie im vorherigen Abschnitt bereits hervorgehoben wurde, hängt SS mit der Ausübung von Extrem- bzw. Risikosportarten zusammen (bspw. Schuhmacher & Roth, 2004). Die Ausübung risikoreicher Tätigkeiten, insbesondere diese extreme Form des Sporttreibens, kann wiederum zu einer verbesserten Angstregulation verhelfen (Castanier et al., 2011; Woodman et al., 2009). Schlussfolgernd sollten HSS über ausgeprägte Fähigkeiten zur Regulation negativer Emotionen und hoher Erregung, insbesondere in herausfordernden Situationen verfügen. Tatsächlich konnte Tschiesner (2012) in einer Studie mit 124 Einsatzkräften zeigen, dass eine hohe Korrelation zwischen SS und positiven Stressbewältigungsstrategien besteht.

Auch im Rahmen einer Studie mit 425 *High-School*-Athleten wiesen Teilnehmer mit hohen Ausprägungen in SS ausgeprägte *Coping* Fähigkeiten bei stressreichen Lebensereignissen auf (Smith, Ptacek & Smoll, 1992). Darauf basierend postulieren Smith et al. SS als Resilienzfaktor in Stresssituationen (1992). Auf physiologischer Ebene konnte bei Personen mit hoher Merkmalsausprägung in SS im Vergleich mit Personen niedriger Merkmalsausprägung eine höhere Stresstoleranz in Form negativer Korrelationen mit Cortisol (Rosenblitt et al., 2001; Shabani et al., 2011), geringere Herzfrequenz in Antwort auf Stress (Brocke et al., 2003), positive Korrelationen mit Stress vermindernenden Bewältigungsstrategien (Tschiesner, 2008) sowie höhere, allgemeine Stresstoleranz (Brabander et al., 1996) nachgewiesen werden.

## 6 EGO DEPLETION, SENSATION SEEKING UND STRESSREAKTIVITÄT

Wie bereits dargelegt besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Selbstkontrolle als *Trait* und effektiver Stressbewältigung. Insbesondere die Regulation individueller physiologischer, kognitiver und verhaltensmäßiger Reaktionen stellt eine entscheidende Komponente zur Stressbewältigung dar (Hiebert, 2002, zitiert nach Ehrlenspiel & Beckmann, 2017, S. 423). So verfügen Individuen mit hoher Ausprägung in *Trait*-Selbstkontrolle über bessere Emotionsregulation (Tangney et al., 2004), leiden weniger unter Alltagsstress (Galla & Wood, 2015) und zeigen geringere physiologische Stressreaktionen auf experimentell induzierten Stress (O'Connor, Wilson & Lawton, 2017).

Das Ausmaß der dispositionalen Selbstkontrolle unterliegt allerdings situativ bedingten Schwankungen (bspw. Bertrams, Unger & Dickhäuser, 2011), was sich u.a. im Zustand des *Ego Depletion* zeigt. Schmeichel und Baumeister (2010) bemerken hierzu, dass *Ego Depletion* zu Einbußen der Aufmerksamkeitsregulation führen kann: Gemäß der *Attentional Control Theory* (Eysenck et al., 2007) nimmt aufgrund hoher Zustandsangst die automatische Verarbeitung von bedrohlich wahrgenommenen Stimuli zu. Sind ausreichend Selbstkontrollressourcen zur Regulation der Angst vorhanden, kann die Aufmerksamkeit auf Stimuli gerichtet werden, welche die psychophysische Erregung nicht weiter ansteigen lassen. Individuen mit beeinträchtigter SK-Kraft scheinen hingegen nicht genügend Kapazität zur Aufmerksamkeitsregulation zu besitzen, um sich hinreichend auf relevante Stimuli und nicht auf Stress- bzw. Angst verstärkende Stimuli zu konzentrieren. Diese theoretische Annahme impliziert, dass psychologische Stressreize von Individuen mit reduzierter SK-Kraft als bedrohlicher erlebt werden und mit höherer Zustandsangst assoziiert sind. So konnte im sportspezifischen Bereich bereits nachgewiesen werden, dass *Ego Depletion* negative Auswirkungen auf Blickbewegungen (Englert et al., 2015c) und auf die Aufmerksamkeitsregulation (Englert et al., 2015a) haben kann. Angesichts dieser Auswirkungen konnte auf behavioraler Ebene ein negativer Zusammenhang zwischen *Ego Depletion* und sportlicher Leistung (Englert & Bertrams, 2012) sowie dem Umgang mit Leistungsangst (Bertrams, Englert & Dickhäuser, 2010) aufgezeigt werden. Zudem fällt (in Anlehnung an das kognitiv-transaktionale Stressmodell) „die Stressreaktivität umso höher aus, je bedrohlicher und schädlicher ein Stressreiz von der betroffenen Person eingestuft wird bzw. je bescheidener diese den eigenen Ressourcenpool einschätzt, um die bevorstehenden Anforderungen zu bewältigen“ (Gerber, 2017, S. 4). Ist es folglich

möglich, dass geringe selbstregulatorische Ressourcen in Form mangelnder SK-Kraft unterbewusst wahrgenommen werden können und diese in Bewertungsprozesse der Stressreize miteinfließen? Jedenfalls lassen diese Zusammenhänge annehmen, dass experimentelle Manipulationen der SK-Kraft Einfluss auf die psychische und physische Reaktion des Organismus auf einen Stressor haben. In der Tat reagieren Personen nach einer experimentellen Manipulation der SK-Kraft auf eine Anforderungssituation mit einem Anstieg der Zustandsangst (Englert & Bertrams, 2012). Weiterhin fanden Wagner & Heatherton (2013) bei Probanden/-innen, die zuvor eine experimentelle Manipulation der SK-Kraft erfuhren, erhöhte Reaktivität der Amygdala bei emotional negativ konnotierten Bildern, im Gegensatz zu Probanden/-innen, die nicht manipuliert wurden. Da die Amygdala ein zentrales Glied in der Aktivierungskette von Stressreaktionen ist (LeDoux, 1994), kann der Befund dahingehend interpretiert werden, dass Personen mit manipulierter SK-Kraft eine erhöhte neurophysiologische Reaktivität auf potenziell Stress induzierende Stimuli zeigen sollten.

Das Ausmaß momentan verfügbarer SK-Kraft kann der Klassifikation der „situativen Bedingungen“ zugeordnet werden (siehe Abschnitt 3.3). Gleichwohl gründet das Ausmaß einer Stressreaktion sowohl auf situativen als auch auf intrapersonellen Faktoren. Zur hinreichenden Untersuchung interindividueller Unterschiede der Stressreaktivität gilt es daher Dispositionen zu beachten, die für spezifische, experimentell geschaffene Stresssituationen von Relevanz sein könnten. Einzelne empirische Bestätigungen über den Einfluss auf Stress bzw. Stressbewältigungsprozesse bei Athleten erhielten Persönlichkeitsmerkmale, wie beispielsweise *Big Five* (Kaiseler, Polman & Nicholls, 2012), Emotionale Intelligenz (Laborde et al., 2011), Neurotizismus (Suls & Martin, 2005) oder *Mental Toughness* (Kaiseler, Polman & Nicholls, 2009). Da das Hauptaugenmerk der vorliegenden Arbeit weniger auf der Bewältigung chronischer als vielmehr akuter Stressbelastungen liegt, gilt es ein Persönlichkeitsmerkmal zu identifizieren, welches besondere Relevanz für die Stressreaktivität hat. Wie bereits dargelegt, deuten empirische Befunde negative Korrelationen zwischen SS und der Reaktivität auf intensive Stimuli an: Beispielsweise fanden Lissek & Powers (2003) bei HSS geringere elektromyografische Reaktivität auf bedrohliche visuelle Stimuli als bei LSS. Zheng et al. (2011) untersuchten in einer Studie mit elektrophysiologischen Verfahren persönlichkeitspezifische Unterschiede in emotionaler Reaktivität. Hierbei reagierten LSS mit stärkerer elektrophysiologischer

Aktivität auf emotional behaftete Stimuli, als HSS. Im Rahmen einer sportwissenschaftlichen Studie testete Breivik (1999b, Studie 5) Einflussfaktoren der Stressreaktivität, indem er Versuchspersonen in einem Kajak von einem fünf Meter hohen Sprungturm springen ließ: Individuen mit hoher Ausprägung in SS wiesen dabei nicht nur geringere durchschnittliche Herzfrequenzen auf, sondern reagierten auch mit positiverem Affekt auf den Stressor, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS.



## 7 ABLEITUNG DER ZENTRALEN UNTERSUCHUNGSZIELE

In den vergangenen Kapiteln wurde die Bedeutung der empirischen Untersuchung der Stressreaktivität für den Kontext des Sports ersichtlich: Leistungssport ist von zahlreichen, kurzfristig wirkenden Stressoren wie bspw. das in Anforderungssituationen allgegenwärtige Risiko durch Verletzung geprägt (Sarkar & Fletcher, 2014; siehe Abschnitt 3.1). Insbesondere bei Athleten mit hoher Reaktivität können diese kurzfristigen Stressoren zu gesundheits- und leistungsbedrohenden, psychischen und physischen Belastungssymptomen führen (Britton et al., 2017; Fuchs & Gerber, 2017; Nicholls, Polman & Levy, 2012). Auch bei langfristig andauerndem Stress entscheidet die Ausprägung der Reaktivität darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit gesundheitliche Störungen auftreten (Schlotz et al., 2011). Gleichwohl unterliegt das Ausmaß der Stressreaktivität nicht nur erheblichen individuellen Schwankungen (Schlotz, Schulz & Zoccola, 2011), sondern weist ebenfalls eine kontextspezifische Abhängigkeit auf (Britton et al., 2017). Insofern gilt es die maßgebenden Einflussfaktoren in spezifischen Anforderungssituationen zu identifizieren, die zu interindividuellen Varianzen führen. Angesichts dessen verweist die aktuelle Forschungslage auf die Konstrukte der Selbstkontrolle bzw. *Ego Depletion* (siehe Kapitel 4 & 6) sowie SS (siehe Kapitel 5 & 6), welche insbesondere in sportspezifischen Stresssituationen über das Ausmaß der psychophysiologischen Reaktivität entscheiden. Infolgedessen werden in den kommenden Abschnitten die Zusammenhänge der Konstrukte mit Stressreaktivität skizziert, und die daraus resultierenden, zentralen Fragestellungen sowie die allgemeine Hypothese der vorliegenden Arbeit formuliert.

### 7.1 Fragestellung zu *Ego Depletion* und Stressreaktivität

Zahlreiche empirische Studien bestätigten einen positiven Zusammenhang zwischen dispositionaler Selbstkontrolle und Stressbewältigung (siehe Abschnitt 4.2). Allerdings unterliegt die Fähigkeit zur Selbstkontrolle gemäß des Kraftspeichermodells situativ bedingten Schwankungen. Es ist also naheliegend, dass momentanen Schwankungen der SK-Kraft ebenfalls Einfluss auf Prozesse der Stressbewältigung und damit auf die Stressreaktivität haben. In Anbetracht dieser Annahme deuten einzelne Studien zum Zusammenhang zwischen SK-Kraft und psychophysiologischer Reaktivität bereits Effekte von *Ego Depletion* auf neurophysiologische Korrelate (Wagner & Heatherton, 2013)

sowie Zustandsangst (Englert & Bertrams, 2012) an. Weiterhin zeigen sich die Effekte von *Ego Depletion* nicht nur auf psychophysiologischer sondern auch auf behavioraler Ebene: So kann *Ego Depletion* zu Einbußen der Fähigkeit zur Aufmerksamkeitsregulation führen (Englert et al., 2015a; Schmeichel & Baumeister, 2010), die sich in ineffektiveren sportlichen Handlungen manifestieren (Englert & Bertrams, 2012).

Diese ersten Befunde, die bisherigen Untersuchungsergebnisse zu Korrelationen zwischen Selbstkontrolle als *Trait* und Stress sowie die theoretischen Implikationen des Kraftspeichermodells weisen darauf hin, dass die Erforschung von *Ego Depletion* Effekten einen Beitrag zur Aufklärung individueller Unterschiede der Stressreaktivität leisten kann. Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit wurde der explizite Zusammenhang zwischen momentan verfügbarer SK-Kraft und Stress allerdings weder im allgemeinen noch im sportspezifischen Kontext untersucht (siehe Kapitel 4 & 6). Angesichts dieser Forschungslücke liegt ein Fokus der vorliegenden Arbeit auf der Überprüfung des Zusammenhangs zwischen SK-Kraft und Stressreaktivität im sportspezifischen Kontext. Die an dieser Stelle abzuleitende Fragestellung lautet wie folgt: Beeinflusst das Ausmaß der momentan verfügbaren SK-Kraft die physische, psychische und behaviorale Reaktion auf einen sportspezifischen Stressor?

## 7.2 Fragestellung zu *Sensation Seeking* und Stressreaktivität

Für die empirische Forschung machen die im (Risiko-) Sport existenten Anforderungssituationen die Konzeption experimenteller Stressoren notwendig, die durch ein subjektiv hohes Risiko gekennzeichnet sind. Dieses Risiko lässt sich mittels der Bedrohungswahrnehmung physischer Verletzlichkeit aufgrund ungewöhnlicher Bewegungszustände generieren (siehe Abschnitt 3.1). Demnach soll die Überprüfung interindividueller Unterschiede der Reaktivität im Rahmen einer potenziell bedrohlichen Stresssituation stattfinden. Dieses Vorgehen sowie die damit einhergehende Befundlage erfordern den methodischen Einbezug des Persönlichkeitsmerkmals SS, dessen theoretisches Fundament direkte Zusammenhänge nicht nur mit der Suche nach intensiven Reizen, sondern vor allem der Erregbarkeit auf bedrohliche Stimuli postuliert. Auf Grundlage dieser theoretischen Annahmen konnte ein positiver Zusammenhang zwischen SS und effektiver Stressbewältigung empirisch bestätigt werden (siehe Abschnitt 5.2). Gleichwohl beziehen sich diese Studien fast ausschließlich auf den Umgang mit längerfristig

bestehenden Stressbelastungen und nicht auf die Reaktivität in akuten Anforderungssituationen. Bisher untersucht wurde der Zusammenhang zwischen SS und elektromyografischer (Lissek & Powers (2003) bzw. emotionaler Reaktivität (Zheng et al. (2011). Aus dem sportsspezifischen Bereich ist lediglich ein Experiment zu dieser Thematik bekannt (Breivik, 1999b, Studie 5). Diese unzureichende empirische Befundlage verweist auf die Erforschung der Rolle von SS in Stresssituationen, insbesondere im sportsspezifischen Kontext. Darauf basierend lässt sich folgende Fragestellung formulieren: Beeinflusst die Ausprägung in SS die physische, psychische und behaviorale Reaktion auf einen sportsspezifischen Stressor?

### *7.3 Allgemeine Hypothese*

Die vorliegende Arbeit hat die Untersuchung intra- und interindividueller Unterschiede der Stressreaktivität im sportsspezifischen Kontext zum Ziel und legt hierbei das Hauptaugenmerk auf Einflüsse der momentan verfügbaren SK-Kraft und des SS. Im Rahmen dieser Untersuchung muss die Differenzierung zwischen spezifischer und allgemeiner Stressreaktivität beachtet werden: Wie in Abschnitt 1.3 beschrieben, bezieht sich die spezifische Stressreaktivität entweder auf die behaviorale, physiologische oder psychologische Ebene, während sich die allgemeine Stressreaktivität auf allen drei Ebenen manifestiert (Schlotz, 2013). Da sich die Annahmen dieser Arbeit auf die Variable der Stressreaktivität beziehen, wird ebenfalls in allgemeine und spezifische Hypothesen unterschieden. Die spezifischen Hypothesen sind unter Abschnitt 8.1.1 bzw. 8.2.1 angeführt und beziehen sich auf jeweils eine der vom Autor dieser Arbeit durchgeführten Studien. Die allgemeine Hypothese  $H_1$  liegt hingegen beiden Studien zugrunde und soll daher bereits im Folgenden benannt werden: Personen mit hoher Ausprägung in SS und vollständig verfügbarer SK-Kraft zeigen als Antwort auf einen sportsspezifischen Stressor eine geringer ausgeprägte Stressreaktion auf psychologischer, physiologischer und behavioraler Ebene, als Personen mit niedrigerer Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

## 8 METHODIK

Die in diesem Kapitel berichtete, methodische Vorgehensweise hatte einerseits die Beantwortung der Hauptfragestellungen zum Ziel. Andererseits sollte das im Rahmen des Experiments verwendete Paradigma validiert, und gegebenenfalls optimiert werden. Hierzu beinhaltete der Forschungsplan die Durchführung zweier Studien<sup>3</sup>: Die erste Pilotstudie galt der explorativen Überprüfung der Annahmen sowie der Gewinnung von Implikationen für die zweite Hauptstudie. In der Hauptstudie sollten Optimierungsmöglichkeiten umgesetzt und Hypothesen mittels größerer Stichprobe überprüft werden. In den kommenden Abschnitten werden Methodiken der Pilot- sowie der nachfolgenden Hauptstudie vorgestellt.

### 8.1 Studie 1: Die Pilotstudie

Ziel der Pilotstudie war die Untersuchung des Einflusses momentan verfügbarer SK-Kraft und SS auf das Ausmaß der Stressreaktion. Hierbei wurde von Interaktionseffekten zwischen momentan verfügbarer SK-Kraft und SS ausgegangen: Die geringste Stressreaktivität wurde von Personen erwartet, welche die Kombination einer vollständig verfügbaren SK-Kraft und einer hohen Ausprägung in SS aufwiesen. Von Personen mit manipulierter SK-Kraft und geringer Ausprägung in SS wurde die höchste Stressreaktivität erwartet. Weiterhin wurde untersucht, inwiefern HRV ein physiologisches Korrelat der SK-Kraft, im Genaueren des Zustandes von *Ego Depletion* darstellt. Um ökologische Validität bzw. Übertragbarkeit der Erkenntnisse auf den Bereich des Sports zu erreichen, wurde eine sportspezifische Anforderungssituation zur Stressinduktion verwendet.

#### 8.1.1 Spezifische Hypothesen

Während die allgemeine Hypothese bereits in Abschnitt 7.3 vorgestellt wurde, werden in diesem Abschnitt die spezifischen Hypothesen formuliert. Da die spezifische Stressreaktivität gemäß Schlotz (2013) entweder auf psychologischer, physiologischer oder behavioraler Ebene erfassbar ist, werden die Hypothesen in eben jener Unterteilung vorgestellt.

---

<sup>3</sup> Die in dieser Arbeit berichteten Studien wurden in Zusammenarbeit mit Frau Dr. Marie Ottilie Frenkel durchgeführt. Die hierdurch generierten Daten sind sowohl Grundlage der vorliegenden Dissertationsschrift, als auch Teil ihrer Habilitationsschrift (Frenkel, 2018).

### *Hypothesen psychologischer Variablen*

#### *Zustandsangst.*

H<sub>2</sub>: Personen mit hoher Ausprägung in SS, welche im Vorfeld der Stresssituation keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, reagieren auf einen sportspezifischen Stressor mit einem geringeren Anstieg an Zustandsangst, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

#### *Erregung.*

H<sub>3</sub>: Personen mit hoher Ausprägung in SS, welche im Vorfeld der Stresssituation keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, reagieren auf einen sportspezifischen Stressor mit einem geringeren Anstieg an subjektiv empfundener Erregung, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

#### *Gefühlszustand.*

H<sub>4</sub>: Personen mit hoher Ausprägung in SS, welche im Vorfeld der Stresssituation keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, reagieren auf einen sportspezifischen Stressor mit einem geringeren Anstieg mit positiverem Gefühlszustand, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

### *Hypothesen physiologischer Variablen*

#### *Cortisol.*

H<sub>5</sub>: Personen mit hoher Ausprägung in SS, welche im Vorfeld der Stresssituation keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, reagieren auf einen sportspezifischen Stressor mit einer geringeren Cortisolreaktion, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

### *Herzratenvariabilität.*

H<sub>6</sub>: Personen mit hoher Ausprägung in SS, welche im Vorfeld der Stresssituation keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, reagieren auf einen sportspezifischen Stressor mit einem geringeren Anstieg der HRV, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

### *Hypothesen behavioraler Variablen*

#### *Explorative Bewegungen.*

H<sub>7</sub>: Personen mit hoher Ausprägung in SS, welche im Vorfeld der Stresssituation keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, führen während der sportspezifischen Aufgabe weniger explorative Bewegungen aus, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

#### *Erfolgreich ausgeführte Bewegungen.*

H<sub>8</sub>: Personen mit hoher Ausprägung in SS, welche im Vorfeld der Stresssituation keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, führen während der sportspezifischen Aufgabe mehr erfolgreiche Kletterbewegungen aus, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

#### *Gesamtkletterzeit.*

H<sub>9</sub>: Personen mit hoher Ausprägung in SS, welche im Vorfeld der Stresssituation keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, benötigen für die Absolvierung der sportspezifischen Aufgabe eine kürzere Gesamtkletterzeit, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

#### *Gesamtzeitdauer des Verharrens.*

H<sub>10</sub>: Personen mit hoher Ausprägung in SS, welche im Vorfeld der Stresssituation keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, weisen eine kürzere Gesamtzeitdauer des

Verharrens in einer Position während der sportspezifischen Aufgabe auf, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

*Anzahl an Verharrenspositionen.*

H<sub>11</sub>: Personen mit hoher Ausprägung in SS, welche im Vorfeld der Stresssituation keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, weisen eine geringere Anzahl an Verharrenspositionen während der sportspezifischen Aufgabe auf, als Personen mit niedriger Ausprägung in SS und experimentell manipulierter SK-Kraft.

*Sekundäre Hypothesen*

*Tonische Herzratenvariabilität.*

H<sub>12</sub>: Personen mit hohen tonischen HRV-Werten weisen in Antwort auf den sportspezifischen Stressor geringer ausgeprägte Cortisolreaktionen auf, als Personen mit niedrigen tonischen HRV-Werten.

*Phasische Herzratenvariabilität.*

H<sub>13</sub>: Personen, die eine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, weisen währenddessen eine höhere phasische HRV auf, als Personen, die keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren.

### *8.1.2 Experimentelles Design*

Die Einflüsse der SK-Kraft sowie des SS auf die Stressreaktivität wurden anhand einer Studie untersucht, die in zwei Phasen gegliedert war (siehe Abbildung 2): Ziel der ersten Studienphase war die Selektion der Stichprobe anhand der für die zweite Studienphase relevanten Ausschlusskriterien „Klettererfahrung“ und „Höhenangst“. Damit einher gingen die Erfassung demographischer Daten, des Fitnessniveaus, der aktuell betriebenen Sportarten, der Einnahme Cortisol beeinflussender Substanzen sowie dispositionalen Maßen wie chronischer Stress, SS, Wettkampftätigkeit und Stressreaktivität. Die zweite Studienphase der Pilotstudie war durch ein *between-* und *within-subject-design* gekennzeichnet: So wurde die Stichprobe in zwei Bedingungen unterteilt, die entweder eine Aufgabe

zur experimentellen Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft (D-Bedingung) durchführten, oder eine Kontrollaufgabe bearbeiteten, die keine Veränderungen der momentan verfügbaren SK-Kraft beabsichtigte (ND-Bedingung). Mittels der Variablen SS wurde zudem eine Unterteilung der Gesamtstichprobe in *High* und *Low Sensation Seeker* vorgenommen. Die Dichotomisierung wurde, basierend auf Normwerten einer deutschen Stichprobe (Beauducel, Strobel & Brocke, 2003) sowie auf vorangegangenen Arbeiten (Frenkel, Heck & Plessner, in press), anhand von *Cut-Off* Werten der SSS-V (Gesamtwert < 20 = LSS; Gesamtwert > 29 = HSS) durchgeführt. Diese künstliche Generierung von Extremgruppen hatte die Hervorhebung statistischer Gruppenunterschiede zum Ziel. HSS und LSS wurden ihrerseits randomisiert und in ausbalancierter Gewichtung (Verhältnis 50:50) der D- bzw. ND-Bedingung zugeteilt. Folglich bestanden vier Bedingungen (siehe Abbildung 2):

1. HSS-*depleted* (HSS-D)
2. HSS-*non-depleted* (HSS-ND)
3. LSS-*depleted* (LSS-D)
4. LSS-*non-depleted* (LSS-ND)

Zur Operationalisierung der Stressreaktion wurden die abhängigen Variablen der Zustandsangst, des Gefühlszustandes, des Erregungszustandes, der HRV, des Cortisols und des Kletterverhaltens zu mehreren Messzeitpunkten erfasst.



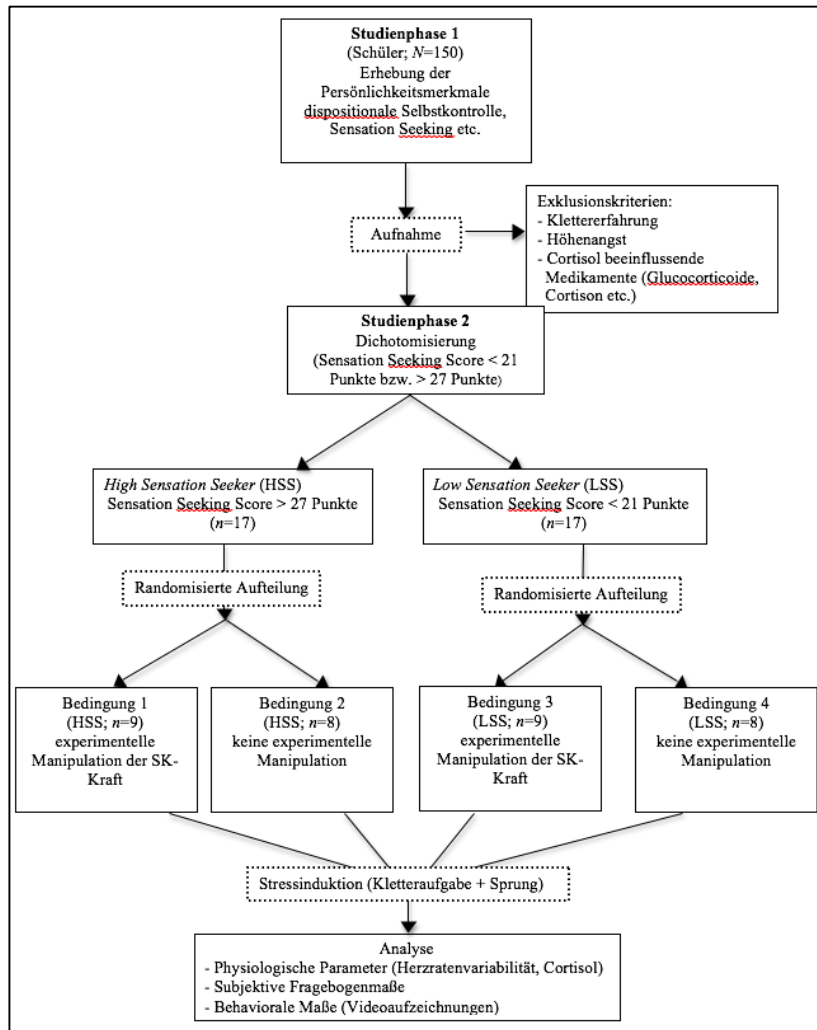


Abbildung 2. Flowchart zur Darstellung der Studienphasen. Unter Beachtung der Exklusionskriterien sowie des SSS-V-Scores wurde die Gesamtstichprobe in Studienphase eins in vier Bedingungen unterteilt. Diese erfuhren eine Manipulation der SK-Kraft bzw. bearbeiteten eine Kontrollaufgabe und wurden anschließend einer sportspezifischen Stresssituation ausgesetzt.

### 8.1.3 Stichprobe

Die Probandenakquise fand in Gymnasien des Großraums Heidelberg statt. Hierbei wurden ausschließlich Schüler aus Klassen der Kursstufen eins und zwei mit Neigungsfach Sport zur Befragung ausgewählt. Diese Vorgehensweise sollte ein relativ homogenes, physisches Leistungsniveau der Gesamtstichprobe gewährleisten. Die Fragebögen wurden in den Klassenzimmern unter Aufsicht des Autors sowie der Klassenlehrer ausgefüllt. Die Stichprobe der Vorerhebung (N = 150) bestand aus männlichen Schülern im Alter zwischen 16 und 18 Jahren. Die Wahl ausschließlich männlicher Probanden wurde aufgrund der Geschlechtsabhängigkeit hormoneller Prozesse getroffen: Männer schütten in Antwort auf akute, experimentell induzierte psychologische Stressreize eins Komma fünf

bis zwei Mal mehr Cortisol aus als Frauen (Kajantie & Phillips, 2006; Kirschbaum & Hellhammer, 1994; Kudielka et al., 2009). Die Zielgröße der Gesamtstichprobe ergab sich aus Erfahrungen von Vorstudien, gemäß derer sich ca. ein Fünftel der Grundgesamtheit in LSS bzw. HSS unterteilen lässt (Frenkel, Heck & Plessner, in press). Nach Selektion anhand der Ausschlusskriterien und des SSS-V-Gesamtscores ergab sich für die zweite Studienphase eine Substichprobengröße von  $n = 34$  Personen (17 LSS; 17 HSS) mit einem Durchschnittsalter von  $M = 17.21$  ( $SD = 1.03$ ). Innerhalb der LSS-Gruppe sah die Verteilung der regelmäßig ausgeübten Sportarten folgendermaßen aus: 46.2 % Fußball, 15.4 % Turnen, 7.7 % Basketball, 7.7 % Tennis, 7.7 % Leichtathletik, 7.7 % Radsport, 7.7 % Handball. Die LSS gaben ein durchschnittliches Fitnesslevel (1 = geringste Fitness; 100 = höchste Fitness) von  $M = 75.54$  ( $SD = 13,80$ ) an. Bei den HSS war folgende Verteilung der Sportarten gegeben: 18.9 % Fußball, 12.5 % Basketball und Rugby, 6.3 % Handball, 6.3 % Hockey, 6.3 % Kraftsport, 6.3 % Leichtathletik, 6.3 % Parkour, 6.3 % Rennrad, 6.3 % Inlineskating. Die HSS schätzten ihr Fitnesslevel auf  $M = 79.75$  ( $SD = 12.09$ ). Neun Probanden waren der HSS-D-Bedingung, acht der HSS-ND-Bedingung, neun der LSS-D-Bedingung und acht der LSS-ND-Bedingung zugeteilt (siehe Abbildung 2). Alle Probanden wurden im Vorfeld der Studie darauf hingewiesen, mindestens eine Stunde vor Versuchsbeginn auf Kaffee, Fruchtsäfte, Alkohol, Nahrungsmittel und Nikotin zu verzichten. Andernfalls würden die Speichelcortisolwerte beeinflusst werden (vgl. Rohleder & Kirschbaum, 2006).

#### *8.1.4 Materialien*

##### *Materialien der ersten Studienphase*

In der ersten Studienphase wurden zunächst Demographische Daten, Fitnessniveau, Sportart, Wettkampfniveau sowie der Konsum Cortisol beeinflussender Substanzen erfragt. Anschließend wurden spezifische Dispositionen mittels der folgenden Instrumentarien operationalisiert.

### *Sensation Seeking.*

Zur Erfassung von SS entwickelten Zuckerman et al. (1978) anhand von Faktorenanalysen die Sensation Seeking Scale. Die fünfte Version dieser Skala (SSS-V; deutsche Fassung: Beauducel et al. 1999) enthält 40 Items im *Forced-Choice* Format und untergliedert sich in vier Subskalen mit jeweils zehn Items:

1. *Thrill and Adventure Seeking* (TAS): Suche nach Spannung mittels aufregender Tätigkeiten
2. *Experience Seeking* (ES): Suche nach ungewöhnlichen Sinneseindrücken
3. *Disinhibition* (Dis): Präferenz des Gefühls der Enthemmung bspw. in sozialen Situationen
4. *Boredom Susceptibility* (BS): Intoleranz gegenüber sich wiederholender Erfahrungen

Ein Kritikpunkt der SSS-V besteht in der Annahme der Konfundierung von Items, welche sich auf Alkohol- und Drogenkonsum sowie auf Sexualverhalten beziehen (Roth & Herzberg, 2004). Gleichwohl bekräftigt Zuckerman (1979, 1994, 2007) die Validität der SSS-V anhand hoher Korrelationen zwischen Personenbeurteilungen Dritter und Gesamtscore, Präferenzen in Musik bzw. Kunst, sowie zwischen biologischen Faktoren und einzelnen Subskalen. Insgesamt schreibt er der Skala eine gute interne Konsistenz von  $\alpha > .83$  zu (1994). Ein weiterer Grund für die Wahl der SSS-V war, dass sie sich in vorangegangenen Untersuchungen als reliabel ( $\alpha = .71$ ) bewährt hat (Frenkel, Heck & Plessner, in press).

### *Selbstkontrolle.*

Das Konstrukt der dispositionalen Selbstkontrolle wurde mit Hilfe einer komprimierten Kurzform der *Self-Control Scale* (SCS) operationalisiert, welche ursprünglich von Tangney, Baumeister und Boone (2004) entwickelt wurde. Die deutschsprachige *Self-Control Scale* (SCS-K-D; Bertrams & Dickhäuser, 2009) besteht aus 13 Items (Beispiel: „Ich bin gut darin, Versuchungen zu widerstehen“), welche mittels einer fünf-stufigen Likert-Skala (völlig unzutreffend - trifft ganz genau zu) beantwortbar sind. Anhand zweier Studien wiesen die Autoren Eindimensionalität, Reliabilität ( $\alpha = 0.80$  bzw.  $\alpha = 0.78$ ) und Validität [Korrelationen mit Kriteriumsvariablen „leistungsbezogenem Zweifel“  $T(272) = 2.85, p \leq .01$ ; „Aggressionsausdruck“  $T(272) = 2.22, p \leq .05$ ] der Skala nach (2009).

### *Chronischer Stress.*

Das Ausmaß an chronischem Stress wurde mittels des Trierer Inventars zum chronischen Stress (TICS; Schulz, Schlotz, & Becker, 2004) gemessen. Das 57 Items umfassende Fragebogeninventar erfasst das langfristig bestehende Stressniveau anhand von neun Subskalen (Arbeitsüberlastung, Soziale Überlastung, Erfolgsdruck, Unzufriedenheit mit der Arbeit, Überforderung bei der Arbeit, Mangel an sozialer Anerkennung, Soziale Spannungen, Soziale Isolation und Chronische Besorgnis). Das fünf-stufige Antwortformat bezieht sich dabei auf die Häufigkeit von Erlebnissen der letzten drei Monate und reicht von 0 (nie) bis 4 (sehr häufig). Ein Beispielitem lautet: „In den letzten drei Monaten...Wie oft erlebt? – Erfahrung, dass alles zu viel ist, was ich zu tun habe“. Schulz et al (2004) berichten in Folge der Testung einer Normierungsstichprobe (N = 604) gute interne Konsistenzen für die Subskalen des TICS ( $\alpha = 0.83$ ;  $\alpha = .90$ ).

### *Stressreaktivität.*

Zur Erfassung der Stressreaktivität auf dispositionaler Ebene wurde die 29 Items umfassende Stress-Reaktivitäts-Skala (SRS) von Schulz, Jansen und Schlotz (2005) verwendet. Das Instrument gliedert sich in folgende sechs Subskalen: Stressreaktivität bei Arbeitsüberlastung, sozialen Konflikten, sozialer Bewertung, Misserfolg, in der Vorbereitungsphase sowie in der Post-Stress Phase. Die Autoren berichten für die Gesamtskala eine sehr gute Test-Retest-Reliabilität von  $\alpha = 0.91$ . Für die Validität der SRS sprechen gemäß den Autoren hohe Korrelationen zwischen dem Gesamtscore der Skala und Persönlichkeitsfaktoren wie Selbstkonzept eigener Fähigkeiten, Selbstwertgefühl, Bewältigungsflexibilität, Stressreaktivität mit körperlichen Beschwerden sowie Schlafverhalten.

### *Wettkampfüngstlichkeit.*

Die sportbezogene Ängstlichkeit wurde unter Verwendung des Wettkampf-Angst-Inventar Trait (WAI-T) von Ehrlenspiel, Brand und Graf (2009) operationalisiert. Der Fragebogen untergliedert sich in folgende Komponenten: Somatische Angst, Besorgnis und Konzentrationsstörungen. Insgesamt beinhaltet er 14 Aussagen mit jeweils vier Antwortmöglichkeiten (1 = gar nicht – 4 = sehr) im Likert-Format. Die Reliabilität des WAI-T wird von den Autoren als gut bewertet ( $\alpha = 0.81$ ). Der Kontext des

vorliegenden Experiments war weniger mit einem Wettkampf als vielmehr mit einer sportlichen Herausforderung zu vergleichen. Daher wurde der ursprünglich genutzte Ausdruck „sportliche Wettkämpfe“ durch die Formulierung „sportliche Herausforderungen“ ersetzt (Beispielitem: „Vor sportlichen Herausforderungen pocht mein Herz vor Aufregung“).

### *Materialien der zweiten Studienphase*

Im Folgenden werden die Messinstrumente zunächst der psychologischen, der physiologischen und schließlich der behavioralen Konstrukte vorgestellt.

#### *Zustandsangst.*

Zustandsangst wurde mit Hilfe zweier Messinstrumente erfasst:

1. Wettkampf-Angst-Inventar State (WAI-S; Ehrlenspiel, Brand und Graf, 2009)
2. *Anxiety Thermometer* (Houtman & Bakker, 1989)

Die Nutzung zweier Instrumentarien ist auf deren unterschiedliche Bearbeitungszeit zurückzuführen: So konnte die Zustandsangst mit dem 12 Items umfassenden Wettkampf-Angst-Inventar State (WAI-S) detailliert und hinsichtlich dreier Dimensionen (somatische Angst, Besorgnis, Zuversicht) erfragt werden. Die Reliabilitäten der drei Skalen werden von Ehrlenspiel et al. (2009) als gut bewertet (somatische Angst:  $\alpha = .81$ , Besorgnis:  $\alpha = .79$ ; Zuversicht:  $\alpha = .82$ ). Wie im Fall des Wettkampf-Angst-Inventar Trait (WAI-T) wurde der, in der Skala genutzte Ausdruck „sportliche Wettkämpfe“ durch „sportliche Herausforderungen“ ersetzt. Das WAI-S wurde zu drei Messzeitpunkten ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_4$ ) eingesetzt.

Das lediglich ein Item umfassende *Anxiety Thermometer* konnte zu fünf Messzeitpunkten verwendet werden ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ,  $t_5$ ). Im Gegensatz zum WAI-S bot es die Möglichkeit das Zielkonstrukt innerhalb kürzester Zeit (bspw. innerhalb des kurzen Zeitfensters zwischen Abschreibaufgabe und Kletterstart) sowie in ungewöhnlichen Positionen (angebracht am oberen Ende der Kletterwand) zu erfragen. Weiterhin kann es in Form einer zehn-stufigen Likert- oder einer kontinuierlichen Skala genutzt werden. Im vorliegenden Experiment wurde eine kontinuierliche, zehn cm lange Linie mit klar gekennzeichnetem Anfangs- und Endpunkt verwendet. Dem Anfangspunkt entspricht die Ausprägung

„gar keine Angst“ (0), dem Endpunkt entspricht die Ausprägung „extreme Angst“ (10). Die dazugehörige Frage lautete: „Wie hoch schätzt du dein momentanes Angsterleben ein?“. Houtmann und Bakker (1989) berichten von einer guten Reliabilität ( $\alpha = 0.60 - 0.78$ ) des Instruments. Gemäß der Autoren ist die Validität des *Anxiety Thermometers* anhand von Korrelationen ( $r = 0.60 - 0.70$ ) mit dem *State-Trait Anxiety Inventory* (Spielberger et al., 1983) nachgewiesen.

#### *Gefühlszustand und Erregung.*

Zur Messung des momentanen Gefühlszustandes wurde eine neun-stufige Skala (1=negativ - 9=positiv) eingesetzt. Die einleitende Frage des Instruments lautete „Wie bewertest du deinen momentanen Gefühlszustand?“. Die Skala wurde in Anlehnung an das *Self-Assessment Manikin* (SAM) nach Fischer, Brauns und Belschak (2002) konzipiert, welches die emotionale Befindlichkeit anhand von Figurenabbildungen erfasst. Da in früheren Studien (Frenkel, Heck & Plessner, in press) häufig Verständnisprobleme beim Ausfüllen des SAM auf Seiten der Probanden auftraten, wurde dieser für die vorliegende Studie in eine vereinfachte Skala modifiziert. Auch das Ausmaß der subjektiv wahrgenommenen Erregung wurde anhand einer neun-stufigen Skala erhoben. Auf die Frage „Wie hoch schätzt du deine momentane Aufregung ein?“ setzten die Probanden ein Kreuz zwischen 1 (sehr ruhig) und 9 (sehr aufgeregt).

#### *Herzratenvariabilität.*

Im Gegensatz zur Operationalisierung der psychologischen Parameter erfolgte die Datenerhebung der HRV über die gesamte Versuchsdauer. Nach Durchführung der Eingangssessionen zu  $t_1$  wurden digitale Zeitmarkierungen während des Experiments gesetzt, was die spätere Zuordnung der HRV-Werte zu den einzelnen Messzeitpunkten ermöglichte. Gemessen wurde mit Hilfe der Pulsuhr RS800CX von Polar. Hierzu bekamen die Probanden einen Brustgurt zu Beginn des Experiments angelegt, der kontinuierlich Daten an den am Handgelenk des Versuchsleiters befindlichen Empfänger sendete. Von besonderem Interesse waren die Veränderungen der HRV zum einen in Antwort auf die experimentelle Manipulation der Selbstkontroll-Kraft ( $t_3$ ), und zum anderen nach Beendigung der Stressinduktion (Erholungsrate;  $t_5 - t_7$ ). Veränderungen der HRV-Werte wurden hierbei in Relation zu den Eingangswerten betrachtet. Die

erhobenen Daten wurden nach jedem Testtag im Datenformat „hrm“ gespeichert (Polar ProTrainer 5 Software).

#### *Cortisol.*

Die Erfassung des Cortisols fand anhand von Speichelproben zu drei Messzeitpunkten statt ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_4$ ). Die letzte Speichelprobe wurde 20 Minuten nach Beendigung der Kletteraufgabe gesammelt ( $t_4$ ). Hierzu nahmen die Probanden Kunstfaserrollen, sogenannte „Salivetten“ (Sarstedt AG & Co., Nümbrecht) in den Mund, führten leichte Kaubewegungen für eine Dauer von 60 Sekunden durch und gaben die Rolle anschließend zurück in die Salivettenhülle. Zur späteren Zuordnung der Proben zu den entsprechenden Versuchspersonen sowie Messzeitpunkten, wurden diese mit fortlaufenden Nummerierungen auf Verschlusskappe und Hülle versehen. Im Gegensatz zu invasiven Methoden bietet die Nutzung von Salivetten eine unkomplizierte und schmerzfreie Möglichkeit zur Operationalisierung von Cortisol. Die individuellen hormonellen Anstiege wurden in Relation zu den Eingangswerten analysiert. Auf eine Morgencortisolmessung wurde verzichtet, da in der vorliegenden Studie die situative, endokrine Reaktivität im Vordergrund des Forschungsinteresses stand.

#### *Behaviorale Variablen.*

Das Kletterverhalten wurde mit Hilfe zweier Kameras in Frontal- (*Apple I-Pad*) und Vogelperspektive (oberhalb der Kletterwand fixierte *GoPro* Kamera) aufgezeichnet. Die Aufnahmen wurden gestartet, sobald die Probanden die Kletterhalle betraten. Beendet wurden sie nach dem Sprung ins Seil. Ziel der Videoanalysen war die Beantwortung der Frage, ob das Ausmaß der momentan verfügbaren Selbstkontrolle sowie SS Einfluss auf das Kletterverhalten haben. Basierend auf vorangegangenen Kletterstudien (Nieuwenhuys et al., 2008; Pijpers et al., 2005) wurden folgende fünf Parameter definiert, anhand derer die vier Subgruppen verglichen wurden:

1. Explorative Bewegungen  
Anzahl an Griff- bzw. Trittbearührungen ohne gleichzeitige Nutzung des Griffes/ Trittes zum weiteren Aufstieg (wurde nach einer Sequenz explorativer Bewegungen wieder der ursprüngliche Griff verwendet, wurde diese weder als explorative noch als ausgeführte Bewegung gewertet).
2. Erfolgreich ausgeführte Bewegungen  
Anzahl Kletterbewegung, welche durch das Loslassen/ Verlassen eines Griffes/ Trittes gekennzeichnet sind, um darauffolgend mit Hand bzw. Fuß einen anderen Griff bzw. Tritt als direkte Unterstützung für weitere Kletterbewegungen zu nutzen.
3. Gesamtkletterzeit  
Zeit ab Verlassen des zweiten Fußes vom Boden bis zum Erreichen der Endposition in der Kletterwand („Endposition“ wird hierbei definiert als jener Zeitpunkt, zu dem der Proband den letztmöglichen Klettergriff loslässt, um nach Stift oder Notizblock zu greifen).
4. Gesamtzeitdauer des Verharrens in einer Position  
Als „Verharren“ wird ein Verhalten dann definiert, wenn die jeweils eingenommene Position für eine Dauer von mindestens zwei Sekunden beibehalten wird (Hände und Füße bleiben für mind. zwei Sekunden mit denselben Griffen/ Tritten in Kontakt).
5. Verharrenspositionen  
Anzahl an Positionen, in denen Hände und Füße für mindestens zwei Sekunden mit denselben Griffen/ Tritten in Kontakt bleiben.

#### *7.1.5 Versuchsablauf*

Jeder Proband wurde einzeln auf das Ausmaß seiner Stressreaktion im Rahmen der sportsspezifischen Stresssituation getestet. Die Messungen wurden zu sieben Zeitpunkten ( $t_1$ - $t_7$ ) und in drei verschiedenen Räumen vorgenommen. Zu Zeitpunkt  $t_1$  wurden Eingangsmessungen der physiologischen Parameter HRV, Cortisol sowie der psychologischen Parameter Zustandsangst, Erregung und Gefühlszustand durchgeführt. Die Erhebung der HRV-Daten über die gesamte Versuchsdauer ließ genaue Rückschlüsse auf die durch psychischen Stress ausgelöste Erregung vor- (Antizipationszeitraum), während-, sowie nach der Stressinduktion (Erholungsrate) zu. Nach den Eingangsmessungen wurden die Studienteilnehmer in eine Halle unmittelbar vor eine 12 Meter hohe Kletterwand geführt, wo ihnen ein Klettergurt angelegt wurde. Sie wurden gebeten an einem Tisch neben der Kletterwand Platz zu nehmen. An dieser Stelle ( $t_2$ ) erfolgten Messungen des Cortisols, der Zustandsangst (WAI-S; Anxiety Thermometer), der Erregung sowie des Gefühlszustandes. Anschließend erhielten die Versuchspersonen die Instruktion einen Text mit einem sportsspezifischen Inhalt für eine Dauer von sechs Minuten abzuschreiben. Im Gegensatz zur ND-Bedingung (Kontrollgruppe) hatten die Probanden der D-Bedingung (Experimentalgruppe) eine Form der Abschreibaufgabe zu vervollständigen, welche



die momentan verfügbare SK-Kraft experimentell zu manipulieren beabsichtigte (Bertrams, Englert, & Dickhäuser, 2010; siehe Abschnitt „Experimentelle Manipulation der Selbstkontrollkraft“). Unmittelbar nach Komplettierung dieser Aufgabe ( $t_3$ ) wurden Gefühlszustand, Erregungsniveau und Zustandsangst (Anxiety Thermometer) erfasst, sowie ein *Manipulation Check* (MC; Bertrams, Englert, & Dickhäuser, 2010) durchgeführt. Dieser diente der Überprüfung, ob die Abschreibeaufgabe tatsächlich zur erwarteten Erschöpfung führte. Die Probanden erhielten nun die Anweisung an das obere Ende der Wand zu klettern. Die erste Instruktion lautete: „Ich bitte dich jetzt bis zum oberen Ende der Wand zu klettern. Oben angekommen, achtest du bitte auf meine Anweisungen.“ Die Probanden begannen in sogenannter *Toprope* Sicherung<sup>4</sup> zu klettern. Währenddessen wurde das Kletterverhalten mittels Kameras aufgezeichnet (siehe Abschnitt „Behaviorale Variablen“). Am oberen Ende der Wand angekommen trugen die Versuchspersonen das Niveau ihrer Zustandsangst auf dem dort befestigten Messinstrument *Anxiety Thermometer* ein. Der Versuchsleiter gab den Teilnehmern die folgende Instruktion: „Ich bitte dich nun ins Seil zu springen. Du wirst ca. drei bis vier Meter tief fallen. Bitte beachte drei Punkte: Nimm die Hände weg vom Seil. Halte dein Gesicht weg von der Wand. Lande mit beiden Beinen gleichzeitig. Du kannst den Zeitpunkt des Sprunges selbst bestimmen.“

Mit Kletteraufgabe und gesichertem Fall wurde die Generierung eines möglichst hohen Stress- bzw. Erregungsniveaus beabsichtigt (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3. Erstes Bild: Proband bei Durchführung der Abschreibeaufgabe. Zweites Bild: Proband klettert in *Toprope*-Sicherung. Drittes Bild: Proband bei der Bearbeitung des *Anxiety Thermometer*. Viertes Bild: Proband beim „Sprung ins Seil“.

<sup>4</sup> Beim Klettern im *Toprope* Stil wird der Kletternde durch ein von oben kommendes Seil gesichert. Dieses Seil verläuft über einen am oberen Ende des Kletterabschnittes fixierten Umlenker zu einer zweiten, auf dem Boden stehenden Person, die den Kletternden sichert.

Nach Beendigung der Kletteraufgabe wurden die Probanden in einen separaten Raum geführt. Zu diesem Messzeitpunkt ( $t_4$ ) wurden Poststress-Daten der Zustandsangst (WAI-S, Anxiety Thermometer), des Erregungsniveaus sowie des Gefühlszustandes erhoben. 20 Minuten nach Absolvierung des Sprunges wurden die dritten und letzten Speichelproben zur Cortisoltestung entnommen (siehe Abbildung 4).

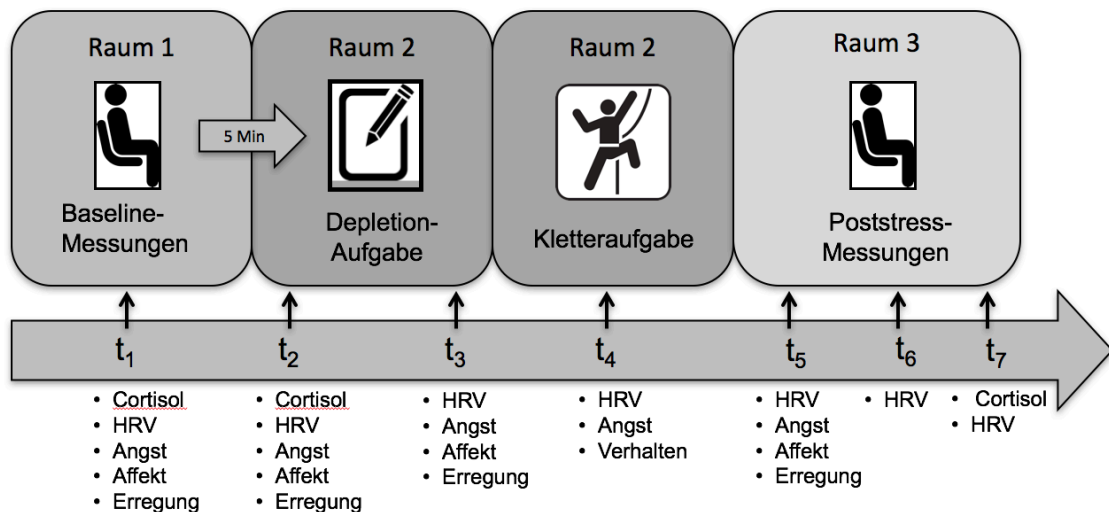


Abbildung 4. Grafische Darstellung des Versuchsablaufes.

#### Experimentelle Manipulation der Selbstkontrollkraft

Wie von Baumeister et al. (1998) postuliert, beschränken sich *Ego Depletion* Effekte nicht auf spezifische Bereiche: Beispielsweise kann eine rein kognitive Aufgabe zu Leistungseinbußen in einer darauffolgenden, physischen Aufgabe führen (Bray et al., 2012). Vor diesem Hintergrund wurde die Manipulation der SK-Kraft mit Hilfe einer Abschreibaufgabe (Bertrams, Englert, & Dickhäuser, 2010) durchgeführt. Hierbei mussten die Probanden einen Text für eine Dauer von sechs Minuten handschriftlich abschreiben, welcher geschichtliche Aspekte der Stadt Mannheim beinhaltet. Die D-Bedingung bekam hierbei die zusätzliche Instruktion die Buchstaben „e“ und „n“ auszulassen. Damit war die D-Bedingung gezwungen, entgegen ihrer automatisierten Schreibgewohnheiten zu handeln. Diese Form der Abschreibaufgabe führt gemäß Bertrams et al. (2010) sowie vorangegangenen Studien (bspw. Schmeichel, 2007) zuverlässig zur Manipulation der momentan verfügbaren SK-Kraft. Nach Beendigung der Aufgabe wurde ein MC mittels vier Items in vier-stufiger Likert-Skala (1 = gar nicht; 4 = sehr) durchgeführt (Beispielitem: „Wie sehr musstest du deine Schreibgewohnheiten kontrollieren?“).

### 8.1.6 Statistische Verfahren

#### *Vorverarbeitung der Daten*

##### *Cortisol.*

Zur validen Erfassung des Cortisols wurden die Speichelproben am Ende jedes Studientages in einer Tiefkühltruhe bei ca. minus sieben Grad Celsius aufbewahrt. Dies gründete nicht auf der temperaturabhängigen Beeinflussung der Werte, sondern auf Vermeidung der Entstehung unangenehmer Gerüche. Die Auswertung wurde mit Hilfe des Steroidlabors der Medizinischen Fakultät Heidelberg vorgenommen. Dort wurden die Proben aufgetaut und mit 3000 rpm für eine Dauer von fünf Minuten zentrifugiert, um eine Restflüssigkeit niedriger Viskosität zu erhalten. Die Bestimmung der Cortisolkonzentration in µg/100ml erfolgte mittels Radioimmunassay.

##### *Herzratenvariabilität.*

Die auf einer Pulsuhr gespeicherten HRV Daten wurden zunächst im Datenformat „hrm“ in eine entsprechende Software (*Polar ProTrainer 5*) übertragen. Hier erfolgte die Bearbeitung der zeitmarkierten Datenabschnitte. Artefaktkorrekturen und Berechnung der letztendlichen RMSSD-Werte wurden mittels Kubios HRV Software (Tarvainen et al., 2014) durchgeführt, welche sich für die Auswertungen bereits in zahlreichen Forschungsarbeiten mit psychophysiologischem Hintergrund bewährt hat (Laborde et al., 2017).

##### *Behaviorale Daten.*

Zur späteren Auswertung der Verhaltensmaße wurden die Videodaten hinsichtlich spezifischer Bewegungsparameter untersucht. Hierzu wurde mit Hilfe der Software „Potplayer“ in einer Bild-für-Bild-Betrachtung die gesamte Kletterphase in einzelne Bewegungssequenzen unterteilt und diese den jeweiligen behavioralen Kategorien zugeordnet (siehe Abschnitt 7.15, „Behaviorale Variablen“).

##### *Ersetzung fehlender Werte.*

Fehlende Werte wurden mit Hilfe des Erwartungs-Maximierungs (EM)-Algorithmus geschätzt und ersetzt. Im Gegensatz zu Ersetzungen des Mittelwertes bieten EM-Algorithmen den Vorteil fehlende

Werte unter Einbezug aller verfügbaren Informationen eines Datensatzes zu ersetzen. Voraussetzung für dieses Verfahren ist die bedingte Zufälligkeit fehlender Werte (Jekauc, 2012). Da der hier vorliegende Datensatz diese Voraussetzung erfüllte, konnte der EM-Algorithmus angewandt werden.

#### *Ausreißeranalyse.*

Die Ausreißeranalyse wurde mit Hilfe einer Z-Standardisierung aller abhängigen Variablen, getrennt für den jeweiligen Messzeitpunkt und Bedingung durchgeführt. Werte, welche einen z-Wert von 3.29 überschritten, wurden als Ausreißer deklariert. Überschritten Werte eine Standardabweichung um das Dreifache, wurde die betreffende Versuchsperson aus der Datenanalyse ausgeschlossen (Tabachnik & Fidell, 2013).

#### *Normalverteilung.*

Die Daten der abhängigen Variablen wurden, unterteilt in die vier Bedingungen, im Vorfeld der Analysen auf Normalverteilung getestet. Hierzu wurde die analysierten Werte hinsichtlich ihrer Verteilungseigenschaften Kurtosis und Schiefe sowie der entsprechenden Normalverteilungskurve analysiert. Als statistische Tests zur Überprüfung der Normalverteilung wurden Ergebnisse des Kolmogorov-Smirnov- sowie des Shapiro-Wilk-Test betrachtet. Im Vergleich mit dem Kolmogorov-Smirnov- weist der Shapiro-Wilk-Test, insbesondere bei kleinen Stichproben, eine größere *testing-power* bzw. höhere Validität auf (Field, 2009). Somit wurde Shapiro-Wilk-Test als entscheidendes Kriterium zur Überprüfung auf Normalverteilung herangezogen. Die Varianzhomogenität wurde mit Hilfe des Levene-Tests überprüft.

#### *Transformation der Daten.*

Cortisol-, HRV-, WAIS-, Gefühlszustands-, Arousal- sowie Anxiety Thermometer-Werte wichen gemäß des Shapiro-Wilk-Tests signifikant von der Normalverteilung ab. Zur Wiederherstellung der Normalverteilung wurden die Daten daher logarithmiert (Gollwitzer & Schmitt, 2013).

### *Auswertungsstrategie*

Zur Untersuchung von Gruppenunterschieden hinsichtlich der abhängigen Variablen Zustandsangst, Cortisol und HRV wurden zwei (D- vs. ND-Bedingung) mal zwei (HSS vs. LSS) Kovarianzanalysen (ANCOVAs) mit fünf- (Zustandsangst), vier- (Arousal, Gefühlszustand), drei- (Cortisol) bzw. sieben- (HRV) maliger Messwiederholung durchgeführt. Die zu Beginn des Experiments ( $t_1$ ) erfassten Eingangswerte des Cortisols bzw. der HRV wurden als Kovariaten deklariert, um Veränderungen in Relation auf deren individuellen Eingangswert zu überprüfen (Kirschbaum, 1991). Die Verhaltensdaten wurden mittels univariater Kovarianzanalyse, unter Einbezug der unabhängigen Gruppierungsvariablen D- vs. ND-Bedingung bzw. LSS vs. HSS als Kovariaten ausgewertet. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p \leq .05$  festgelegt. Weiterhin werden Effektstärken gemäß Cohen (1992) berichtet. Hierbei gilt .80 als starker Effekt. Bei Verletzung der Sphärizität wurden die Freiheitsgrade der Signifikanztests anhand des Greenhouse-Geisser-Verfahrens korrigiert.

### *8.1.7 Ergebnisse*

#### *Vergleich der Gruppen im Vorfeld der zweiten Studienphase*

Zur Prüfung hinreichender Homogenität der Substichprobe wurden vor Beginn der zweiten experimentellen Phase t-Tests mit unabhängigen Stichproben hinsichtlich der abhängigen Variablen Alter, Fitnesszustand, Wettkampfniveau, Häufigkeit des Sporttreibens, Kletter- und Bouldererfahrung, chronischer Stress, Ängstlichkeit, Selbstkontrolle, Nikotin- und Koffeinkonsum durchgeführt. Weder zwischen den Gruppierungsvariablen D- vs. ND-Bedingung noch zwischen LSS vs. HSS bestanden signifikante Unterschiede (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1

*Vergleich der Subgruppen im Vorfeld des Experiments*

| Variable                   | Gruppe | <i>M</i> ( <i>SD</i> ) | <i>t</i> -Wert (df) | <i>p</i> |
|----------------------------|--------|------------------------|---------------------|----------|
| Alter                      | D      | 16,89 (0,583)          | -1,502 (31)         | 0,143    |
|                            | ND     | 17,40 (1,298)          |                     |          |
|                            | LSS    | 17,24 (1,033)          | 0,675 (31)          | 0,505    |
|                            | HSS    | 17,00 (0,966)          |                     |          |
| Fitnesszustand             | D      | 79,39 (10,256)         | 0,384 (31)          | 0,703    |
|                            | ND     | 77,75 (14,461)         |                     |          |
|                            | LSS    | 76,88 (12,634)         | -0,822 (31)         | 0,417    |
|                            | HSS    | 80,35 (11,968)         |                     |          |
| Wettkampfniveau            | D      | 4,0 (1,512)            | 0,944 (31)          | 0,282    |
|                            | ND     | 3,18 (1,662)           |                     |          |
|                            | LSS    | 3,93 (1,685)           | 1,308 (31)          | 0,203    |
|                            | HSS    | 3,33 (1,497)           |                     |          |
| Häufigkeit<br>Sporttreiben | D      | 1,839 (0,410)          | -0,776 (32)         | 0,444    |
|                            | ND     | 1,969 (0,561)          |                     |          |
|                            | LSS    | 1,988 (0,561)          | 1,064 (32)          | 0,295    |
|                            | HSS    | 1,812 (0,3903)         |                     |          |
| Häufigkeit<br>Klettern     | D      | 3,722 (6,460)          | 1,078 (32)          | 0,289    |
|                            | ND     | 1,563 (5,019)          |                     |          |
|                            | LSS    | 1,46 (1,59)            | 1,384 (32)          | 0,162    |
|                            | HSS    | 1,93 (1,84)            |                     |          |
| Häufigkeit<br>Bouldern     | D      | 1,38 (4,742)           | 1,170 (32)          | 0,251    |
|                            | ND     | 0,0 (0,0)              |                     |          |
|                            | LSS    | 1,23 (1,39)            | 1,552 (32)          | 0,121    |
|                            | HSS    | 0,98 (1,24)            |                     |          |

|  |     |                |             |       |
|--|-----|----------------|-------------|-------|
| Chronischer Stress<br>(TICS)                       | D   | 18,94 (7,937)  | -0,862 (32) | 0,395 |
|  | ND  | 21,25 (7,611)  |             |       |
|  | LSS | 18,88 (8,061)  | -0,859 (32) | 0,397 |
|  | HSS | 21,18 (7,502)  |             |       |
| Trait Angst<br>(WAIT,<br>Gesamtscore)              | D   | 28,17 (3,73)   | 1,481 (32)  | 0,149 |
|  | ND  | 21,25 (7,61)   |             |       |
|  | LSS | 27,00 (4,783)  | -0,195 (32) | 0,847 |
|  | HSS | 27,29 (3,981)  |             |       |
| Selbstkontrolle<br>Trait<br>(SCS-K;<br>Mittelwert) | D   | 2,974 (0,337)  | -0,056 (32) | 0,956 |
|  | ND  | 2,980 (0,325)  |             |       |
|  | LSS | 2,873 (10,214) | -1,930 (32) | 0,063 |
|  | HSS | 3,081 (0,333)  |             |       |
| Nikotinkonsum<br>(Zigaretten pro<br>Tag)           | D   | 0,306 (0,893)  | -0,365 (32) | 0,718 |
|  | ND  | 0,438 (1,209)  |             |       |
|  | LSS | 0,412 (1,175)  | 0,244 (32)  | 0,809 |
|  | HSS | 0,324 (0,917)  |             |       |
| Kaffeekonsum<br>(Tassen pro Tag)                   | D   | 0,306 (0,518)  | -0,737 (32) | 0,467 |
|  | ND  | 0,469 (0,763)  |             |       |
|  | LSS | 0,324 (0,635)  | -0,530 (32) | 0,600 |
|  | HSS | 0,441 (0,658)  |             |       |

#### *Vergleich der Gruppierungen zu Messzeitpunkt $t_1$*

Die Daten der Eingangsmessungen ( $t_1$ ) wurden mittels  $t$ -Tests mit unabhängigen Stichproben auf Gruppenunterschiede bezüglich der abhängigen Variablen Zustandsangst, Gefühlszustand, Erregung, HRV und Cortisol untersucht. Hiermit sollte verdeutlicht werden, dass zu Beginn des Experiments keine Gruppenunterschiede hinsichtlich der Stress assoziierten Variablen bestanden. Hinreichend homogene Werte erlauben es potenzielle entstehende Interaktionseffekte dahingehend zu interpretieren, dass diese auch tatsächlich auf die experimentellen Interventionen zurückzuführen sind.

Zwischen den Gruppierungen LSS vs. HSS sowie D vs. ND waren keine signifikanten Unterschiede gegeben (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2

*Vergleich der Subgruppen zum Zeitpunkt der Eingangsmessungen*

| Variable      | Gruppe | <i>M (SD)</i>  | <i>t</i> -Wert (df) | <i>p</i> |
|---------------|--------|----------------|---------------------|----------|
| Zustandsangst | D      | 2,172 (1,49)   | 1,321 (32)          | 0,196    |
|               | ND     | 1,581 (1,03)   |                     |          |
| Thermometer   | LSS    | 1,971 (1,25)   | 0,334 (32)          | 0,740    |
|               | HSS    | 1,81 (1,411)   |                     |          |
| Affekt        | D      | 6,972 (0,882)  | 0,428 (32)          | 0,671    |
|               | ND     | 6,813 (1,276)  |                     |          |
|               | LSS    | 7,059 (0,658)  | 0,877 (32)          | 0,387    |
|               | HSS    | 6,735 (1,370)  |                     |          |
| Erregung      | D      | 4,417 (1,725)  | 0,691 (32)          | 0,495    |
|               | ND     | 4,00 (1,788)   |                     |          |
|               | LSS    | 4,235 (1,724)  | 0,048 (32)          | 0,962    |
|               | HSS    | 4,206 (1,811)  |                     |          |
| HRV (RMSSD)   | D      | 57,027(27,20)  | -0,173 (32)         | 0,864    |
|               | ND     | 58,637 (26,08) |                     |          |
|               | LSS    | 51,817 (27,35) | -1,284 (32)         | 0,209    |
|               | HSS    | 63,446 (24,66) |                     |          |
| Cortisol      | D      | 5,637 (2,55)   | -0,78 (32)          | 0,441    |
|               | ND     | 6,508 (3,88)   |                     |          |
|               | LSS    | 7,065 (3,99)   | 1,911 (32)          | 0,065    |
|               | HSS    | 5,028 (1,82)   |                     |          |



### *Experimentelle Manipulation der Selbstkontrollkraft*

Um zu überprüfen, ob die experimentelle Manipulation der SK-Kraft den erwünschten Effekt erzielte, mussten die Probanden einen MC bearbeiten. Die Überprüfung auf Reliabilität des MC ergab eine interne Konsistenz von  $\alpha = 0.76$ . Demnach kann der hier durchgeführte MC als reliabel betrachtet werden. Wie von den Autoren nahegelegt, wurden die Werte der vier Items zu einem Mittelwert aggregiert und dieser anhand eines t-Tests auf Gruppenunterschiede überprüft: Die Abschreibaufgabe führte, operationalisiert durch die Werte des MC, zu signifikanten Unterschieden zwischen D- ( $M = 2.634$ ,  $SD=0.645$ ) und ND-Bedingung ( $M = 1.64$ ,  $SD = 0.508$ ),  $t(32) = 4.94$ ,  $p = .00$ ,  $d = 1.65$ . Die experimentelle Manipulation der SK-Kraft kann demnach als erfolgreich bezeichnet werden.

### *Überprüfung der Hypothesen*

Im Folgenden werden die Auswertungsergebnisse psychologischen, physiologischen und schließlich der behavioralen Daten dargestellt. Interaktions- bzw. Gruppeneffekte werden vor Haupteffekten berichtet.

#### *Zustandsangst.*

Zustandsangst wurde sowohl über das *Anxiety Thermometer* zu fünf Messzeitpunkten sowie über das WAI-S zu drei Messzeitpunkten erfasst und auf Interaktionseffekte mit den Bedingungen überprüft: Zwischen den vier Bedingungen (HSS-D; HSS-ND; LSS-D; LSS-ND) bestanden hinsichtlich der Werte des *Anxiety Thermometers* keine signifikanten Unterschiede  $F(4, 34) = 0.628$ ,  $p = 0.643$ ,  $\eta^2=0.021$ . Die über das WAI-S operationalisierte Zustandsangst interagiert ebenfalls nicht mit den vier Bedingungen: Weder hinsichtlich somatischer Zustandsangst [ $F(2, 34) = 0.09$ ,  $p = 0.914$ ,  $\eta^2=0.003$ ], kognitiver Zustandsangst [ $F(2, 34) = 0.088$ ,  $p = 0.915$ ,  $\eta^2 = 0.003$ ] noch hinsichtlich Zuversicht [ $F(2, 34) = 0.812$ ,  $p = 0.449$ ,  $\eta^2 = 0.026$ ] zeigten sich signifikante Effekte.

Bei Überprüfung auf Haupteffekte wurden, hinsichtlich der über das *Anxiety Thermometer* erfassten Zustandsangst, zwischen den Extremgruppen HSS und LSS tendenziell signifikante Unterschiede offensichtlich,  $F(1, 34) = 3.04$ ,  $p=0.09$ ,  $\eta^2 = 0.09$  (siehe Abbildung 5). Mittelwertsvergleiche enthüllten hierbei höhere Werte für LSS ( $M = 3.37$ ,  $SE = 0.35$ ), im Vergleich mit HSS ( $M = 2.51$ ,  $SE = 0.35$ ).

Zwischen Experimental- und Kontrollgruppe (D- vs. ND-Bedingung) bestanden ebenfalls tendenziell signifikante Unterschiede,  $F(1, 34) = 3.33, p = 0.078, \eta^2 = 0.10$  (siehe Abbildung 6). Die D-Bedingung wies hierbei höhere Mittelwerte ( $M = 3.39, SE = 0.34$ ) als die ND-Bedingung ( $M = 2.49, SE = 0.36$ ) auf. Weiterhin wurde ein signifikanter Zeiteffekt für die Zustandsangst (*Anxiety Thermometer*) bestätigt,  $F(4, 34) = 24.41, p = 0.00, \eta^2 = 0.441$ . Auch zeigten sich signifikante Veränderungen hinsichtlich der somatischen Zustandsangst (WAI-S) über die Gesamtdauer des Experiments,  $F(2, 34) = 175.383, p = 0.00, \eta^2 = 0.854$  sowie tendenziell signifikante Veränderungen hinsichtlich der kognitiven Zustandsangst (WAI-S),  $F(2, 34) = 3.105, p = 0.052, \eta^2 = 0.094$ . Hinsichtlich der Zuversicht (WAI-S) können hingegen keine signifikanten Veränderungen berichtet werden,  $F(2, 34) = 1.956, p = 0.15, \eta^2 = 0.061$ . In Schlussfolgerung dieser Befunde führten Kletteraufgabe mit Sprung ins Seil bei der Gesamtstichprobe in drei von vier Parametern der Zustandsangst (*Anxiety Thermometer*; WAI-S: somatische- und kognitive Zustandsangst) zu einer deutlichen Zunahme in Relation zu den Eingangsmessungen ( $t_1$ ).

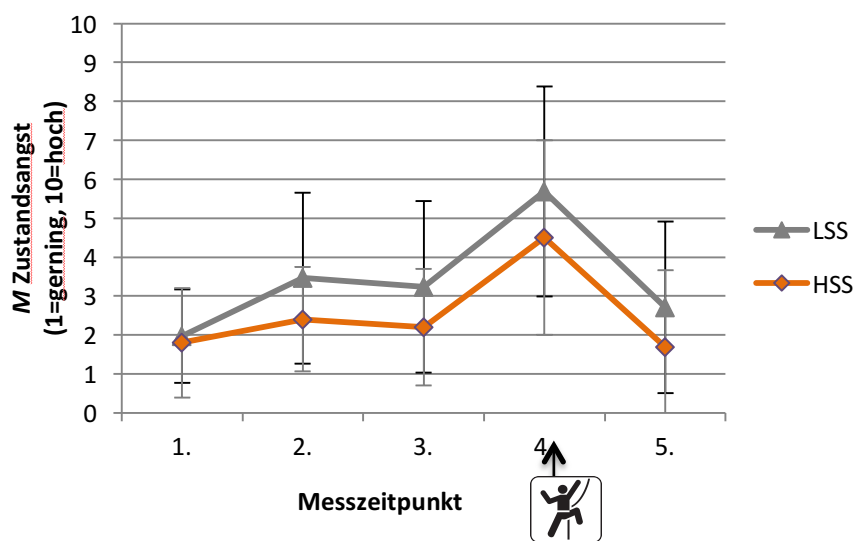


Abbildung 5. Vergleich der Mittelwerte der Zustandsangst (*Anxiety Thermometer*) zwischen HSS und LSS.

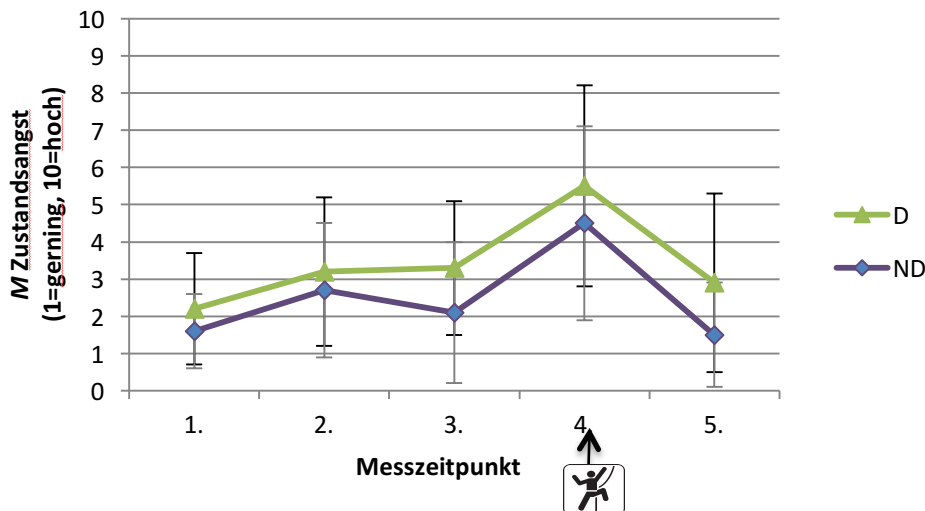


Abbildung 6. Vergleich der Mittelwerte der Zustandsangst (*Anxiety Thermometer*) zwischen D und ND Bedingung.

#### *Gefühlszustand.*

Die abhängige Variable „Gefühlszustand“ wurde zu vier Messzeitpunkten mit Hilfe einer neun-stufigen Likert-Skala (1 = negativ; 9 = positiv) operationalisiert. Die varianzanalytische Überprüfung auf Interaktionen zwischen den vier Bedingungen und der Ausprägung des Gefühlszustandes konnte keine signifikanten Effekte nachweisen,  $F(3, 34) = 1.362, p = 0.259, \eta^2 = 0.043$ .

Allerdings wurden signifikante Unterschiede zwischen LSS und HSS gemessen,  $F(3, 34) = 2.958, p = 0.037, \eta^2 = 0.09$  (siehe Abbildung 7). Als Post-hoc-Test wurde eine univariate Varianzanalyse durchgeführt, welche tendenziell signifikante Unterschiede zwischen LSS ( $M = 6.706, SD = 1.49$ ) und HSS ( $M = 7.553, SD = 1.402$ ) zu Messzeitpunkt  $t_4$  (nach Kletteraufgabe und Sprung) darlegte,  $F(3, 34) = 2.91, p = 0.09, \eta^2 = 0.09$ . Zwischen D- und ND-Bedingung ließen sich hingegen keine signifikanten Unterschiede bestätigen,  $F(3, 34) = 1.935, p = 0.13, \eta^2 = 0.061$ .

Bei Überprüfung auf Haupteffekte wurde ein signifikanter Zeiteffekt ersichtlich,  $F(3, 34) = 6.997, p = 0.00, \eta^2 = 0.189$ : Während der Eingangsmessungen gab die Gesamtstichprobe einen positiveren Gefühlszustand ( $t_1; M = 6.89, SD = 1.07$ ) an, als bei Sichtkontakt der Kletterwand ( $t_2; M = 6.338, SD = 1.516$ ) sowie unmittelbar vor Kletterbeginn ( $t_3; M = 6.353, SD = 1.32$ ). Nach Durchführung von Kletteraufgabe und Sprung wurde der Gefühlszustand hingegen positiver eingeschätzt ( $t_4; M = 7.129, SD = 1.488$ ) als zu Beginn des Experiments ( $t_1; M = 6.89, SD = 1.07$ ).

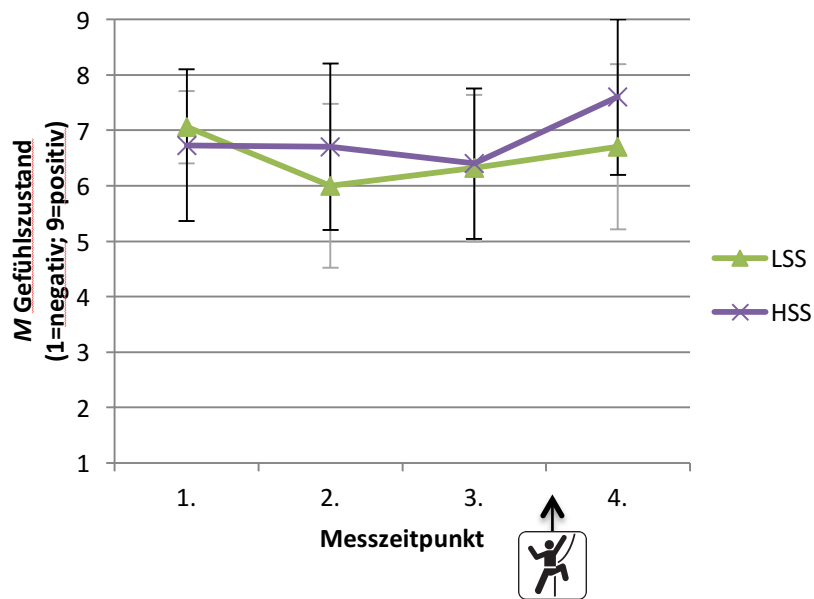


Abbildung 7. Vergleich der Mittelwerte des Gefühlszustandes zwischen HSS und LSS.

#### Erregung.

Subjektiv wahrgenommene Erregung wurde zu vier Messzeitpunkten mit Hilfe einer neun-stufigen Likert-Skala (1 = sehr ruhig; 9 = sehr aufgeregt) erfasst. Die varianzanalytische Auswertung ergab dabei keine signifikanten Interaktionseffekte zwischen dem Ausmaß der Erregung und den vier Bedingungen,  $F(3, 34) = 0.889$ ,  $p = 0.450$ ,  $\eta^2 = 0.029$ . Signifikante Unterschiede hinsichtlich der Erregung ließen sich weder zwischen den Extremgruppen LSS vs. HSS [ $F(3, 34) = 0.767$ ,  $p = 0.516$ ,  $\eta^2 = 0.025$ ], noch zwischen den Bedingungen D vs. ND [ $F(3, 34) = 1.311$ ,  $p = 0.277$ ,  $\eta^2 = 0.042$ ] nachweisen. Auch signifikante Haupteffekte blieben sowohl für die Extremgruppen LSS vs. HSS [ $F(1, 34) = 0.103$ ,  $p = 0.751$ ,  $\eta^2 = 0.003$ ] als auch für die Bedingungen D vs. ND [ $F(1, 34) = 0.1722$ ,  $p = 0.199$ ,  $\eta^2 = 0.054$ ] aus.

Gleichwohl zeigten sich über die gesamte Versuchsdauer hinweg signifikante Zeiteffekte,  $F(3, 34) = 6.775$ ,  $p = 0.00$ ,  $\eta^2 = 0.184$ : Im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Stressinduktion ( $t_1$ ;  $M = 4.22$ ,  $SD = 1.74$ ) stieg die Erregung der Gesamtstichprobe bei Sichtkontakt der Kletterwand ( $t_2$ ;  $M = 5.44$ ,  $SD = 1.99$ ), unmittelbar vor Kletterbeginn ( $t_3$ ;  $M = 5.11$ ,  $SD=1.93$ ) sowie nach Durchführung von Kletteraufgabe und Sprung ( $t_4$ ;  $M = 5.31$ ,  $SD = 2.22$ ) signifikant an.

### *Herzratenvariabilität.*

Anhand der HRV Messungen konnte die parasympathische Aktivität der Probanden über sieben Messzeitpunkte aufgezeichnet und verglichen werden: Zwischen den vier Bedingungen wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt,  $F(5, 33) = 0.407, p = 0.844, \eta^2 = 0.014$ . Auch zwischen SS und HRV traten keine Interaktionseffekte auf,  $F(3, 34) = 0.69, p = 0.632, \eta^2 = 0.023$ . Jedoch emergierten signifikante Interaktionseffekte zwischen den Bedingungen D vs. ND und HRV,  $F(5, 33) = 3.783, p = 0.003, \eta^2 = 0.115$  (siehe Abbildung 8). Um zu überprüfen, zu welchen Messzeitpunkten sich die Bedingungen voneinander unterschieden, wurden t-Tests für unverbundene Stichproben mit den Differenzen der HRV-Werte als abhängige Variablen berechnet: Für die ersten fünf Minuten unmittelbar nach Kletteraufgabe und Sprung ( $t_4$ ) ergaben sich tendenziell signifikante Unterschiede zwischen D- ( $M = -7.662, SD = 17.352$ ) und ND-Bedingung ( $M = -20.961, SD = 20.202$ ),  $t(31) = 2.032, p = 0.051, d = 0.708$ . Tendenzuell signifikante Unterschiede konnten weiterhin für die Zeitphase 10-15 Minuten nach Kletteraufgabe und Sprung [ $t_6$ ; D-Bedingung:  $M = -13.02, SD = 12.51$ ; ND-Bedingung:  $M = -23.533, SD = 17.79$ ;  $t(31) = 1.973, p = 0.057, d = 0.687$ ] sowie signifikante Unterschiede für das Messintervall 15-20 Minuten nach Kletteraufgabe und Sprung [ $t_7$ ; D-Bedingung:  $M = -7.09, SD = 15.05$ ; ND-Bedingung:  $M = -24.03, SD = 18.73$ ;  $t(31) = 2.87, p = 0.007, d = 1.00$ ] nachgewiesen werden. Während der Abschreibaufgabe ( $t_{2.1}$ ) zeigte die D-Bedingung ( $M = -10.92, SD = 13.14$ ) entgegen Hypothese  $H_{6.3}$  allerdings keine stärkere Reduktion der HRV im Vergleich mit der ND-Bedingung ( $M = -13.98, SD = 13.17$ ),  $t(31) = 0.667, p = 0.509, d = 0.232$ .

Haupteffekte ließen sich weder für die Extremgruppen LSS vs. HSS [ $F(1, 34) = 0.807, p = 0.376, \eta^2 = 0.027$ ] noch für die Bedingungen D vs. ND [ $F(1, 34) = 0.568, p = 0.457, \eta^2 = 0.019$ ] belegen. Allerdings veränderte sich die HRV signifikant bei der Gesamtstichprobe über den Verlauf des Experiments hinweg,  $F(5, 33) = 17.69, p = 0.00, \eta^2 = 0.379$ . Bei Betrachtung der deskriptiven Daten weist die Gesamtstichprobe zum Zeitpunkt der Eingangsmessungen ( $t_1$ ) RMSSD-Werte von  $M = 57.8 (SD = 26.26)$  auf. Während des Kletterns ( $t_3$ ) sinken die RMSSD-Werte auf  $M = 9.156 (SD = 6.85)$ . Somit bewirkt die Kletteraufgabe bei der Gesamtstichprobe ein durchschnittliches Absinken der HRV um -48.65 Einheiten.

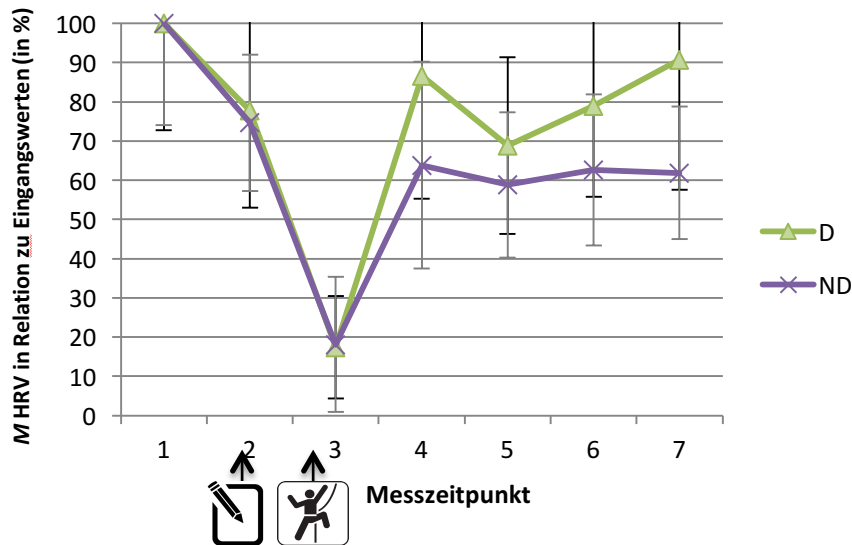


Abbildung 8. Vergleich der Veränderungen der HRV zwischen D- und ND-Bedingung. Zur Verdeutlichung des Regenerationsverlaufes werden die RMSSD-Werte in Prozenten abgebildet (100%=maximale parasympathische Aktivität).

#### Cortisol.

Speichelproben zur Erhebung der Cortisolwerte wurden zu drei Messzeitpunkten gesammelt. Hierbei unterschieden sich die vier Bedingungen zu keinem Zeitpunkt signifikant voneinander,  $F(2, 34) = 0.978$ ,  $p = 0.382$ ,  $\eta^2 = 0.032$ . Auch interagierten die hormonellen Veränderungen nicht mit den beiden Bedingungen D vs. ND,  $F(2, 34) = 0.069$ ,  $p = 0.933$ ,  $\eta^2 = 0.002$ . Hingegen legte die varianzanalytische Auswertung tendenziell signifikante Interaktionseffekte zwischen Cortisol und den Extremgruppen LSS vs. HSS dar,  $F(2, 34) = 2.693$ ,  $p = 0.076$ ,  $\eta^2 = 0.082$  (siehe Abbildung 9): Zum Zeitpunkt der Eingangsmessungen ( $t_1$ ) unterschieden sich LSS ( $M = 7.065$ ,  $SD=3,99$ ) tendenziell signifikant von HSS ( $M = 5.028$ ,  $SD = 1.824$ ),  $t(32) = 1.911$ ,  $p = 0.065$ ,  $d = 0.655$ . Um ferner zu berechnen, welche der beiden Extremgruppen intensivere Hormonreaktionen auf Kletteraufgabe und Sprung zeigten, wurden Differenzwerte der logarithmierten Cortisolwerte (Eingangswert – Wert zum Zeitpunkt 20 Minuten nach Sprung) gebildet und miteinander verglichen: t-Tests mit diesen Differenzwerten ergaben für den Messzeitpunkt, der 20 Minuten nach dem Sprung erfolgte ( $t_7$ ), tendenziell signifikant höhere Anstiege bei HSS ( $M = 0.22$ ,  $SD = 0.252$ ) im Vergleich mit LSS ( $M = 0.066$ ,  $SD = 0.236$ ),  $t(32) = -1.83$ ,  $p = 0.076$ ,  $d = -0.628$ .

Signifikante Haupteffekte traten weder bezüglich der Extremgruppen LSS vs. HSS [ $F(1, 34) = 0.26$ ,  $p = 0.609$ ,  $\eta^2 = 0.009$ ] noch bezüglich der Bedingungen D vs. ND [ $F(1, 34) = 0.34$ ,  $p = 0.561$ ,  $\eta^2 = 0.011$ ]

auf. Die Gesamtstichprobe reagierte aber mit signifikanten endokrinen Veränderungen auf Kletteraufgabe und Sprung,  $F(2, 34) = 9.955$   $p = 0.00$ ,  $\eta^2 = 0.249$ . Anhand der deskriptiven Daten lässt sich erkennen, dass die Probanden zum Zeitpunkt der Eingangsmessungen ( $t_1$ ) einen Cortisolwert von  $M = 6.04$  nmol/l ( $SD = 3.22$ ) aufwiesen. 20 Min nach Kletteraufgabe und Sprung ( $t_4$ ) führten die hormonellen Anstiege zu einem Wert von  $M = 8.85$  nmol/l ( $SD = 6.03$ ). Kletteraufgabe und Sprung bewirkten somit einen durchschnittlichen Anstieg des Cortisols um  $M = 2.82$  nmol/l.

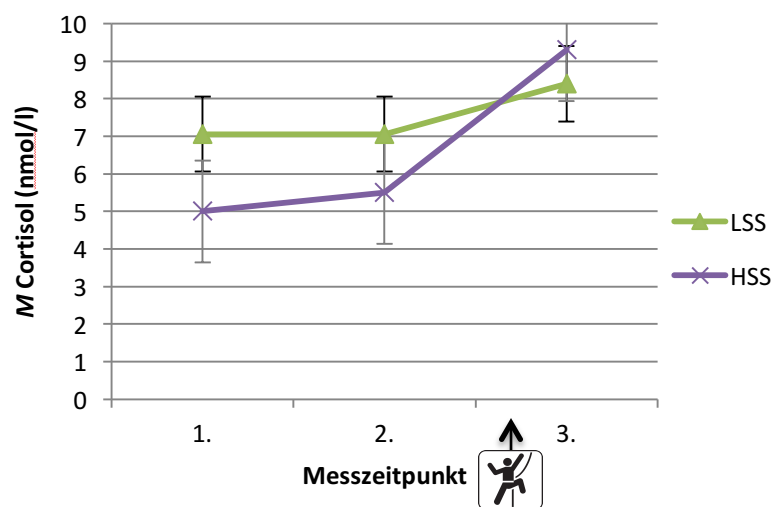


Abbildung 9. Vergleich der Mittelwerte des Speichelcortisols (in nmol/l) zwischen HSS und LSS.

#### *Herzratenvariabilität als Prädiktorvariable von Cortisol.*

Gemäß der sekundären Hypothese  $H_{12}$  wurde davon ausgegangen, dass Personen mit hohen HRV-Eingangswerten weniger Cortisol in Antwort auf den Stressor ausschütten, als Personen mit niedrigen Eingangswerten. Diese Annahme wurde überprüft, indem ein Mediansplit ( $MD=51.06$ ) zur Unterteilung der Stichprobe in zwei Untergruppen (*Low*- und *High*-HRV) durchgeführt wurde. Die Untergruppen wurden mittels 2 (*Low*- vs. *High*-HRV) x 3 (Cortisol) ANOVA miteinander verglichen: Tonische HRV-Werte interagierten signifikant mit den Cortisolreaktionen,  $F(1, 34) = 4.225$ ,  $p = 0.048$ ,  $\eta^2 = 0.12$ . Hierzu legten die deskriptiven Daten bei der *Low*-HRV Gruppe einen mittleren Anstieg des Cortisols um 3.97 nmol/l ( $SD = 6.77$ ) sowie einen Anstieg um durchschnittlich 1.64 nmol/l ( $SD = 3.54$ ) bei der *High*-HRV Gruppe in Antwort auf den Stressor ( $t_4$ ) dar (siehe Abbildung 10). T-Tests bestätigten signifikante

Unterschiede zwischen der *Low*-HRV Gruppe ( $M = 11.49$ ,  $SD = 7.21$ ) und der *High*-HRV Gruppe ( $M = 6.21$ ,  $SD = 2.85$ ) zum Messzeitpunkt nach dem Stressor ( $t_4$ ),  $t(34) = 2.800$ ,  $p = 0.009$ ,  $d = 0.963$ .

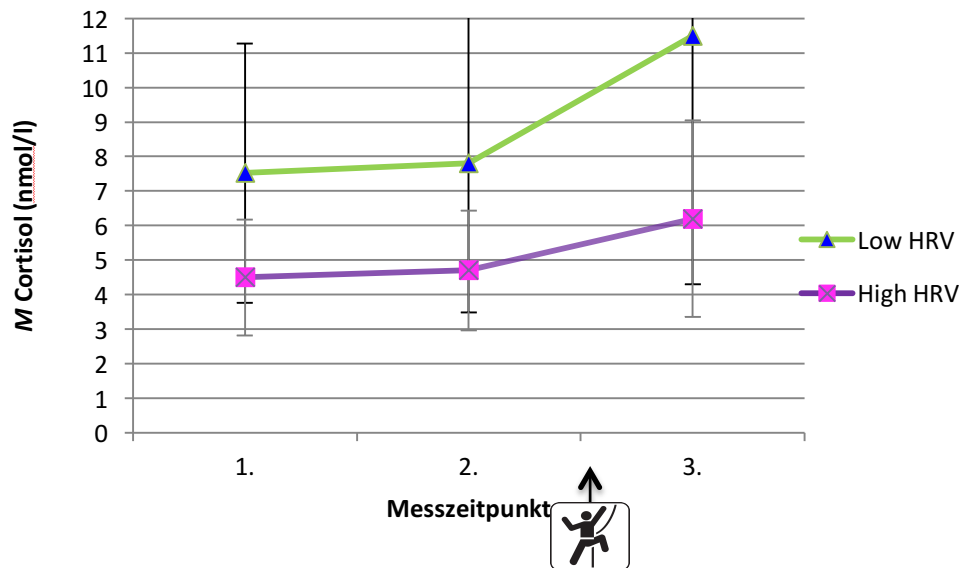


Abbildung 9. Vergleich der Mittelwerte des Speichelcortisols (in nmol/l) zwischen *Low*- und *High*-HRV.

#### *Behaviorale Variablen.*

Zur Operationalisierung des Kletterverhaltens wurden fünf Kategorien gebildet (explorative- und ausgeführte Bewegungen; Gesamtkletterzeit; Zeitdauer des Verharrens; Verharrenspositionen). Um die Extremgruppen LSS vs. HSS sowie die Bedingungen D vs. ND auf Unterschiede hinsichtlich des Kletterverhaltens zu überprüfen, wurden univariate ANCOVAS mit SS bzw. SK-Kraft (D- vs. ND-Bedingung) als Kovariaten berechnet.

*Anzahl explorativer Bewegungen:* Auf deskriptiver Ebene wiesen LSS  $M = 8.29$  ( $SD = 7.50$ ) und HSS  $M = 8.06$  ( $SD = 7.52$ ) sowie D-Bedingung  $M = 8.06$  ( $SD = 7.44$ ) und ND-Bedingung  $M = 8.31$  ( $SD = 7.855$ ) explorative Bewegungen auf. Eine Unterschiedsprüfung ergab weder zwischen den Extremgruppen LSS vs. HSS [ $F(2, 34) = 0.008$ ,  $p = 0.930$ ,  $\eta^2 = 0.00$ ] noch zwischen den Bedingungen D vs. ND [ $F(1, 34) = 0.009$ ,  $p = 0.924$ ,  $\eta^2 = 0.00$ ] signifikante Unterschiede.



*Anzahl ausgeführter Bewegungen:* LSS führten  $M = 37,00$  ( $SD = 7.228$ ), HSS  $M = 33.59$  ( $SD = 7.882$ ), D-Bedingung  $M = 34.56$  ( $SD = 8.60$ ) sowie ND-Bedingung  $M = 36.13$  ( $SD = 6.58$ ) erfolgreiche ausgeführte Kletterbewegungen durch.

Inferenzstatistisch unterschieden sich die Gruppen LSS vs. HSS [ $F(1, 34) = 1.69, p = 0.20, \eta^2 = 0.052$ ] sowie die Bedingungen D vs. ND [ $F(1, 34) = 0.35, p = 0.55, \eta^2 = 0.011$ ] allerdings nicht voneinander.

*Gesamtkletterzeit:* LSS brauchten  $M = 1:21.52$  Min. ( $SD = 0:48.33$  Min.), HSS  $M = 1:02.65$  Min. ( $SD = 1:32.706$  Min.), D-Bedingung  $M = 1:13.38$  Min. ( $SD = 0:42.71$  Min.) und ND-Bedingung  $M = 1:10.63$  Min. ( $SD = 0:41.98$  Min.) um die Kletteraufgabe zu absolvieren (siehe Abbildung 11). Gemäß der Varianzanalyse waren die Unterschiede zwischen den Extremgruppen LSS vs. HSS [ $F(1, 34) = 1.72, p = 0.19, \eta^2 = 0.053$ ] und den Bedingungen D vs. ND [ $F(1, 34) = 0.36, p = 0.850, \eta^2 = 0.001$ ] jedoch nicht signifikant.

*Gesamtzeitdauer des Verharrens in einer Position:* Folgende mittlere Dauer wiesen die Gruppen während des Kletterns hinsichtlich des Verharrens in einer Position auf (siehe Abbildung 12): LSS ( $M = 0:09.03$  Min.,  $SD = 0:12.52$  Min.), HSS ( $M = 0:03.46$  Min.,  $SD = 0:07.89$  Min.), D-Bedingung ( $M = 0:07.03$  Min.,  $SD = 0:11.54$  Min.), ND-Bedingung ( $M = 0:05.36$  Min.,  $SD = 0:10.68$  Min.). Inferenzstatistisch ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Extremgruppen LSS vs. HSS [ $F(1, 34) = 2.34, p = 0.136, \eta^2 = 0.07$ ] sowie den Bedingungen D vs. ND. [ $F(1, 34) = 0.21, p = 0.649, \eta^2 = 0.007$ ] nachweisen.

*Anzahl an Verharrenspositionen:* LSS verharrten  $M = 4.88$  ( $SD = 6.343$ ) -, HSS  $M = 2.29$  ( $SD = 3.88$ ) -, D-Bedingung  $M = 3.56$  ( $SD = 5.39$ ) -, ND-Bedingung  $M = 3.63$  ( $SD = 5.464$ ) mal in einer Position für eine Mindestdauer von zwei Sekunden.

Eine Unterschiedsprüfung hinsichtlich der Gesamtzeitdauer des Verharrens in einer Position ergab weder zwischen den Extremgruppen LSS vs. HSS [ $F(1, 34) = 1.994, p = 0.168, \eta^2 = 0.06$ ] noch für die Bedingungen D vs. ND [ $F(1, 34) = 0.001, p = 0.970, \eta^2 = 0.00$ ] signifikante Unterschiede.

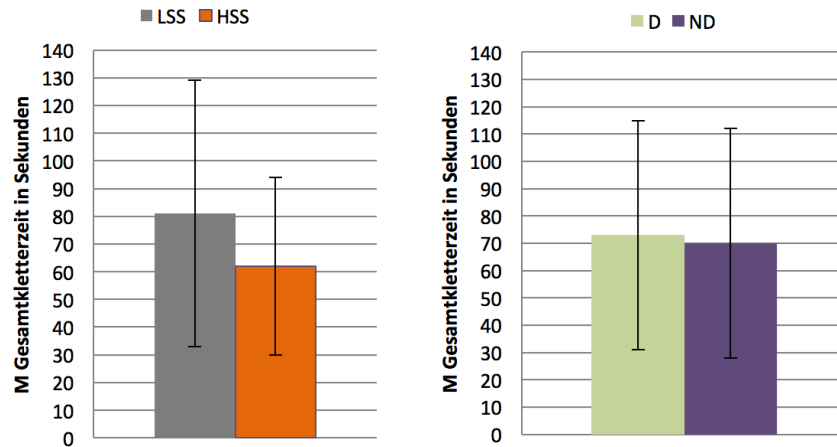


Abbildung 11. Links: Mittlere Gesamtkletterzeit der Extremgruppen LSS vs. HSS; Rechts: Mittlere Gesamtkletterzeit der Bedingungen D vs. ND.

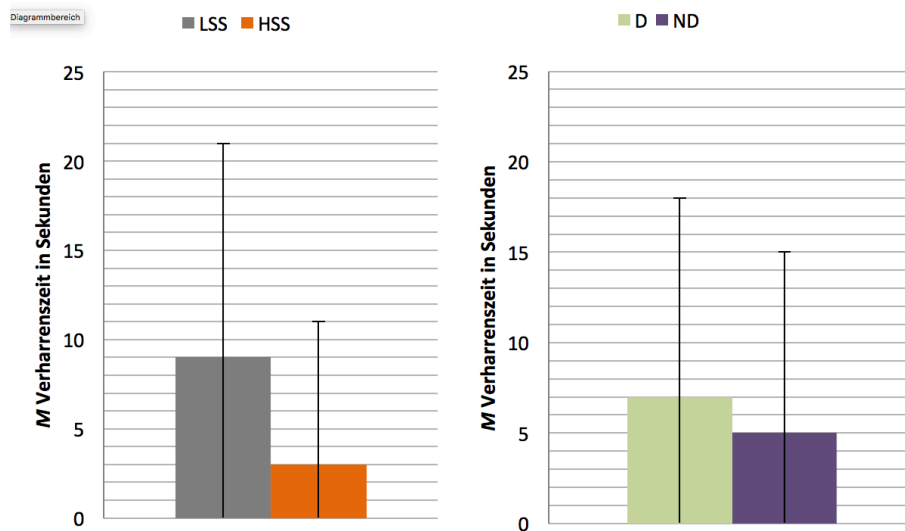


Abbildung 12. Links: Mittlere Verharrenszeit der Extremgruppen LSS vs. HSS; Rechts: Mittlere Verharrenszeit der Bedingungen D vs. ND.

### 8.1.8 Diskussion der Ergebnisse

Die Ziele dieser ersten, explorativen Studie waren zum einen die Beantwortung der Frage, ob SS und SK-Kraft einen Einfluss auf psychophysiologische Reaktionen in sportspezifischen Stresssituationen ausüben. Zum anderen diente die Pilotstudie als Grundlage zur Weiterentwicklung des experimentellen Konzeptes der Hauptstudie. Zur Beantwortung der Fragestellung wurde, basierend auf vorangegangenen Arbeiten (Frenkel, Heck & Plessner, in press), ein sportspezifisches Paradigma zur Stressinduktion verwendet. Dieses wurde nach Durchführung der vorliegenden Pilotstudie anhand signifikanter Anstiege psychologischer (Zustandsangst, Erregung) und physiologischer (HRV, Cortisol) Parameter in Antwort auf die Kletteraufgabe als erfolgreich bestätigt. Auch die experimentelle Manipulation der SK-

Kraft (Abschreibeaufgabe) führte, ersichtlich durch den MC, zu hypothesenkonformen sowie signifikanten Unterschieden zwischen D- und ND-Bedingung.

Die Annahme, dass HSS mit vollständig verfügbarer SK-Kraft geringer ausgeprägte Stressreaktionen als LSS mit experimentell manipulierter SK-Kraft zeigen, bestätigte sich nicht: Die erwarteten dreifachen Interaktionseffekte zwischen den vier Bedingungen (HSS-D; HSS-ND; LSS-D; LSS-ND) blieben sowohl auf psychologischer und physiologischer, als auch auf behavioraler Ebene aus. Naheliegenderweise könnte dies auf die geringe Größe der Subgruppen zurückzuführen sein (siehe Abschnitt 8.1.9).

Entgegen Hypothese  $H_1$  reagierte die ND-Bedingung nicht mit geringerer psychophysiologischer Erregung (operationalisiert über Zustandsangst, Arousal, Gefühlszustand, Cortisol, HRV) auf den Stressor. Allerdings wies die ND-Bedingung, im Vergleich mit der D-Bedingung, tendenziell geringere Werte der Zustandsangst über den Gesamtverlauf des Experiments auf. Dieser zunächst als hypothesenkonform zu betrachtende Haupteffekt bezieht sich auf die Gesamtheit aller Messzeitpunkte. Somit lässt sich der Unterschied nicht direkt auf Effekte zurückführen, die durch den Stressor ausgelöst wurden. Hinsichtlich des physiologischen Parameters HRV ließen sich sogar gegenteilige Effekte beobachten: Im Vergleich mit der D-Bedingung wurden in der Post-Stress-Phase geringere Werte für die ND-Bedingung nachgewiesen. Die Annahme, dass Personen mit manipulierter SK-Kraft höhere Stressreaktivität und geringere Kapazität zur Erholung aufweisen, konnte demnach nicht bestätigt werden. Möglicherweise induzierte die gleichzeitige Darbietung von Stressor und Abschreibeaufgabe die unerwarteten Veränderungen der HRV auf Seiten der ND-Bedingung (siehe Abschnitt 8.1.9). Auch Fairclough und Houston (2004) fanden widersprüchliche Ergebnisse hinsichtlich der physiologischen Reaktion auf eine Selbstkontrolle erfordernde Aufgabe, welche gleichzeitig Stress induzierte. In Übereinstimmung mit dem Befund dieser Autoren enthüllten die HRV-Messungen während der Abschreibeaufgabe keine Gruppenunterschiede. Entgegen Hypothese  $H_{6,3}$  ließ sich somit keine stärkere Reduktion der HRV auf Seiten der D-Bedingung im Vergleich mit der ND-Bedingung nachweisen. Folglich ist anzunehmen, dass die zeitgleiche Darbietung von Stressor und Aufgabe zur Manipulation der SK-Kraft zu geringen Unterschiedseffekten zwischen D- u ND-Bedingung auf psychologischer und physiologischer Ebene beitrug.

Auch auf behavioraler Ebene ließ die D-Bedingung keine flüssigeren Kletterbewegungen als die ND-Bedingung erkennen. Neben der bereits genannten, gleichzeitigen Darbietung von Stressor und Abschreibaufgabe, die zu einer Verzerrung des *Ego Depletion* Effektes geführt haben könnte, stellt sich die Frage, ob bestehende Effekte lange genug existent waren, um behaviorale Unterschiede zu provozieren. Angesichts dessen soll eine Herangehensweise zur Verlängerung der Dauer von *Ego Depletion* Effekten in Abschnitt 8.1.9 diskutiert werden.

Bei Betrachtung von Unterschieden zwischen LSS und HSS wurde ein positiverer Gefühlszustand bei HSS nach Kletteraufgabe und Sprung ( $t_4$ ) ersichtlich. Gleichwohl findet Hypothese  $H_4$  hierdurch nur teilweise Bestätigung, da sich signifikante Unterschiede zwar hinsichtlich SS aber nicht hinsichtlich D- vs. ND-Bedingung zeigten. Dennoch bekräftigt der Befund Zuckermans Annahme (1994), dass HSS auf reizintensive Stimuli mit positivem Affekt reagieren, wohingegen LSS bei intensiver Stimulation überwiegend negative Gefühlszustände erfahren. Ferner gaben HSS im Vergleich mit LSS tendenziell geringere Werte der Zustandsangst über den Gesamtverlauf des Experiments an. Da sich dieser Haupteffekt nicht direkt auf die Effekte des Stressors zurückführen lässt, kann Hypothese  $H_2$  nicht verifiziert werden. Trotz der Tendenz der HSS zu geringerer Zustandsangst während des Experiments ließen die Auswertungen keine Rückschlüsse auf eine geringere, subjektiv wahrgenommene Erregung seitens der HSS zu.

Konträr zur Erwartung war bei HSS überdies eine tendenziell höhere Cortisolreaktion in Antwort auf Kletteraufgabe und Sprung zu verzeichnen als bei LSS. Dies steht entgegen Hypothese  $H_5$  und dem Postulat, dass SS negativ mit Cortisol im Rahmen stressreicher Anforderungen korreliert (Rosenblitt et al., 2001; Shabani et al., 2011). Hierzu muss klargestellt werden, dass ausgeprägte Cortisolreaktionen während stressreicher Anforderungen durchaus als situationsadäquat betrachtet werden können. Problematisch erscheint dagegen ein verzögertes Absinken des Cortisolspiegels auf den Ruhewert, da dieses auf schlechtere Regenerationsfähigkeiten hindeuten kann (Moreira et al., 2012, 2013). Ferner lassen die vorliegenden Daten keinen Rückschluss auf die Regenerationsfähigkeit zu, da die sukzessive Entwicklung des Cortisols nach dem Stressor in der vorliegenden Pilotstudie nicht erfasst wurde.

Auch bezüglich des Parameters HRV konnten zwischen LSS und HSS keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Mögliche Gründe hierfür sowie die daraus resultierenden Implikationen sollen im kommenden Abschnitt 8.1.9 erörtert werden.

Auf deskriptiver Ebene enthüllten die behavioralen Daten bei LSS im Vergleich mit HSS eine längere Dauer des Verharrens in einer Kletterposition. Auch weisen LSS im Vergleich mit HSS auf deskriptiver Ebene eine höhere Anzahl an Positionen auf, in denen sie Verharren und keine Kletterbewegungen durchführen. Jedoch waren die Unterschiede dieser beiden Kategorien lediglich durch mittlere Effektstärken gekennzeichnet. In keiner der Verhaltenskategorien traten inferenzstatistisch signifikante Unterschiede auf. Demnach wurde die Annahme, dass SS als protektiver Faktor in Stresssituationen fungiert, anhand der behavioralen Befunde nicht bestätigt. Eine endgültige Falsifizierung der Hypothese sollte jedoch in Frage gestellt werden, da zur letztendlichen Überprüfung eine Hauptstudie mit vergrößerter Stichprobe sowie einem optimierten Design durchgeführt werden soll (siehe Abschnitt 8.2).

Hypothese  $H_{12}$  beinhaltete die Annahme, dass Personen mit hohen tonischen HRV-Werten geringer ausgeprägte Cortisolreaktionen in Antwort auf den Stressor aufweisen, als Personen mit niedrigen tonischen HRV-Werten. Hierzu wurde die Stichprobe mittels Mediansplit in Personen mit niedrigen- und hohen HRV-Eingangswerten unterteilt. Die Unterschiedsprüfung gab signifikante Interaktionseffekte zwischen tonischer HRV und Cortisol insofern zu erkennen, als dass Personen mit hohen Eingangswerten der HRV mit signifikant geringeren Anstiegen des Cortisols in Antwort auf Kletteraufgabe und Sprung reagierten. Dieser Befund steht in Übereinstimmung mit Studien, die einen inversen Zusammenhang zwischen beiden physiologischen Variablen belegen (Michels et al., 2013; Murdock, LeRoy & Fagundes, 2017). In zukünftigen Studien erscheinen weitere Überprüfungen der Vorhersagekraft endokriner Stressreaktionen mit Hilfe tonischer HRV notwendig.

Es lässt sich festhalten, dass die erwarteten Interaktionen zwischen SS, SK-Kraft und Parametern der Stressreaktivität weder auf psychologischer, physiologischer noch auf behavioraler Ebene auftraten. Die Annahme des Einflusses von SS und SK-Kraft auf das Ausmaß der Stressreaktivität ist somit anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht verifizierbar. Gleichwohl legte die Durchführung der Pilotstudie methodische Schwächen offen, aus denen zahlreiche Optimierungsmöglichkeiten gewonnen werden

konnten. Angesichts dessen sollen die Limitationen und Implikationen des vorliegenden Experiments im kommenden Abschnitt erörtert werden.

#### 8.1.9 Limitationen und Implikationen

Die erwarteten dreifachen Interaktionseffekte zwischen den vier Bedingungen (HSS-D; HSS-ND; LSS-D; LSS-ND) traten weder auf psychologischer und physiologischer, noch auf behavioraler Ebene auf. Eine Ursache hierfür ist in der geringen Größe der Subgruppen zu suchen. So wurden vier Subgruppen aus einer Gesamtstichprobe von  $N = 34$  miteinander verglichen. Die vier Subgruppen umfassten also eine Versuchspersonenanzahl von jeweils  $n = 8$  bzw.  $n = 9$ . Folglich ist davon auszugehen, dass die Zellengröße zu den geringen Unterschiedseffekten zwischen den Subgruppen beitrug. Für die Konzeption der Hauptstudie weist diese Limitation auf den Vergleich von zwei-, an Stelle von vier Subgruppen sowie einer größeren Gesamtstichprobe im Sinne der Erreichung einer größeren statistischen *Power*.

Die Gruppe der HSS wies, im Vergleich mit der Gruppe der LSS, nach Kletteraufgabe und Sprung eine tendenziell höhere Cortisolreaktion auf. Dieser unerwartete Befund steht Studienergebnissen entgegen, welche negative Korrelationen zwischen SS und Cortisol postulieren (Rosenblitt et al., 2001; Shabani et al., 2011). Letztlich muss das Resultat jedoch vor der Einschränkung betrachtet werden, dass eine einmalige Cortisolmessung nach dem Stressor keine Aussagen über den Verlauf der hormonellen Regeneration zulässt. Rückschlüsse auf die Regenerationsfähigkeiten der Probanden ließen sich anhand der Zeit bis zum Absinken des Cortisolspiegels auf den Eingangswert ziehen (Moreira et al., 2013). Für die Hauptstudie sind daher mehrere Messzeitpunkte vorgesehen, um den Verlauf des Cortisolspiegels nach Kletteraufgabe und Sprung detailliert abbilden zu können.

Wie im vorangegangenen Abschnitt bereits berichtet, zeigten sich auf physiologischer Ebene (HRV) teilweise widersprüchliche Effekte zwischen D- u ND-Bedingung. Dies führte zu einer erneuten, kritischen Betrachtung des methodischen Vorgehens zur experimentellen Manipulation der SK-Kraft: Während die Probanden die Abschreibaufgabe bearbeiteten, befanden sie sich (mit bereits angebrachtem Klettergurt) neben der Kletterwand (siehe Abbildung 3, erstes Bild). Es ist naheliegend, dass bereits die Antizipation des unmittelbar bevorstehenden Kletterns einen Einfluss auf die Psychophysiologie der Versuchspersonen hatte. Vor dem Hintergrund, dass Stress zur Reduktion der SK-Kraft führen kann

(Hamilton et al., 2014), bewirkte die gleichzeitige Darbietung von Stressor und Abschreibaufgabe eine unbeabsichtigte Manipulation der SK-Kraft auf Seiten der ND-Bedingung. Auf diese Weise könnte die zeitgleiche Darbietung von Stressor und Aufgabe zur Manipulation der SK-Kraft zu einer Verzerrung der *Ego Depletion* Effekte geführt haben. Zur Umgehung dieses Bias erscheint es für die Hauptstudie sinnvoll, Stressor und Abschreibaufgabe sowohl zeitlich als auch räumlich zu trennen.

Darüber hinaus hatte die Selektion der Stichprobe einen unerwünschten Einfluss auf das Ausmaß des SK-Kraft reduzierenden Effektes der Abschreibaufgabe: Da die Stichprobe der zweiten experimentellen Phase im Vorfeld des Experiments künstlich dichotomisiert wurde, setzte sie sich aus den Extremgruppen LSS und HSS zusammen. Angesichts dessen weisen große Effektstärken des MC darauf hin, dass die Abschreibaufgabe von HSS ( $M = 3.21$ ;  $SD = 0.725$ ) schwerer empfunden wurde als von LSS ( $M = 2.5$ ;  $SD = 0.829$ ),  $t(18) = -1.937$ ,  $p = 0.071$ ,  $d = 0.913$ . Dadurch könnte das Vorgehen der Dichotomisierung einen unkontrollierten Effekt auf die SK-Kraft gehabt haben. Dies könnte ein weiterer Grund für das Ausbleiben von psychologischen und physiologischen Unterschieden zwischen D- und ND-Bedingung sein. Neben dem möglichen Einfluss auf die SK-Kraft provoziert das Vorgehen der Dichotomisierung einen Verlust an Informationen im Sinne ausbleibender Daten für Personen, die eine mittlere Ausprägung der jeweiligen Disposition aufweisen (Dawson, 2014). Für die nachfolgende Hauptstudie impliziert dies eine Integration von SS als kontinuierliche, anstatt als dichotomisierte Variable.

Zwischen D- und ND-Bedingung waren lediglich geringe Effektstärken bezüglich der Frage „Wie anstrengend fandst du diese Aufgabe“ (zweites Item des MC) ersichtlich. Dies legt die Annahme nahe, dass eine verlängerte Dauer der Abschreibaufgabe zu höherer subjektiver Anstrengung, und somit zu ausgeprägteren, länger andauernden Effekten führt. Bisher bestehen keine eindeutigen Studienbefunde zur Halbwertszeit von *Ego Depletion* Effekten aufgrund experimenteller Interventionen (Englert, 2016). Dennoch erscheint eine Verlängerung der Dauer von sechs Min. in der Pilotstudie, auf zehn Min. in der Hauptstudie, im Sinne einer Intensivierung der Effekte, sinnvoll.

Weiterhin konnten anhand der Videoanalyse der behavioralen Daten folgende Implikationen identifiziert werden: Zu einer verbesserten Operationalisierung des Kletterverhaltens könnten die Verwendung einer qualitativ hochwertigeren Kamera, die Veränderung der Kamerawinkel, die

Beachtung einer gleichbleibenden Schlappseillänge vor Durchführung des Sprunges sowie strengere Standardisierung der Instruktionen seitens der Versuchsleiter beitragen.

Neben den bereits erläuterten Implikationen boten die Daten der Pilotstudie einen Ausgangspunkt zur Durchführung einer Fallzahlanalyse für die Hauptstudie. Diese wurde bereits im Vorfeld der Hauptstudie in Zusammenarbeit mit dem statistischen Beratungsservice der Medizinischen Biometrie und Informatik der Universität Heidelberg durchgeführt. Zur ausreichenden statistischen *Power* wurde eine Größe von mindestens  $N = 80$  Versuchspersonen ermittelt.

Letztendlich wurde deutlich, dass sich zahlreiche Ansätze zur methodischen Weiterentwicklung eröffnen. Angesichts dessen soll die zentrale Forschungsfrage in einer differenzierteren Studie evaluiert werden. Diese Hauptstudie wird nun im Folgenden berichtet.

## 8.2 Studie 2: Die Hauptstudie

Zentrales Ziel der zweiten Studie war die Überprüfung der Annahme, ob momentan verfügbare SK-Kraft und SS das Ausmaß der Stressreaktion auf einen sportspezifischen Stimulus beeinflussen. Zuvor wurde die ethische Vertretbarkeit des experimentellen Paradigmas überprüft und bestätigt<sup>5</sup>. In Anbetracht der Implikationen aus der Pilotstudie wurden entsprechende Optimierungen bezüglich Studiendesign und –ablauf vorgenommen. So wurde auf eine Dichotomisierung anhand SS verzichtet. Stattdessen wurde SS als kontinuierliche Moderatorvariable deklariert. Weitere Bestätigung fand dieses Vorgehen anhand der Normalverteilung des Merkmals (K-S-Test:  $p = 0.200$ ) in der vorhergehenden Studie. SS wurde somit als zentrierte<sup>6</sup> Kovariate in die Berechnungen der Datenauswertung einbezogen (siehe Abschnitt „Auswertungsstrategie“). Im Gegensatz zur künstlichen Bildung zweier Extremgruppen werden auf diese Weise zweifelhafte Effekte verhindert, die auf der Kategorisierung eines eigentlich kontinuierlichen Merkmals gründen (Young, 2015). Weiterhin wurde bei Durchführung der Hauptstudie sowohl auf eine klare zeitliche als auch räumliche Trennung zwischen Abschreibaufgabe und Stressreiz geachtet. Dieses Vorgehen lässt u.a. interpretierbare Rückschlüsse auf

---

<sup>5</sup> Die Überprüfung des Ethikantrages erfolgte über die Ethikkommission der Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften der Universität Heidelberg im Juli 2016.

<sup>6</sup> Zentrieren einer Variable: Verfahren zur Reduktion von Multikollinearität, bei dem Mittelwerte von den individuellen Gesamtwerten eines Fragebogeninstruments subtrahiert werden (Frisch & Frederick, 1933).



Veränderungen der HRV während der Bearbeitung der Abschreibaufgabe zu. Aufgrund der Elimination Stress induzierender Stimuli während der Abschreibaufgabe, wird in der vorliegenden Studie von einem Anstieg der HRV während der selbstregulatorischen Anstrengung im Rahmen des Schreibens ausgegangen (siehe Abschnitt 8.2.1; H<sub>8</sub>). Infolge der räumlichen Trennung zwischen Abschreib- und Kletteraufgabe war mit größerem zeitlichem Abstand zwischen beiden Aufgaben zu rechnen. Zum maximalen zeitlichen Abstand zwischen experimenteller Manipulationen der SK-Kraft und der darauffolgenden Selbstkontrolle erfordernden Aufgabe, bietet die aktuelle Forschungslage jedoch keine klaren Hinweise (Hagger et al. (2010)). Um ein „Verpuffen“ des *Ego Depletion* Effektes während der Zeitphase zwischen beiden Aufgaben zu verhindern, wurde daher die Dauer der *Ego Depletion*-Aufgabe von sechs Min. (Pilotstudie) auf zehn Min. verlängert.

### 8.2.1 Spezifische Hypothesen

Im Folgenden werden die spezifischen Hypothesen zur Hauptstudie vorgestellt. Hierbei werden die Annahmen zunächst psychologischer-, physiologischer- und anschließend behavioraler Variablen berichtet.

#### *Hypothesen psychologischer Variablen*

##### *Zustandsangst.*

H<sub>2</sub>: Personen mit vollständig verfügbarer SK-Kraft weisen, in Abhängigkeit einer hohen Ausprägung in SS, einen geringeren Anstieg der Zustandsangst in Antwort auf eine sportsspezifische Aufgabe auf, als Personen mit experimentell manipulierter SK-Kraft.

##### *Gefühlszustand.*

H<sub>3</sub>: Personen mit vollständig verfügbarer SK-Kraft weisen, in Abhängigkeit einer hohen Ausprägung in SS, einen positiveren Gefühlszustand in Antwort auf eine sportsspezifische Aufgabe auf, als Personen mit experimentell manipulierter SK-Kraft.

### *Erregung.*

H<sub>4</sub>: Personen mit vollständig verfügbarer SK-Kraft weisen, in Abhängigkeit einer hohen Ausprägung in SS, einen geringeren Anstieg der Erregung in Antwort auf eine eine sportspezifische Aufgabe auf, als Personen mit experimentell manipulierter SK-Kraft.

### *Hypothesen physiologischer Variablen*

#### *Herzratenvariabilität.*

H<sub>5</sub>: Personen mit vollständig verfügbarer SK-Kraft weisen, in Abhängigkeit einer hohen Ausprägung in SS, eine geringere Herzratenvariabilität in Antwort auf eine sportspezifische Aufgabe auf, als Personen mit experimentell manipulierter SK-Kraft.

#### *Cortisol.*

H<sub>6</sub>: Personen mit vollständig verfügbarer SK-Kraft weisen, in Abhängigkeit einer hohen Ausprägung in SS, einen geringeren Anstieg des Cortisols in Antwort auf eine sportspezifische Aufgabe auf, als Personen mit experimentell manipulierter SK-Kraft.

### *Hypothese behavioraler Variablen*

#### *Kletterverhalten.*

H<sub>7</sub>: Personen mit vollständig verfügbarer SK-Kraft zeigen, in Abhängigkeit einer hohen Ausprägung in SS, ein effektiveres Kletterverhalten innerhalb einer sportspezifischen Aufgabe, als Personen mit experimentell manipulierter SK-Kraft.

### *Sekundäre Hypothese*

#### *Phasische Herzratenvariabilität.*

H<sub>8</sub>: Personen, die eine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren, weisen währenddessen eine höhere phasische HRV auf, als Personen, die keine experimentelle Manipulation momentan verfügbarer SK-Kraft erfahren.

### 8.2.2 Experimentelles Design

Die Untersuchung der Einflüsse von SK-Kraft und SS auf die Stressreaktivität fand mit Hilfe von zwei Studienphasen statt (siehe Abbildung 13): In Phase eins wurde die Stichprobe anhand der Kriterien Kletter- und Bouldererfahrung (maximale Anzahl der Tätigkeitsausübung = 5), Höhenangst sowie Cortisol beeinflussender Medikamente selektiert. Neben der Erfassung demographischer und leistungsbezogener Daten, wurden die Merkmale des SS und des chronischen Stresses in dieser Phase erfasst. Konträr zur ersten Studie war die Ausprägung in SS kein Selektionskriterium. Die zweite Phase war durch ein *mixed factorial design* (*within + between-subject design*) gekennzeichnet. Hierzu wurde die zuvor selektierte Substichprobe randomisiert in eine Experimental- (D-Bedingung) bzw. Kontrollgruppe (ND-Bedingung) gegliedert. Im Gegensatz zur ND-Bedingung erfuhr die D-Bedingung eine experimentelle Manipulation der SK-Kraft (*Ego Depletion*). Im Anschluss wurde bei beiden Bedingungen Stress mittels Kletteraufgabe und Sprung induziert. Die Stressreaktionen wurden zu sieben Messzeitpunkten anhand der abhängigen Variablen Zustandsangst, Gefühlszustand, Erregungszustand, Herzratenvariabilität, Cortisol und Kletterverhalten erfasst.

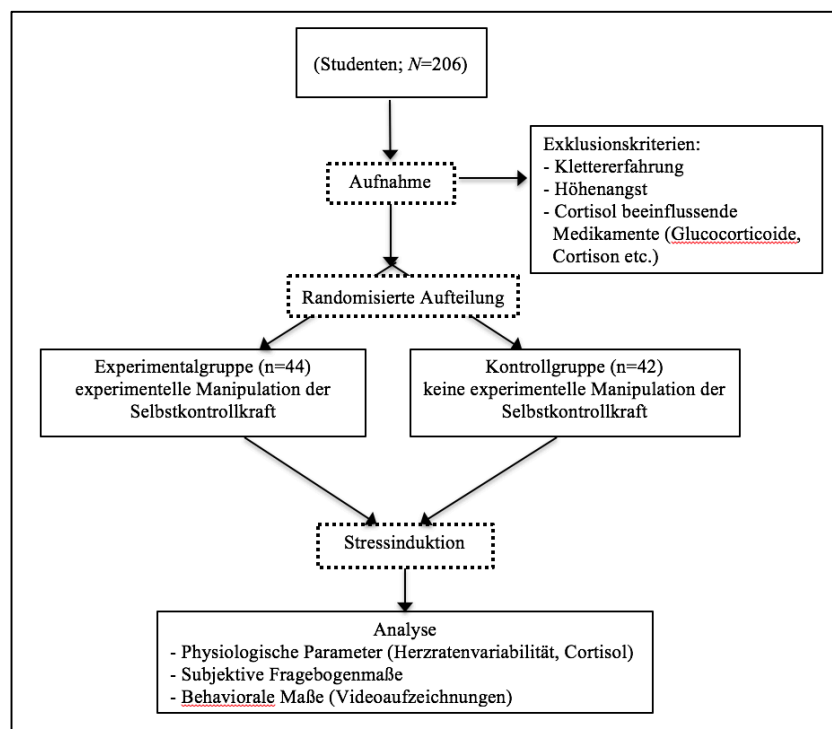


Abbildung 13. Flowchart des Untersuchungsdesigns.

### 8.2.3 Stichprobe

Die Gesamtstichprobe der Vorerhebung bestand aus  $N = 206$  männlichen Studenten im Alter von  $M = 22.78$  Jahren ( $SD = 2.84$ ). Hiervon waren 89.3% (184) Studenten der Sportwissenschaften, 5.8 % (12) studentische Teilnehmer des Hochschulsports und 4.8 % (10) Studenten der Psychologie. Die Befragung der Studenten fand im Rahmen von Lehrveranstaltungen unter Anwesenheit eines Dozenten statt. Die Teilnehmer waren im Durchschnitt 14.2 - mal geklettert ( $SD = 45.5$ ) und 15.9 - mal gebouldert ( $SD = 82.5$ ). Sie trieben  $M = 9.5$  Stunden ( $SD = 4.2$ ) Sport pro Woche und schätzten ihr aktuelles Fitnessniveau auf einer Skala von 0-100 (1 = geringe Fitness; 100 = hohe Fitness) auf  $M = 71.44$  ( $SD = 17.4$ ). Das durchschnittliche Wettkampfniveau der jeweils betriebenen Sportart lag bei Oberliga ( $M = 3.9$ ;  $SD = 1.5$ ). Die Studenten nahmen freiwillig an dieser Vorerhebung teil und erhielten keine finanzielle Entschädigung.

Nach Anwendung der Ausschlusskriterien verblieben 128 Probanden als potenzielle Teilnehmer der zweiten Projektphase. Hiervon konnten fünf Personen aufgrund aktueller Verletzungen nicht teilnehmen, zwei Personen verweigerten die Teilnahme, bei 13 Personen war keine Kontaktaufnahme möglich und neun Personen erschienen nicht zum vereinbarten Termin. Trotz klarer Anweisung vor und während der Studienteilnahme weder zu essen noch zu trinken, nahm ein Proband während des Experiments Nahrungsergänzungen oral zu sich. Ein weiterer Proband verweigerte den Sprung ins Seil, komplettierte demnach nicht die Aufgabe und musste aus den Datenauswertungen ausgeschlossen werden. Somit ergab sich eine Substichprobengröße von  $n = 86$ . Sie setzte sich aus Studenten der Universität Heidelberg aus den Fachbereichen Sportwissenschaft (85.2 %), Psychologie (8 %) sowie Teilnehmern des Hochschulsports Heidelberg (6.8 %) zusammen. Die Substichprobe wies einen Altersdurchschnitt von  $M = 22.48$  ( $SD = 2.8$ ) auf und lag damit höher als in der Pilotstudie ( $M = 17.21$ ,  $SD = 1.03$ ). Der Body Mass Index (BMI) betrug  $M = 23.56$  ( $SD = 2.10$ )<sup>7</sup>. Die 86 Teilnehmer gaben eine absolute Anzahl an Klettererfahrungen von  $M = 1.4$  ( $SD = 1.86$ ) sowie an Bouldererfahrungen von  $M = 0.68$  ( $SD = 1.44$ ) an. Pro Woche betrieben sie  $M = 8.61$  ( $SD = 3.66$ ) Stunden Sport und gaben ein

---

<sup>7</sup> BMI: Körpergewicht in Kilogramm dividiert durch Körpergröße in Metern zum Quadrat. Zum Vergleich: Laut einer Repräsentativstatistik liegt der BMI der 20-30 jährigen, männlichen deutschen Bevölkerung bei  $M = 24,5$  (Statistisches Bundesamt, 2013).

Fitnessniveau von  $M = 70.98$  ( $SD=18.28$ ) an. Ihre jeweiligen Sportarten wurden zumeist auf Oberliganiveau ( $M = 4.11$ ;  $SD = 1.32$ ) ausgeübt. Die randomisierte Zuordnung der Probanden zum jeweiligen Startzeitpunkt und der Bedingung wurde folgendermaßen durchgeführt: Unter Beachtung der circadianen Rhythmik der Cortisolsekretion wurde die Verteilung der Startzeitpunkte beider Bedingungen so gewählt, dass die zeitliche Gewichtung ausbalanciert war. Auf diese Weise konnte eine einseitige Interaktion zwischen Zeit und Cortisolausschüttungsrate minimiert werden. Die Zuteilung der Probanden fand mittels Münzwurf statt. Die jeweilige Gruppenzugehörigkeit wurde den Probanden erst nach Absolvierung des Experiments mitgeteilt. Pro Bedingung ergab sich eine Probandenanzahl von  $n = 44$  (D) bzw.  $n = 42$  (ND). Alle Versuchspersonen wurden instruiert mindestens eine Stunde vor Versuchsbeginn weder Kaffee, Fruchtsäfte, Alkohol, Nahrungsmittel noch Nikotin zu sich zu nehmen. Die Teilnahme an der zweiten Studienphase war freiwillig. Am Ende des Experiments erhielten alle Teilnehmenden eine finanzielle Entschädigung von 15 Euro.

#### *8.2.4 Materialien*

Wie bereits erwähnt setzt sich die hier berichtete Hauptstudie aus zwei Studienphasen zusammen (siehe Abbildung 13). Nachfolgend werden die hierzu verwendeten Materialien zunächst der ersten-, anschließend der zweiten Studienphase vorgestellt.

##### *Erste Studienphase*

Die Vorerhebungen fanden innerhalb eines Zeitraumes von fünf Monaten statt (16.06. – 12.11.2016).

Das Ziel dieser ersten Studienphase war die Selektion potenzieller Probanden anhand spezifischer Kriterien:

1. Kletter- und Bouldererfahrung. Hierdurch sollten jene Personen ausgeschlossen werden, die bereits mehr als fünf Mal geklettert bzw. gebouldert und somit an die Komponenten der Höhe und des Bewegungsablaufes beim Klettersport habituiert waren.
2. Höhenangst (Akrophobie). Unter dieser Angst leidende Personen zeigen mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeprägtere Stressreaktionen auf Kletteraufgabe und Sprung, als Personen ohne Phobie.
3. Cortisol beeinflussende Medikamente. Die Einnahme dieser Pharmaka beeinflusst die Sekretion des Cortisols und kann somit eine Verzerrung der Daten begünstigen.

Zur Erfassung der Selektionskriterien wurden Fragebögen in Lehrveranstaltungen des Instituts für Sport und Sportwissenschaft Heidelberg, des Psychologischen Instituts Heidelberg sowie in Kursen des Hochschulsports Heidelberg in Anwesenheit eines Dozenten bzw. Kursleiters ausgefüllt und anschließend eingesammelt. Die Beantwortung der Fragebogenpakete dauerte durchschnittlich 15 Min. Die Teilnehmer erhielten ein Fragebogenpaket, in dem sie zunächst um die Angabe ihrer Kontaktdaten (Name, E-Mail-Adresse, Telefonnummer) gebeten wurden. Zur Gewährleistung der Anonymität gaben sie zudem einen persönlichen Code an. Neben demografischen Daten (Alter, Geschlecht) sollten ebenfalls anthropometrische Merkmale (Körpergröße, Körpergewicht) zur späteren Bestimmung des BMI angegeben werden. Vor dem Hintergrund des Zusammenhangs zwischen allgemeinem körperlichem Leistungsniveau und Stressreaktivität (Fuchs & Gerber, 2017), wurden die jeweils am regelmäßigsten betriebene Sportart, Häufigkeit der Ausübung pro Woche in Stunden, Wettkampfniveau, größter sportlicher Erfolg, subjektives Fitnessniveau sowie aktuelle Verletzungen bzw. körperliche Einschränkungen erfragt. Fragen bezüglich Klettern, *Bouldern* und Höhenangst wurden durch Auflistungen von (für die vorliegende Studie) irrelevanten Sportarten (bspw. Golf, Reiten, Skifahren etc.) bzw. weiterer Ängste (Sozialphobie, Arachnophobie etc.) maskiert. Zudem wurden Cortisol beeinflussende Faktoren (Zigaretten- und Kaffeekonsum, Einnahme kortisonhaltiger Medikamente) erfragt. Die im Zentrum der vorliegenden Studie stehenden Dispositionen der Selbstkontrolle und des SS wurden mittels der SCS-K-D (Bertrams et al., 2009) sowie der SSS-V (Zuckerman, 1979; deutsche Fassung von Beauducel et al. 1999) erfasst. Die von Bertrams et al. (2009) berichtete, akzeptable bis gute Reliabilität ( $\alpha = 0.78$ ) des SCS-K-D konnte in der vorliegenden Studie ( $\alpha = 0.762$ ) bestätigt werden. Die Reliabilität der SSS-V erreichte in der vorliegenden Studie ebenfalls einen akzeptablen bis guten Wert von  $\alpha = 0.74$ . Alle ausgefüllten Bögen wurden hinsichtlich der Ausschlusskriterien analysiert. Daraufhin wurden geeignete Teilnehmer telefonisch zur Terminvereinbarung kontaktiert.

### *Zweite Studienphase*

Auf psychologischer Ebene wurden die *Trait* Konstrukte chronischer Stress, Selbstkontrolle sowie Wettkampfangstlichkeit erhoben. Die Messungen der *State* Konstrukte umfassten Zustandsangst, intrinsische Motivation, Gefühlszustand, Erregung sowie Selbstkontrolle (MC).

### *Chronischer Stress.*

Chronischer Stress wurde zu Messzeitpunkt  $t_6$  mit Hilfe der Screening Skala zum chronischen Stress (SSCS, abgeleitet vom „Trierer Inventar zum chronischen Stress“, TICS; Schulz, Schlotz, & Becker, 2004) erfasst. Zur Operationalisierung des chronischen Stresses fassten Schulz et al. jene 12 Items zu einer Screening Skala zum chronischen Stress zusammen, welche am höchsten auf dem varianzstärksten Faktor der Gesamtskala des TICS luden (2004). Die 12 Items beziehen sich auf ein globales Maß an chronischem Stress und setzen sich aus den Subskalen Chronische Besorgnis, arbeitsbezogene und soziale Überlastung, Überforderung und Mangel an sozialer Anerkennung zusammen. Für das SSCS wurden interne Konsistenzen von  $\alpha = .87$  ermittelt (Schulz et al., 2004).

### *Wettkampffähigkeit.*

Wettkampffähigkeit wurde zu Messzeitpunkt  $t_6$  mit Hilfe des WAI-T (Ehrlenspiel, Brand und Graf, 2009) erhoben (siehe Abschnitt 8.1.4, „Wettkampffähigkeit“).

### *Zustandsangst.*

Die Zustandsangst wurde sowohl mit dem Wettkampf-Angst-Inventar State (WAI-S; Ehrlenspiel, Brand und Graf, 2009; siehe Abschnitt 8.1.5) zu zwei Messzeitpunkten ( $t_1$ ,  $t_4$ ), als auch mit dem *Anxiety Thermometer* (Houtman & Bakker, 1989; siehe Abschnitt 8.1.4) zu vier Messzeitpunkten ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$ ) erfasst. Wie auch in der Pilotstudie sprach die flexible Einsatzmöglichkeit für die Nutzung beider Instrumentarien. Als visuelle Analogskala birgt das *Anxiety Thermometer* die Vorteile einer sehr kurzen Bearbeitungszeit sowie einer höheren Wahrscheinlichkeit zur Erfassung subtiler Effekte (Allen et al., 2014).

### *Intrinsische Motivation.*

Operationalisiert wurde die intrinsische Motivation mittels der Kurzskala intrinsischer Motivation (KIM; Krombaß und Harms, 2006) zu drei Messzeitpunkten ( $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_4$ ). Der Fragebogen basiert auf dem umfangreicheren *Intrinsic Motivation Inventory* von Deci und Ryan (2003). Gemäß der Autoren ist das

Instrument durch eine gute interne Konsistenz ( $\alpha = .80$ ) gekennzeichnet. Die in der vorliegenden Studie verwendete Kurzsкала ist eine gekürzte Version, dessen 12 Items (ursprünglich 45 Items) durch eine fünfstufige Likert-Skala (1 = stimmt gar nicht – 5 = stimmt völlig) gekennzeichnet sind (Krombaß und Harms, 2006). In der Originalversion beinhalten die Fragen die Formulierung „Tätigkeiten/Leistung in der Ausstellung...“. Dieser Ausdruck wurde von den Autoren als Platzhalter deklariert, welcher die Möglichkeit zur Substitution durch alternative Formulierungen bietet. Daher wurde die Originalformulierung für die vorliegende Studie durch „Tätigkeit/Leistung in dieser Studie...“ bzw. „Die Abschreibaufgabe...“ ersetzt. Auch wurde der ursprünglich 12 Items umfassende Fragebogen für die vorliegende Studie auf neun Items gekürzt. Dieses Vorgehen hatte zwei Gründe:

1. Der standardisierte experimentelle Ablauf war durch Versuchsleiter vorgegeben und bot den Probanden keine Wahlfreiheit. Daher wurden drei Items (7; 8; 9) aus der Subskala „Wahrgenommene Wahlfreiheit“ als inkompatibel für den Studienkontext betrachtet und entfernt.
2. Zur Erfassung der intrinsischen Motivation nach der Abschreibaufgabe war es im Sinne der *Ego Depletion* Effekte notwendig, das Zeitfenster bis Beginn des Kletterns so kurz wie möglich zu halten. Durch Elimination der drei Items verkürzte sich die Dauer des Ausfüllens.

Der Fragebogen erreichte im vorliegenden Experiment eine akzeptable interne Konsistenz von ( $\alpha = 0.74$ ).

#### *Gefühlszustand.*

Gefühlszustand wurde zu drei Messzeitpunkten ( $t_1, t_2, t_4$ ) unter Verwendung einer neunstufigen Likert-Skala (Abgeleitet von *Self-Assessment Manikin*, SAM; Fischer et al., 2002; siehe Abschnitt 8.1.4) erfasst. Als weiteres Instrumentarium kam ebenfalls die deutsche Version der *Positive and Negative Affect Schedule* (PANAS; Krohne et al., 1996) zu zwei Messzeitpunkten ( $t_1, t_4$ ) zum Einsatz. Diese 20 Items umfassende Skala ist durch ein fünfstufiges Antwortformat gekennzeichnet bei dem sich jeweils 10 Items auf negative bzw. positive emotionale Dimensionen beziehen. In einer groß angelegten Studie ( $N = 4188$ ) aus dem Jahr 2016 konnten der deutschen Version des PANAS gute bis exzellente interne Konsistenzen ( $\alpha = 0.86 - 0.93$ ) zugewiesen werden (Breyer & Bluemke).



### *Erregung.*

Messungen der subjektiv wahrgenommenen Erregung wurden zu vier Messzeitpunkten durchgeführt ( $t_1, t_2, t_3, t_5$ ). Hierzu wurde eine neunstufige Skala verwendet, welche Antwortmöglichkeiten von eins (sehr ruhig) bis neun (sehr aufgeregt) umfassten (siehe Abschnitt 8.1.4).

### *Herzratenvariabilität*

HRV wurde mit Hilfe zweier tragbarer Geräte *eMotion 180 Faros* des finnischen Herstellers *Mega Electronics* erhoben. Diese Instrumentarien ermöglichen eine *Sampling* Frequenz von bis zu 1000 Hz und eignen sich gemäß des Herstellers für interdisziplinäre Einsatzbereiche wie Kardiologie, Sportwissenschaften, Stressmanagement, Psychotherapie etc. Zur Inbetriebnahme befestigt der Versuchsleiter das Gerät an einem kompatiblen Brustgurt unterhalb der Brustmuskulatur der Versuchsperson. Das Gerät wurde während des Experiments zu keinem Zeitpunkt abgeschaltet und generierte somit fortwährend Daten. Aufgrund des Vorhandenseins zweier Messinstrumente waren ununterbrochene Messungen auch dann gewährleistet, wenn sich die Erhebungen zweier Probanden zeitlich überschneiden. Die Messungen für Eingangs- und Regenerationswerte wurden in sitzender Position mit den Händen auf einem Tisch und einem Kniewinkel von 90 Grad durchgeführt. Wie empfohlen, wurden die Eingangsmessungen erst dann durchgeführt, nachdem der Proband bereits fünf Min. in sitzender Position verweilt hatte (Ghuman et al., 2009). Noch vor Beginn der Eingangsmessungen sollte sichergestellt sein, dass sich die Probanden ausreichend an Räumlichkeit sowie mit der Erhebung zusammenhängende Stimuli (Brustgurt, Körperposition etc.) gewöhnt hatten. Die HRV Daten wurden auf dem internen Speicher des Gerätes gesichert und konnten im Anschluss an die Erhebungen per USB-Kabel auf den PC übertragen werden.

### *Cortisol.*

In Erweiterung zur Pilotstudie wurde Speichelcortisol zu fünf Messzeitpunkten ( $t_1, t_4, t_5, t_6, t_7$ ) erfasst. Die höhere Anzahl an Messungen sollte eine detailliertere Abbildung der Erholungsphase nach dem Stressor ermöglichen. Wie in der ersten Studie wurden hierfür Kunstfaserröllchen (Salivetten) genutzt, die von den Probanden für eine Minute im Mund behalten wurden (Siehe Abschnitt 8.1.4). Zur

Gewährleistung der Gültigkeit der Proben erhielten die Probanden die Instruktion weder Nahrung noch Flüssigkeiten vor- sowie während des Experiments zu sich zu nehmen. Aus Gründen der circadianen Rhythmik des Cortisols lag das Zeitfenster für die Erhebungen zwischen 12 und 18 Uhr nachmittags (siehe Abschnitt 2.2). Nach Beendigung der Erhebungen wurden die Speichelproben noch am selben Tag zur Lagerung bei mindestens sieben Grad unter Null tiefgekühlt. Auch an dieser Stelle übernahm das Steroidlabor der Medizinischen Fakultät Heidelberg die Auswertungen<sup>8</sup>.

#### *Verhaltensdaten.*

Die Aufzeichnungen der behavioralen Daten erfolgten während des Kletterns ( $t_3$ ) unter Verwendung zweier Videokameras (*Hero4 Silver*, *GoPro*). Eine Kamera befand sich auf einem standardisiert platzierten Stativ am Boden und wurde zu Aufnahmen aus der Normalperspektive genutzt. Die zweite Kamera befand sich oberhalb der Kletterwand und diente zu Aufzeichnungen in Ober- bzw. Vogelperspektive. Gestartet wurden die Aufnahmen kurz nachdem der Proband die Halle, in der sich die Kletterwand befand, betreten hatte. Aufnahmeende war nach Absolvierung des Sprunges ins Seil. Ziel der Videoanalysen war die Beantwortung der Frage, ob das Ausmaß der momentan verfügbaren SK-Kraft sowie SS einen Einfluss auf das Kletterverhalten haben. Hierzu wurden beide Bedingungen anhand spezifischer Verhaltenskategorien verglichen (Nieuwenhuys et al., 2008; Pijpers et al., 2005): Explorative Bewegungen, erfolgreich ausgeführte Bewegungen, Gesamtkletterzeit, Gesamtzeitdauer des Verharrens in einer Position, Verharrenspositionen. Eine Übersicht der in erster und zweiter Projektphase operationalisierten Parameter, sowie die hierfür verwendeten Instrumentarien bietet Tabelle 3.

---

<sup>8</sup> Intraassayvarianz bei 2.6µg/100ml: 5.95%, -bei 17µg/100ml: 1.56%, -bei 26.6µg/100ml: 4.62% (Untere NWG: Speichel 0.15ng/ml-obere 15ng/ml).

Tabelle 3

Überblick über die Variablen und der Instrumente zur Operationalisierung

| Kategorie   | Variable                   | Messinstrument  |
|---|----------------------------|---|
| Psychologische Variablen<br>( <i>Trait</i> -Maße) | Sensation Seeking          | SSS-V (Zuckerman et al. 1978; deutsche Fassung von Beauducel et al. 1999)   |
|   | Selbstkontrolle            | SCS-K-D (Bertrams et al., 2011)   |
|   | Chronischer Stress         | TICS (Schulz et al., 2004)  |
|   | Wettkampfstärke            | WAI-T (Ehrlenspiel et al., 2009)  |
| Psychologische Variablen<br>( <i>State</i> -Maße) | Zustandsangst              | - WAI-S (Ehrlenspiel et al., 2009)<br>- <i>Anxiety Thermometer</i> (Houtman & Bakker, 1989)<br>- Videoanalyse/Software für die Klassifizierung von Emotionen anhand des Gesichtsausdrucks |
|   | Motivation                 | KIM (Krombaß und Harms, 2006)   |
|   | Affekt                     | 9-stufige Skala (Modifizierte Skalenversion des <i>Self-Assessment Manikin</i> ; Fischer et al., 2002)  |
|   | Affekt                     | PANAS (Deutsche Version; Krohne et al., 1996)   |
|   | Erregung                   | 9-stufige Skala (Modifizierte Skalenversion des <i>Self-Assessment Manikin</i> ; Fischer et al., 2002)  |
|   | <i>Depletion</i> Kontrolle | <i>Manipulation Check</i> (Bertrams et al., 2010)   |
|   | Physiologische Maße        | Herzratenvariabilität   |
| Cortisol  |                            | Salivetten (Firma „Sarstedt AG & Co.“)  |
| Behaviorale Maße                                  | Kletterverhalten           | Videoanalyse mittels Kamera des Herstellers <i>GoPro</i> anhand ausgewählter Parameter (bspw. „Anzahl explorativer Bewegungen“, Nieuwenhuys et al., 2008; Pijpers et al., 2005)           |

### 8.2.5 Versuchsablauf

Nach telefonischer Terminvereinbarung erhielten die Teilnehmer eine E-Mail, die einerseits der Terminbestätigung und andererseits der Vermittlung spezifischer Vorinformationen diente: Wie in der Pilotstudie wurden die Probanden instruiert mindestens eine Stunde vor Beginn des Experiments weder Nahrung, Säfte, Kaffee, Nikotin noch alkoholische Getränke zu sich zu nehmen. Dieses Vorgehen sollte eine Beeinflussung physiologischer Parameter verhindern. Zu diesem Zeitpunkt waren sich die Probanden lediglich bewusst, dass sie eine Bewegungsaufgabe zu absolvieren hatten. Das Vorenthalten weiterer Informationen sollte mögliche Antizipationseffekte verhindern. Nach Begrüßung des

Probanden legte ihm der Versuchsleiter einen Brustgurt zur Messung der HRV an. Nun setzten sich die Versuchspersonen und lasen zunächst Dokumente mit Informationen zum Studienhintergrund. Nach dem Unterschreiben einer entsprechenden Einverständniserklärung erfolgten die Eingangsmessungen ( $t_1$ ) der physiologischen- (Cortisol, HRV) und der psychologischen Parameter (Zustandsangst, Affekt, Erregung, Motivation) in standardisierter, sitzender Position. Im Anschluss wurden die Versuchspersonen gebeten, einen Text für eine Dauer von zehn Min. abzuschreiben ( $t_2$ ). Im Gegensatz zur ND-Bedingung erhielten die Probanden der D-Bedingung die Instruktion einen Text abzuschreiben, bei dem sie die Buchstaben „e“ und „n“ ausließen. Diese Form des Abschreibens führte bereits in vorangegangenen Studien zur erfolgreichen Manipulation der SK-Kraft (Bertrams, Englert, & Dickhäuser, 2010). Die Manipulation wurde mittels eines *MC* überprüft (Bertrams, Englert, & Dickhäuser, 2010). Da sich die SK-Kraft in Ruhephasen regenerieren kann (Muraven & Baumeister, 2000, Tyler & Burns, 2008), wurde ein möglichst kurzes Zeitfenster zwischen Manipulation und darauffolgender Stressinduktion eingehalten. Die Probanden durchliefen nun das Paradigma, das Stress auf psychologischer und physiologischer Ebene induzieren sollte ( $t_3$ ). Neben der Stressreaktivität hatte das Paradigma ebenfalls die Überprüfung des als bereichsübergreifend postulierten *Ego Depletion* Effektes zum Ziel (Hagger, Wood, Stiff & Chatzisarantis, 2010). Die Konzeption des Paradigmas gründete auf der Annahme, dass *Ego Depletion* Effekte umso ausgeprägter ausfallen, je komplexer die darauffolgende Aufgabe gestaltet ist (Hagger, Wood, Stiff & Chatzisarantis, 2010).

Die Studienteilnehmer wurden hierfür in eine Halle unmittelbar vor eine Kletterwand geführt. Unter Anleitung eines Versuchsleiters zogen sie einen Klettergurt an und erhielten folgende Instruktion: „Du bist mit dem Knoten am Seil eingebunden. Das Seil geht oben in der Wand durch den Umlenker und durch mein Sicherungsgerät. Damit bist du jederzeit gesichert. Ich bitte dich nun nach oben zu klettern. Dein Ziel ist es, die obersten beiden Griffe mit den Händen zu erreichen. Du darfst alle Tritte und Griffe benutzen. Bitte verwende jedoch nicht die Metallhaken in der Wand. Oben angekommen, wirst du weitere Instruktionen erhalten.“ Mit Beginn des Kletterns wurden zusätzlich zu physiologischen- und psychologischen Daten auch behaviorale Parameter erhoben: Während des Kletterns wurden die Versuchspersonen von zwei Kameras gefilmt (siehe Abschnitt 7.2.4, „Verhaltensdaten“). Am oberen Ende der Wand angelangt erhielten die Probanden die Anweisung in ein rot blinkendes Licht einer

Kamera für eine Dauer von fünf Sekunden zu schauen. In Reichweite des Probanden befand sich ein dort angebrachter Papierblock, auf dem sich die Skala des *Anxiety Thermometers* befand („Wie hoch schätzen Sie ihr momentanes Angsterleben ein?“; Houtman & Bakker, 1989). Die Anleitung des Versuchsleiters lautete: „Über dir hängen ein Notizblock und ein Stift. Beantworte die Frage auf dem Zettel, indem du ein Kreuz setzt. Falte dann das Papier und wirf es herunter.“ Nach Bearbeitung des *Anxiety Thermometers* wurden die Probanden gebeten nochmals in das rote Licht der Kamera zu schauen. Anschließend wurde ein „Sprung ins Seil“ mit folgender Instruktion angekündigt: „Ich bitte dich gleich ins Seil zu springen. Du wirst zwei bis drei Meter tief fallen. Bitte beachte drei Punkte: Springe deutlich nach hinten ab. Nimm die Hände weg vom Seil. Hebe die Beine nach vorne an, so dass du mit beiden Füßen gleichzeitig an der Wand landest. Schau weiterhin in das rot blinkende Licht und springe, wenn du soweit bist.“

Nach Absolvierung des Sprunges legten die Versuchspersonen den Klettergurt ab und wurden zur Durchführung der Post-Stress-Messungen in einen dritten Raum geleitet ( $t_4$ ). Auf einem Stuhl Platz genommen, begannen sie dort in sitzender Position mit der wiederholten Beantwortung von Fragebögen zur Erfassung psychologischer Parameter (Zustandsangst, Affekt, Erregung, Motivation). Zehn Min. nach dem Sprung wurde eine zweite-, 20 Min. danach eine dritte Speichelprobe entnommen ( $t_5$ ). Zu Messzeitpunkt  $t_6$  beantworteten die Versuchspersonen ein letztes Fragebogenpaket zu psychologischen Konstrukten (Wettkampftätigkeit, Chronischer Stress) und gaben 30 Min. nach dem Sprung eine vierte- sowie 40 Min. danach eine fünfte und letzte Speichelprobe ab. Eine Übersicht über den gesamten experimentellen Ablauf bietet Abbildung 14. Nach Abnahme des Brustgurtes zur HRV-Messung wurden alle Teilnehmer gebeten die Aufklärung bezüglich des Inhalts der vorliegenden Studie zu lesen<sup>9</sup>. Dieses Dokument beinhaltete neben den Hintergründen des experimentellen Verlaufes die Bitte, dass bis Anfang des Jahres 2017 Stillschweigen über die praktischen Inhalte der Studie bewahrt werden soll. Wie zu Beginn des Abschnitts dargelegt sollte dieses Vorgehen Antizipationseffekte bei zukünftigen Studienteilnehmern verhindern.

---

<sup>9</sup> Die Vereinbarung im Rahmen des vorangegangenen Ethikantrages verlangte anschließende Aufklärung bei Studien mit aktiver oder passiver Täuschung.

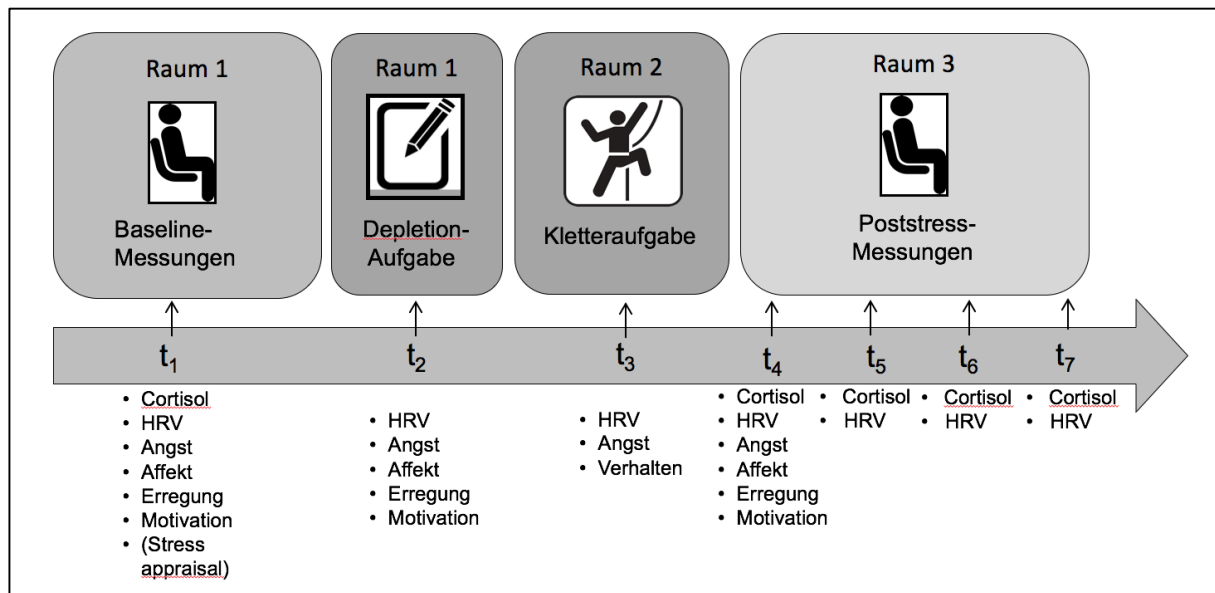


Abbildung 14: Im Gegensatz zur ND-Bedingung absolvierte die D-Bedingung eine Form der Abschreibtaufgabe, die die experimentelle Manipulation der SK-Kraft zum Ziel hatte. Daraufhin wurden beide Bedingungen einer sportspezifischen Stresssituation ausgesetzt und die Ausprägung ihrer Stressreaktion auf psychologischer, physiologischer und behavioraler Ebene erfasst. Die Messungen wurden zu sieben Zeitpunkten (t<sub>1</sub>-t<sub>7</sub>) unter Laborbedingungen und in drei verschiedenen Räumen vorgenommen.

### 8.2.6 Statistische Verfahren

Wie in der Pilotstudie werden im vorliegenden Experiment sowohl psychologische und physiologische, als auch behaviorale Daten erhoben. Insbesondere die Auswertung der physiologischen und behavioralen Parameter war mit einer größtenteils aufwendigen sowie komplexen Vorverarbeitung der Daten verbunden. Infolgedessen berichtet der kommende Abschnitt von der variablenabhängigen- sowie von der allgemeinen Datenvorverarbeitung. Anschließend wird die grundlegende Auswertungsstrategie aller Daten erläutert.

#### Vorverarbeitung der Daten

##### Gefühlszustand.

Der Gefühlszustand der Versuchspersonen wurde zu drei Messzeitpunkten (t<sub>1</sub>, t<sub>2</sub>, t<sub>4</sub>) anhand zweier unterschiedlicher Messinstrumente erfasst. Bei Verwendung mehrerer Instrumente für nahezu identische Variablen, kann die Bildung von Indizes den Vorteil einer Reduktion des Alpha-Fehlers sowie eine umfassendere Repräsentation eines Konstruktes bieten (Soler et al., 2014). Unter einem Index wird eine Zusammenfassung mehrerer Einzelindikatoren zu einer neuen Variablen verstanden

(Schnell, Hill & Esser, 1999). Vor diesem Hintergrund wurden additive Index-Werte für die Variable Gefühlszustand aus Daten des PANAS (Krohne et al., 1996) und einer Skala zum momentanen Gefühlszustand gebildet (abgeleitet von „Self-Assessment Manikin“, SAM; Fischer et al., 2002), indem die zuvor Z-standardisierten, rekodierten<sup>10</sup> Werte addiert und der so ermittelte Wert durch die Anzahl der gültigen Angaben dividiert wurde (Baur, 2014).

#### *Cortisol.*

Der Cortisolgehalt der Speichelproben wurde im Steroidlabor der Medizinischen Fakultät Heidelberg via Radioimmunoassay bestimmt. Aufgrund circadianer Veränderungen der Ausschüttungsraten kann von einem Einfluss der Uhrzeit zum Zeitpunkt der Studienteilnahme auf die Cortisolreaktion ausgegangen werden. Zur Reduktion des circadianen Einflusses wird in einigen Studien die Spanne des Erhebungszeitraums eingeschränkt (Schoofs & Wolfs, 2011). Von größerer Relevanz ist jedoch der Zeitpunkt des Aufwachens, welcher einen signifikanten Einfluss auf die Ausschüttungsrate der verbliebenen Stunden des Tages hat. Dieser Aufwachzeitpunkt kann bei großen Stichproben hohe Varianzen aufweisen (Sanchèz et al., 2012). Daher wurde der individuelle Startzeitpunkt in der vorliegenden Erhebung als Kovariate in die Berechnungen mit einbezogen.

#### *Herzratenvariabilität.*

Die Datenauswertung der HRV erfolgte mit Hilfe der kostenlosen und online zugänglichen Kubios HRV Software (Tarvainen et al., 2014), welche sich für die Auswertungen bereits in zahlreichen Forschungsarbeiten mit psychophysiologischem Hintergrund bewährt hat (Laborde et al., 2017). Für die Datenanalyse der Messungen wurde ein Zeitfenster von fünf Min. gewählt (vgl. Malik, 1996). Die Software Kubios bietet unterschiedliche Grade für die Korrektur von Artefakten: Diese reichen von *very low* (0.45 s) bis *very strong* (0.05 s). Für die Analyse der vorliegenden Daten wurde die Einstellung *medium* (0.25 s) gewählt, da aufgrund der Schreibtätigkeit der Probanden während der Messungen

---

<sup>10</sup> Das Instrument PANAS untergliedert sich in eine negative bzw. positive Dimension. Bevor beide Dimensionen zu einem Wert aggregiert werden konnten, wurden die Werte der negativen Dimension umkodiert, um den Werten eine gleiche Richtung zu geben (vgl. Baur, 2014).

Bewegungen enthalten waren, die das Auftreten von Artefakten begünstigten. Wo notwendig wurden Artefakte mit Hilfe der Analyse der Tachogramme manuell berichtigt. Dieses Vorgehen zur Korrektur von Artefakten gilt als allgemein anerkannt (Laborde et al., 2017). Eine abhängige Variable der vorliegenden Studie war die parasympathische Aktivität, welche anhand des zeitbezogenen HRV-Parameters RMSSD operationalisiert wurde. Dieser Parameter wird unter anderem für psychophysiologische Studien zur Überprüfung des Neuroviszeralen Integrationsmodells<sup>11</sup> empfohlen (Thayer et al., 2009).

#### *Verhaltensdaten.*

Das Kletterverhalten wurde wie in der Pilotstudie mittels Videoaufzeichnungen analysiert (siehe Abschnitt 8.2.4).

#### *Ersetzung fehlender Werte.*

Die Ersetzung fehlender Werte wurde mit Hilfe des Erwartungs-Maximierungs (EM)-Algorithmus durchgeführt (siehe Abschnitt 8.1.6).

#### *Ausreißer.*

Ausreißer wurden getrennt für Bedingungen und Messzeitpunkte analysiert. Deklariert wurden diese anhand von Boxplots gemäß Tukey (1977, in Bortz & Schuster, 2010, S. 44), welche die in Quartale unterteilte Datenverteilung ausgehend vom Median grafisch repräsentieren. Als Ausreißer galten all jene Werte, welche einen dreifachen Interquartilsabstand<sup>12</sup> vom Median aufwiesen (Bortz & Schuster, 2010): Zwei Werte der Index-Variable „Gefühlszustand“ wurden aufgrund der Überschreitung dieses Abstandes als Ausreißer deklariert<sup>13</sup>. Hinsichtlich der Cortisolwerte wurden drei Fälle aus den Berechnungen ausgeschlossen, da diese außerhalb der Spannweite des Assays lagen (0.36 nmol/L; 64.97

---

<sup>11</sup> Dieses Modell bekräftigt die Zusammenhänge zwischen Selbstregulationsprozessen und HRV, indem es eine gemeinsame neuronale Grundlage beider Konstrukte postuliert.

<sup>12</sup> Als Interquartilsabstand wird der Abstand zwischen unterem und oberem Quartal bezeichnet (Bortz & Schuster, 2010).

<sup>13</sup> Diese Ausreißer traten innerhalb der D-Bedingung zu Messzeitpunkt  $t_4$  mit einem Z-Wert von -2,69 bzw. -3,65 auf. Innerhalb gleicher Bedingung und Messzeitpunkt lag der Median bei -0,141 ( $M=-0,052$ ;  $SD=0,853$ ).



nmol/L; 47.86 nmol/L). Bezüglich der Variablen HRV sowie „Erregung“ waren keine Ausreißer vorhanden.

#### *Normalverteilung.*

Überprüft wurde die Voraussetzung für parametrische Tests anhand der Betrachtung der graphisch dargestellten Normalverteilungskurve sowie der Ergebnisse des Signifikanztests Shapiro-Wilk: Die HRV-Daten wichen innerhalb der D-Bedingung bei zwei von zehn Messzeitpunkten (Shapiro-Wilk) sowie innerhalb der ND-Bedingung bei zwei Messzeitpunkten signifikant von der Normalverteilung ab. Zwar wird in diesem Fall eine natürliche Logarithmierung nahegelegt (Laborde et al., 2017), allerdings ergaben sich nach entsprechender Transformation signifikante Abweichungen von der Normalverteilung in drei Messzeitpunkten (D-Bedingung) bzw. vier Messzeitpunkten (ND-Bedingung). Nach eingehender Analyse der Verteilungseigenschaften der Daten wurde ersichtlich, dass dies auf eine zuvor bestehende linksschiefe Verteilung der Daten zurückzuführen war. In Schlussfolgerung dessen sowie aufgrund der Tatsache, dass bei beiden Bedingungen gleiche Zellverteilung bestand (Tabachnick & Fidell, 2007a) wurden die weiteren Analysen mit nicht-logarithmierten Daten durchgeführt.

#### *Auswertungsstrategie*

Mittels t-Tests wurden zunächst eventuell bestehende Gruppenunterschiede zu  $t_1$  überprüft. Zur Evaluation von Interaktionseffekten zwischen den Bedingungen D vs. ND und den abhängigen Variablen wurden zwei mal drei (bzw. vier / fünf / sechs / sieben) ANCOVAs mit Messwiederholung durchgeführt. SS wurde hierbei als kontinuierliche Moderatorvariable behandelt und somit als zentrierte<sup>14</sup> Kovariate in die Berechnung der Analysen miteinbezogen. Lagen signifikante Interaktionseffekte zwischen SK-Kraft und einem spezifischen Parameter vor, wurden univariate ANCOVAs mit den Differenzwerten der jeweiligen abhängigen Variablen (AV) zur Post-hoc-Testung berechnet. Lagen signifikante Interaktionseffekte zwischen SS und einer AV vor wurden (unter der Voraussetzung nicht signifikanter Korrelationen zwischen den Messzeitpunkten) folgende Post-hoc-Tests durchgeführt:

---

<sup>14</sup> Zentrieren einer Variable: Verfahren zur Reduktion von Multikollinearität, bei dem der Mittelwert der Gesamtstichprobe von den individuellen Gesamtwerten subtrahiert wird.

Zunächst wurden für die entsprechenden AVs Differenzwerte zwischen den Werten der Messzeitpunkte  $t_4$  (bzw.  $t_5$  und  $t_6$ ) und  $t_2$  gebildet. Diese Differenzwerte wurden, separat für D- und ND-Bedingung auf mögliche Korrelationen mit SS überprüft. Bei signifikant negativen Korrelationen zwischen Differenzwerten und SS ließ sich ein hypothesenkonformes Ergebnis bestätigen, da gemäß der Hypothesen eine höhere Ausprägung in SS mit niedrigen Differenzwerten einhergehen sollte. Im Falle signifikanter Korrelationen zwischen den Messzeitpunkten wurde auf die Bildung von Differenzwerten verzichtet und stattdessen semipartiale Korrelationen berechnet. Kriterien für den Einbezug weiterer Kovariaten stellten signifikante Korrelationen zwischen spezifischen AVs sowie theoretische Plausibilität dar.

### 8.2.7 Ergebnisse

#### *Vergleich der Gruppen im Vorfeld der zweiten Studienphase*

Ein Ziel im Rahmen des experimentellen Vergleiches zwischen D- und ND-Bedingung war die möglichst homogene Verteilung studienrelevanter Merkmale innerhalb der Subgruppen. So konnten beim Vergleich der Bedingungen hinsichtlich der Merkmale SS, Selbstkontrolle und Alter mittels t-Tests mit unabhängigen Stichproben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Subgruppen festgestellt werden (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4

#### *Vergleich der Bedingungen bzgl. der Variablen SS, Selbstkontrolle und Alter*

| Variable                     | Gruppe | <i>M (SD)</i> | <i>t</i> -Wert (df) | <i>p</i> |
|------------------------------|--------|---------------|---------------------|----------|
| Sensation Seeking<br>(SSS-V) | D      | 23,23 (4,74)  | -1,104 (84)         | 0,273    |
|                              | ND     | 24,48 (5,72)  |                     |          |
| Alter                        | D      | 22,59 (2.95)  | 0.436 (84)          | 0,664    |
|                              | ND     | 22.33 (2.49)  |                     |          |
| Selbstkontrolle<br>(SCS-K)   | D      | 3.19 (0.48)   | -0.98 (84)          | 0,330    |
|                              | ND     | 3.29 (0.46)   |                     |          |

Die vorliegende Studie enthielt eine Bewegungsaufgabe, die physische Anforderungen, insbesondere Koordinationsfähigkeit verlangte. Folglich wurden beide Bedingungen auf mögliche Unterschiede hinsichtlich ihres sportspezifischen Leistungsstandes überprüft. Dieser Leistungsstand setzte sich zusammen aus den mittels Fragebögen erhobenen Angaben zur Körperzusammensetzung (BMI), Wettkampfniveau der aktuell betriebenen Sportart, der subjektiv eingeschätzten Fitnesssituation, der Stundenzahl des Sporttreibens pro Woche sowie der Kletter- und Bouldererfahrung (Punkt 8.2.3). T-Tests mit unabhängigen Stichproben ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Bedingungen hinsichtlich der vier Variablen, welche den sportspezifischen Leistungsstand repräsentierten (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5

*Vergleich der Bedingungen bzgl. leistungsbezogener Variablen*

| Variable                | Gruppe | <i>M (SD)</i> | <i>t</i> -Wert (df) | <i>p</i> |
|-------------------------|--------|---------------|---------------------|----------|
| BMI                     | D      | 23,46 (2,14)  | -0,602 (84)         | 0,549    |
|                         | ND     | 23,739 (2,11) |                     |          |
| Wettkampfniveau         | D      | 3,95 (1,44)   | -0,98 (84)          | 0,327    |
|                         | ND     | 4,24 (1,2)    |                     |          |
| Fitnesssituation        | D      | 72,18 (18,43) | 0,72 (84)           | 0,470    |
|                         | ND     | 69,29 (18,56) |                     |          |
| Häufigkeit Sporttreiben | D      | 8,81 (3,74)   | 0,53 (84)           | 0,595    |
|                         | ND     | 8,39 (3,63)   |                     |          |
| Häufigkeit Klettern     | D      | 1,18 (1,78)   | -1,44 (84)          | 0,153    |
|                         | ND     | 1,76 (1,94)   |                     |          |
| Häufigkeit Bouldern     | D      | 0,57 (1,30)   | -0,62 (84)          | 0,535    |
|                         | ND     | 0,76 (1,57)   |                     |          |

Aufgrund der Durchführung endokriner Vergleiche galt es die Ausprägung jener potenzieller Störvariablen innerhalb beider Subgruppen zu identifizieren, welche Einfluss auf das Ausmaß der

Cortisolsekretion haben könnten. Hierzu wurden die Bedingungen auf Unterschiede hinsichtlich chronischem Stress sowie Nikotin- und Kaffeeconsum überprüft: Ausbleibende Gruppenunterschiede deuten auf ein überwiegend homogenes, endokrines Ausgangsniveau beider Bedingungen hin (siehe Tabelle 6).

Tabelle 6

*Vergleich der Bedingungen bzgl. Cortisol beeinflussender Variablen*

| Variable                                 | Gruppe | <i>M</i> ( <i>SD</i> ) | t-Wert (df) | <i>p</i> |
|--|--------|------------------------|-------------|----------|
| Chronischer Stress<br>(SSCS)             | D      | 1,46 (0,52)            | -0,161 (84) | 0,873    |
|  | ND     | 1,48 (0,61)            |             |          |
| Nikotinkonsum<br>(Zigaretten pro<br>Tag) | D      | 0,98 (3,45)            | 0,544 (84)  | 0,588    |
|  | ND     | 0,64 (2,03)            |             |          |
| Kaffeekonsum<br>(Tassen pro Tag)         | D      | 0,57 (0,99)            | -1,93 (84)  | 0,056    |
|  | ND     | 1,07 (1,38)            |             |          |

*Vergleich der Bedingungen zu Messzeitpunkt  $t_1$*

Die Analysen der psychologischen und physiologischen Eingangswerte bestätigen, dass vor dem Beginn von Abschreibeaufgabe, Kletteraufgabe und Sprung ( $t_1$ ) keine Unterschiede zwischen den Bedingungen bestanden (siehe Tabelle 7). Bezüglich der Parameter, die die Stressreaktion im Rahmen der vorliegenden Studie abbilden, kann somit von einem weitestgehend homogenen Ausgangsniveau zwischen beiden Bedingungen ausgegangen werden. Durch die Stressinduktion ausgelöste Veränderungen sind demnach nicht auf anfänglich bestehende Unterschiede zwischen den Gruppen zurückzuführen.

Tabelle 7

*Vergleich der Bedingungen bzgl. der Variablen zur Abbildung der Stressreaktion*

| Variable                              | Gruppe | <i>M</i> ( <i>SD</i> ) | t-Wert ( <i>df</i> ) | <i>p</i> |
|---------------------------------------|--------|------------------------|----------------------|----------|
| Zustandsangst-<br>Index <sup>15</sup> | D      | -0,029 (0,651)         | -0,334 (84)          | 0,739    |
|                                       | ND     | 0,021 (0,777)          |                      |          |
| Affekt-Index                          | D      | -0,001 (0,798)         | 0,093 (84)           | 0,926    |
|                                       | ND     | -0,016 (0,693)         |                      |          |
| Erregung                              | D      | 3,705 (1,729)          | -0,347 (84)          | 0,729    |
|                                       | ND     | 3,83 (1,709)           |                      |          |
| HRV (RMSSD)                           | D      | 47,597 (18,19)         | 1,069 (84)           | 0,288    |
|                                       | ND     | 43,57 (16,67)          |                      |          |
| Cortisol                              | D      | 8,55 (4,922)           | -1,509 (81)          | 0,132    |
|                                       | ND     | 11,603<br>(11,972)     |                      |          |

*Experimentelle Manipulation der SK-Kraft*

Um zu überprüfen, ob die Abschreibeaufgabe tatsächlich die beabsichtigte Manipulation der SK-Kraft erzielte, wurde nach der Aufgabe ein MC (Bertrams, Englert & Dickhäuser, 2010) durchgeführt. Der Test konnte mit einer internen Konsistenz von  $\alpha = 0.78$  als reliabel betrachtet werden. Für beide Bedingungen wurden die vier Einzelitems zu einem Mittelwert aggregiert und mittels t-Test verglichen: Zwischen der D- ( $M = 2.76$ ,  $SD = 0.49$ ) und der ND-Bedingung ( $M = 1.92$ ,  $SD = 0.66$ ) bestanden signifikante Unterschiede,  $t(84) = 6.658$ ,  $p = 0.00$ ,  $d = 1.45$ . Anders als in der Pilotstudie wurden zusätzlich die Anzahl an korrekt geschriebenen Wörtern, sowie die Anzahl an Fehlern überprüft: Die ND-Bedingung übertrug eine signifikant höhere Anzahl an korrekten Wörtern ( $M = 171.29$ ,  $SD = 31.90$ ) als die D-Bedingung ( $M = 128.30$ ,  $SD = 21.21$ ),  $t(84) = -7.391$ ,  $p = 0.00$ ,  $d = 1.594$ , und wies eine geringere Anzahl an Fehlern ( $M = 2.55$ ,  $SD = 2.87$ ) als die D-Bedingung ( $M = 9.30$ ,  $SD = 7.94$ ) auf,

<sup>15</sup> Dieser Index setzte sich aus den Eingangswerten ( $t_i$ ) der drei Subskalen des WAI-S (kognitive und somatische Zustandsangst, Zuversicht) sowie dem Eingangswert des *Anxiety Thermometers* zusammen.

$t(84) = 5.191, p = 0.00, d = 1.12$ . Infolgedessen kann die experimentelle Manipulation der SK-Kraft als erfolgreich betrachtet werden.

### *Überprüfung der Hypothesen*

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Hypothesenüberprüfungen vorgestellt. Dabei werden zuerst die Befunde hinsichtlich der UV der Selbstkontrolle (D- vs. ND-Bedingung), anschließend hinsichtlich der UV SS, sowie Ineraktionseffekte vor Haupteffekten berichtet.

#### *Motivation.*

Theoretische Grundlage der vorliegenden Studie bildet das Kraftspeichermodell der Selbstkontrolle (Baumeister et al., 2007). Diesem steht das Prozessmodell von Inzlicht, Schmeichel & Macrae (2014) gegenüber, das *Ego Depletion* Effekte auf motivationale Einbußen, anstatt auf Reduktionen eines Kraftspeichers zurückführt. Um eine potentiell mediierende Rolle der Motivation zu überprüfen, wurde die intrinsische Motivation (KIM; Krombaß und Harms, 2006) bei beiden Bedingungen vor sowie nach der Abschreibaufgabe ( $t_1, t_2, t_4$ ) gemessen: Eine Unterschiedsprüfung hinsichtlich der Subskala „Interesse“ enthüllte einen signifikanten Interaktionseffekt zwischen beiden Bedingungen,  $F(2, 86) = 11.917, p = 0.00, \eta^2 = 0.127$ . Post-hoc Analysen mittels univariater ANCOVA errechneten signifikante Unterschiede zum Zeitpunkt unmittelbar nach der Abschreibaufgabe ( $t_2$ ),  $F(1, 86) = 18.77, p = 0.00, \eta^2 = 0.184$ . Zu diesem Zeitpunkt zeigte die D-Bedingung ein höheres Interesse ( $M = 2.75; SD = 1.07$ ) als die ND-Bedingung ( $M = 1.80; SD = 0.92$ ). Hinsichtlich „wahrgenommener Kompetenz“ [ $F(2, 86) = 0.920, p = 0.341, \eta^2 = 0.011$ ] sowie „Druck und Anspannung“ [ $F(2, 86) = 1.332, p = 0.252, \eta^2 = 0.016$ ] bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Bedingungen. Bezüglich SS ergaben sich weder für die Subskalen „Interesse“ [ $F(2, 86) = 0.262, p = 0.770, \eta^2 = 0.003$ ] und „wahrgenommenen Kompetenz“ [ $F(2, 86) = 0.740, p = 0.479, \eta^2 = 0.009$ ] noch für „Druck und Anspannung“ [ $F(2, 86) = 0.582, p = 0.560, \eta^2 = 0.007$ ] signifikante Interaktionseffekte.

### *Zustandsangst.*

Bezüglich der Werte des *Anxiety Thermometers* wies die D-Bedingung, im Vergleich mit der ND-Bedingung, keine höheren Werte der Zustandsangst auf,  $F(3, 86) = 1.279, p = 0.282, \eta^2 = 0.015$ . Auch ließen sich keine signifikanten Interaktionseffekte zwischen SS und Zustandsangst nachweisen,  $F(3, 86) = 2.064, p = 0.106, \eta^2 = 0.025$ . Bei der Gesamtstichprobe konnten hingegen signifikante Zeiteffekte gemessen werden,  $F(3, 86) = 85.22, p = 0.00, \eta^2 = 0.504$ : Im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Stressinduktion ( $t_1; M = 0.99, SD = 0.93$ ) stieg die Angst der Gesamtstichprobe während ( $t_3; M = 3.66, SD = 2.44$ ) sowie nach der Kletteraufgabe ( $t_4; M = 1.44, SD = 1.67$ ) signifikant an.

Hinsichtlich der über das Fragebogeninstrument WAI-S gemessenen, „somatischen Zustandsangst“ waren keine signifikanten Interaktionseffekte zwischen den Bedingungen ersichtlich,  $F(1, 86) = 1.401, p = 0.240, \eta^2 = 0.017$ . Auch bezüglich der Subskalen „kognitive Zustandsangst“ [ $F(1, 86) = 1.96, p = 0.659, \eta^2 = 0.002$ ] sowie „Zuversicht“ [ $F(1, 86) = 0.309, p = 0.580, \eta^2 = 0.004$ ] unterschieden sich die Bedingungen nicht voneinander. Allerdings bestanden signifikante Interaktionen zwischen SS und „somatischer Zustandsangst“ [ $F(1, 86) = 6.969, p = 0.010, \eta^2 = 0.077$ ], „kognitiver Zustandsangst“ [ $F(1, 86) = 8.772, p = 0.004, \eta^2 = 0.096$ ], sowie tendenziell signifikante Interaktionen mit „Zuversicht“ [ $F(1, 86) = 3.725, p = 0.057, \eta^2 = 0.043$ ]. Als Post hoc-Analyse wurden Differenzen zwischen den Werten der Zustandsangst vor ( $t_1$ ) und nach der Kletteraufgabe ( $t_4$ ) berechnet, und auf Zusammenhänge mit SS überprüft: SS korrelierte hierbei signifikant negativ sowohl mit den Differenzwerten der „somatischen Zustandsangst“ [ $r(84) = -0.292, p = 0.006$ ] als auch der „kognitiven Zustandsangst“ [ $r(84) = -0.316, p = 0.003$ ].

Die Gesamtstichprobe reagierte auf Kletteraufgabe und Sprung mit signifikanten Veränderungen „somatischer Zustandsangst“ [ $F(1, 86) = 66.223, p = 0.000, \eta^2 = 0.44$ ] und „kognitiver Zustandsangst“, [ $F(1, 86) = 66.223, p = 0.000, \eta^2 = 0.44$ ]. Aus den Differenzwerten ist zu entnehmen, dass die „somatische Zustandsangst“ bei der Gesamtstichprobe um  $M = 0.43$  ( $SD = 0.51$ ) ansteigt und die „kognitive Zustandsangst“ um  $M = -0.58$  ( $SD = 0.43$ ) abfällt. Hinsichtlich der Zuversicht ließen sich hingegen keine signifikanten Zeiteffekte bestätigen,  $F(1, 86) = 2.570, p = 0.113, \eta^2 = 0.030$ .

### *Gefühlszustand.*

Zwischen den beiden Bedingungen bestanden keine Unterschiede hinsichtlich des Gefühlszustands,  $F(2, 86) = 1.856, p = 0.160, \eta^2 = 0.023$ . Auch zwischen SS und der Variable „Gefühlszustand“ ergaben sich keine signifikanten Interaktionen,  $F(2, 86) = 0.394, p = 0.648, \eta^2 = 0.005$ . Die Gesamtstichprobe zeigte ebenfalls keine signifikanten Veränderungen des Gefühlszustandes während des Experiments,  $F(2, 86) = 0.064, p = 0.938, \eta^2 = 0.001$ .

### *Erregung.*

Bei Betrachtung des psychologischen Parameters „Erregung“ ließen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Bedingungen feststellen,  $F(2, 86) = 0.951, p = 0.388, \eta^2 = 0.011$ . SS interagiert ebenfalls nicht mit „Erregung“,  $F(2, 86) = 1.054, p = 0.351, \eta^2 = 0.013$ .

Bei der Gesamtstichprobe offenbarten die Berechnungen hingegen signifikante Zeiteffekte,  $F(2, 86) = 25.421, p = 0.00, \eta^2 = 0.234$ . Auf deskriptiver Ebene ist hierbei zu erkennen, dass das Erregungsniveau bei der Gesamtstichprobe nach Durchführung der Kletteraufgabe ( $t_4; M = 4.84, SD = 1.83$ ), im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Stressinduktion ( $t_1; M = 3.76, SD = 1.71$ ), anstieg.

### *Herzratenvariabilität.*

HRV wurde zu sieben Zeitpunkten ( $t_1$ - $t_7$ ) innerhalb jeweils fünfminütiger Zeitfenster erhoben. Mit Ausnahme von  $t_{3,2}$  (Kletteraufgabe)<sup>16</sup> wurden alle Messungen in standardisierten Körperpositionen bzw. mit geringfügiger physischer Aktivität durchgeführt. Aufgrund der physischen Aktivität wurde die Zeitphase während des Kletterns von den statistischen Überprüfungen auf Interaktion ausgeschlossen, da dieses Messintervall keine Vergleiche mit den Daten anderer Zeitpunkte zuließ (Laborde et al., 2017)<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> Da sich im Falle der HRV-Messungen Zeitpunkt  $t_3$  aus zwei Phasen zusammensetzt, wird zum besseren Verständnis in  $t_{3,1}$  (Zeitintervall zwischen Abschreibeaufgabe und Kletterstart) sowie  $t_{3,2}$  (Kletterphase) unterschieden.

<sup>17</sup> HRV wird durch Körperbewegungen beeinflusst. Um die Validität von HRV-Erfassungen mit mehreren Messzeitpunkten zu gewährleisten, müssen Körperhaltung und -bewegungen standardisiert sein (Laborde et al., 2017).



Die Bedingungen D vs. ND interagierten signifikant mit HRV,  $F(8, 86) = 2.327, p = 0.018, \eta^2 = 0.027$  (siehe Abbildung 15). Zur Durchführung einer Post-hoc Analyse mittels univariater ANCOVA (Kovariate SS) wurden Differenzwerte berechnet, welche die individuellen Veränderungen abbildeten: Die Berechnungen ließen signifikante Unterschiede zwischen der D- und ND-Bedingung zu Messzeitpunkt  $t_{3,1}$  (Zeitintervall zwischen Abschreibeaufgabe und Kletterstart) erkennen,  $F(2, 86) = 20.797, p = 0.00, \eta^2 = 0.200$ . Deskriptive Statistiken zeigten zu diesem Messzeitpunkt einen niedrigeren RMSSD-Wert bei der D-Bedingung ( $M = 35.59, SD = 16.26$ ) als bei der ND-Bedingung ( $M = 40.61, SD = 17.32$ ). Während der Abschreibeaufgabe ließen sich weder für die ersten fünf Min. [ $F(1, 86) = 0.043, p = 0.836, \eta^2 = 0.001$ ] noch für die zweiten fünf Min. des Messintervalls [ $F(1,86) = 2.040, p = 0.157, \eta^2 = 0.024$ ] signifikante Unterschiede zwischen D- und ND-Bedingung aufzeigen. Auch SS interagierte nicht mit HRV,  $F(8, 86) = 0.852, p = 0.557, \eta^2 = 0.010$ .

Im Gegensatz dazu wurden bei der Gesamtstichprobe signifikante Zeiteffekte gemessen,  $F(5, 86) = 6.707, p = 0.00, \eta^2 = 0.073$ : Bei Betrachtung der deskriptiven Daten wies die Gesamtstichprobe zu  $t_1$  einen RMSSD-Wert von  $M = 45.63 (SD=17.48)$  und zu  $t_{3,2}$  (Kletteraufgabe) einen RMSSD-Wert von  $M = 13.400 (SD = 7.91)$  auf. Demnach bewirkten Kletteraufgabe und Sprung bei der Gesamtstichprobe ein durchschnittliches Absinken des RMSSD-Wertes um  $-32.23 (SD = 14.95)$ .

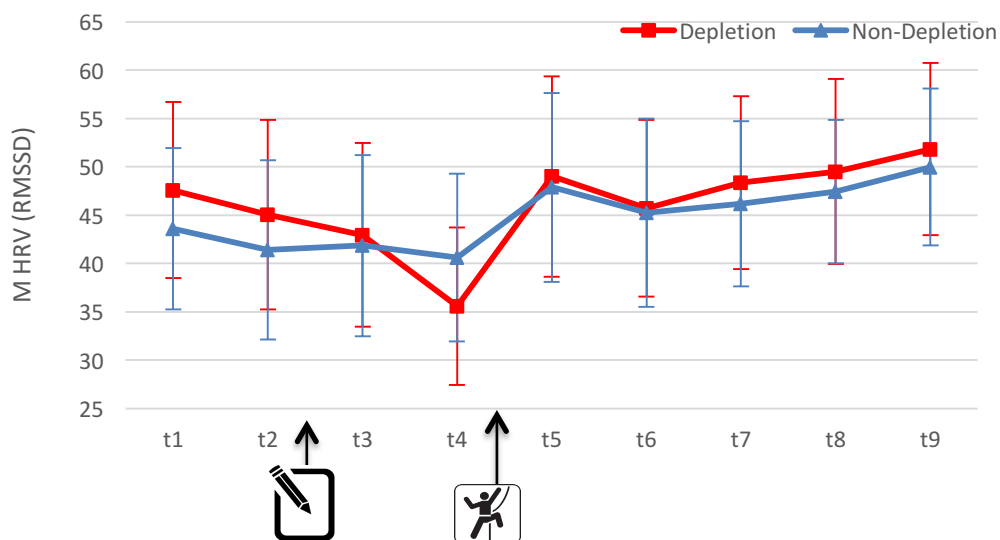


Abbildung 15. Vergleich der mittleren Werte des HRV-Parameters RMSSD zwischen den Bedingungen über den Gesamtverlauf des Experiments (nicht enthalten: Werte während des Kletters).

### *Cortisol.*

Angesichts der circadianen Rhythmik des Cortisols wurde die Summe der Stunden seit 24 Uhr in die varianzanalytischen Berechnungen als Kovariate miteinbezogen (Sanchez et al., 2012). Die Bedingungen interagierten tendenziell signifikant mit Cortisol,  $F(4, 80) = 2.352, p = 0.054, \eta^2 = 0.030$  (siehe Abbildung 16). Auch zwischen SS und Cortisol zeigten sich tendenziell signifikante Interaktionseffekte,  $F(4, 80) = 2.333, p = 0.056, \eta^2 = 0.030$ . Bei der Gesamtstichprobe wurden demgegenüber keine signifikanten Zeiteffekte gemessen,  $F(4, 80) = 1.023, p = 0.396, \eta^2 = 0.013$ .

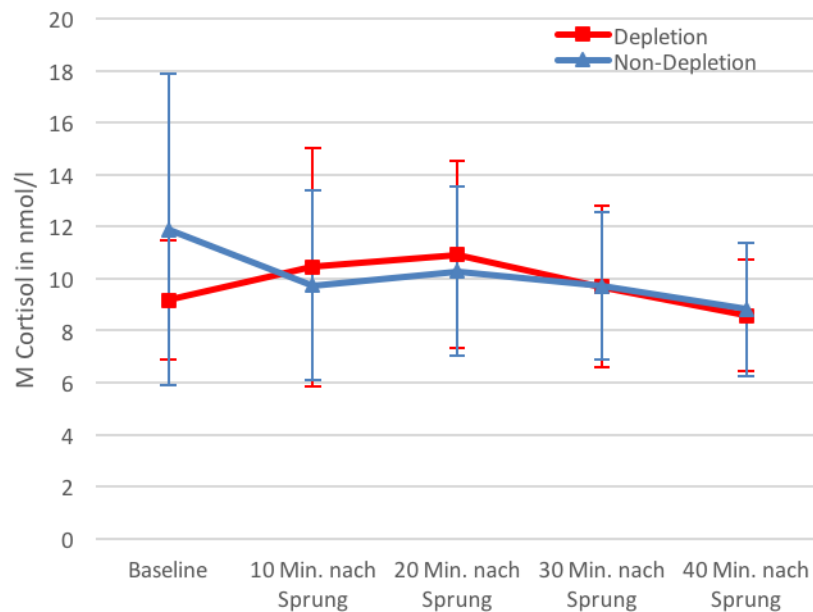


Abbildung 16. Vergleich Mittelwerte des Cortisols (in nmol/l) von D- und ND-Bedingung zwischen Eingangsmessungen (Baseline) und Abschlussmessungen (40 Min. nach Sprung).

### *Behaviorale Daten.*

Das Kletterverhalten wurde anhand von fünf Kategorien abgebildet: Gesamtkletterzeit und Gesamtzeitdauer des Verharrens in einer Position als zeitbezogene Indikatoren sowie Anzahl explorativer Bewegungen, Anzahl ausgeführter Bewegungen und Anzahl an Verharrenspositionen als Indikatoren, welche den Bewegungsfluss beim Klettern repräsentieren. Die Prüfung auf Unterschiede zwischen beiden Bedingungen erfolgte mittels univariater ANCOVA unter Einbezug von SS als Kovariate.

*Anzahl explorativer Bewegungen:* Auf deskriptiver Ebene wies die D-Bedingung ( $M = 5.73$ ,  $SD = 4.65$ ), im Vergleich mit der ND-Bedingung ( $M = 5.10$ ,  $SD = 3.25$ ), eine höhere Anzahl explorativer Bewegungen auf (siehe Abbildung 17). Unterschiedsprüfungen konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bedingungen nachweisen,  $F(1, 86) = 0.34$ ,  $p = 0.559$ ,  $\eta^2 = 0.004$ . Für die Kovariate SS zeigte die univariate ANCOVA keinen signifikanten Haupteffekt,  $F(1, 86) = 1.309$ ,  $p = 0.256$ ,  $\eta^2 = 0.016$ .

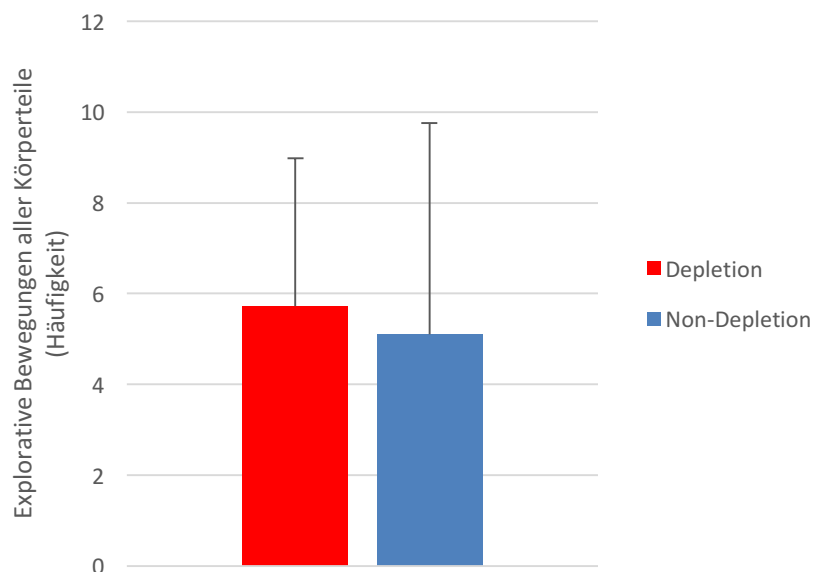


Abbildung 17. Vergleich der Mittelwerte explorativer Bewegungen während des Kletterns zwischen D- und ND-Bedingung.

*Anzahl ausgeführter Bewegungen:* Auf deskriptiver Ebene führte die D-Bedingung  $M = 29.32$  ( $SD = 4.61$ ) und die ND-Bedingung  $M = 27.81$  ( $SD = 4.374$ ) erfolgreiche Kletterbewegungen aus (siehe Abbildung 18). Inferenzstatistisch unterschieden sich die Bedingungen nicht signifikant voneinander,  $F(1, 86) = 1.94$ ,  $p = 0.167$ ,  $\eta^2 = 0.023$ .

Auch bezüglich der Kovariate SS traten keine signifikanten Haupteffekte hinsichtlich der Anzahl ausgeführter Bewegungen während des Kletterns auf,  $F(1, 86) = 1.720$ ,  $p = 0.193$ ,  $\eta^2 = 0.020$ .

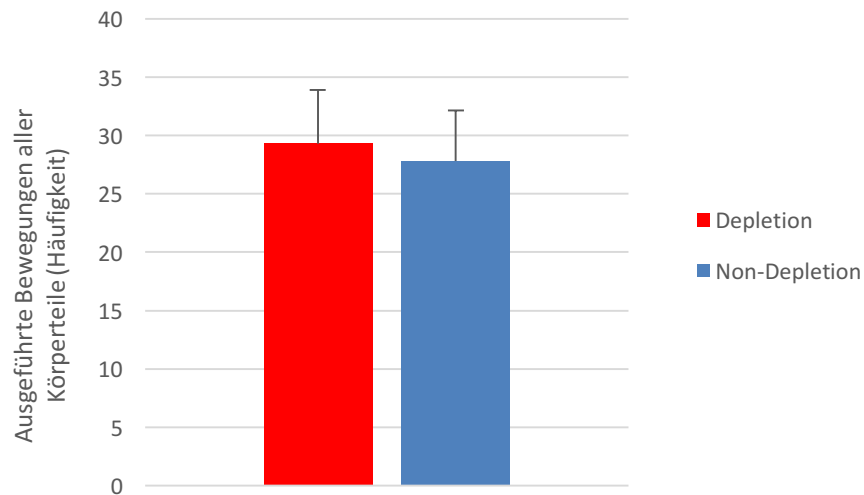


Abbildung 18. Vergleich der Mittelwerte erfolgreich ausgeführter Bewegungen während des Kletterns zwischen D- und ND-Bedingung.

*Gesamtkletterzeit:* Die D-Bedingung benötigte  $M = 0:44.26$  Min. ( $SD = 0:22.27$  Min.) und die ND-Bedingung  $M = 0:39.45$  Min ( $SD = 0:13.52$  Min.) zur Absolvierung der Kletteraufgabe (siehe Abbildung 19). Dennoch wies die D-Bedingung auf inferenzstatistischer Ebene keine signifikant längere Kletterdauer als die ND-Bedingung auf,  $F(1, 86) = 1.123, p = 0.292, \eta^2 = 0.013$ .

Im Hinblick auf SS und der Gesamtkletterzeit waren keine Haupteffekte ersichtlich,  $F(1, 86) = 1.361, p = 0.247, \eta^2 = 0.016$ .

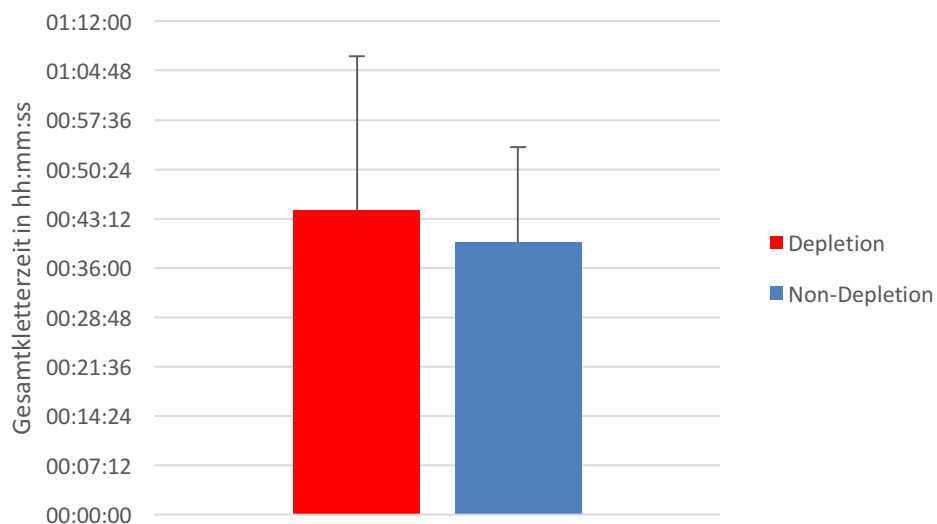


Abbildung 19. Vergleich der Mittelwerte der Gesamtkletterzeit zwischen D- und ND-Bedingung.

*Gesamtzeitdauer des Verharrens in einer Position:* Während des Kletterns verharrte die D-Bedingung für eine Dauer von  $M = 00:01.55$  Min ( $SD = 0:05.09$  Min) in einer Position, wohingegen die ND-Bedingung für  $M = 00:00.48$  Min ( $SD = 0:01.24$  Min) unbeweglich blieb (siehe Abbildung 20). Unterschiedsprüfungen errechneten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bedingungen,  $F(1, 86) = 1.780, p = 0.186, \eta^2 = 0.021$ .

Haupteffekte bezüglich SS waren ebenfalls nicht existent,  $F(1, 86) = 0.027, p = 0.870, \eta^2 = 0.000$ .

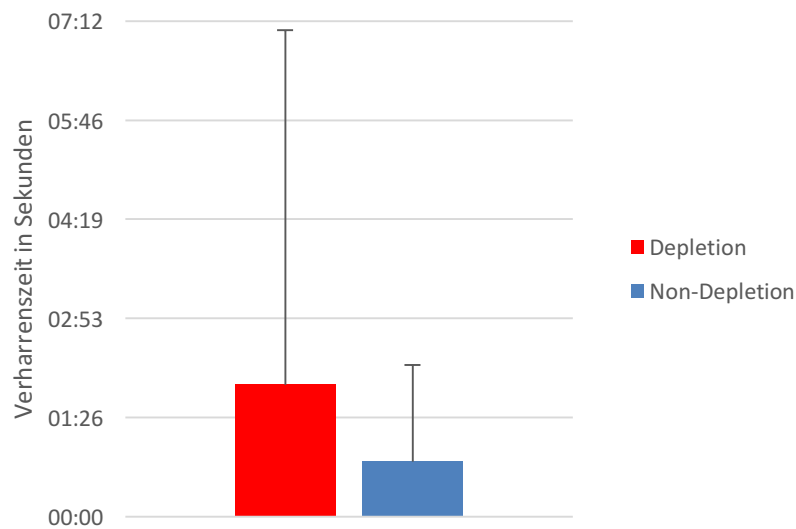


Abbildung 20. Vergleich der Mittelwerte der Verharrenszeit während des Kletterns zwischen D- und ND-Bedingung.

*Anzahl an Verharrenspositionen:* Bei Betrachtung der deskriptiven Daten nimmt die D-Bedingung  $M=1.05$  ( $SD = 2.391$ ) Verharrenspositionen ein. Die ND-Bedingung verbleibt hingegen durchschnittlich  $0.64$  ( $SD = 1.055$ ) mal unbeweglich in einer Position (siehe Abbildung 21). Doch auch in diesem Fall unterschieden sich die Bedingungen nicht voneinander,  $F(1, 86) = 1.058, p = 0.307, \eta^2 = 0.013$ . Bezüglich der Verharrenspositionen ergab die univariate ANCOVA mit SS als UV auch in diesem Fall keine signifikanten Haupteffekte,  $F(1, 86) = 0.109, p = 0.742, \eta^2 = 0.001$ .

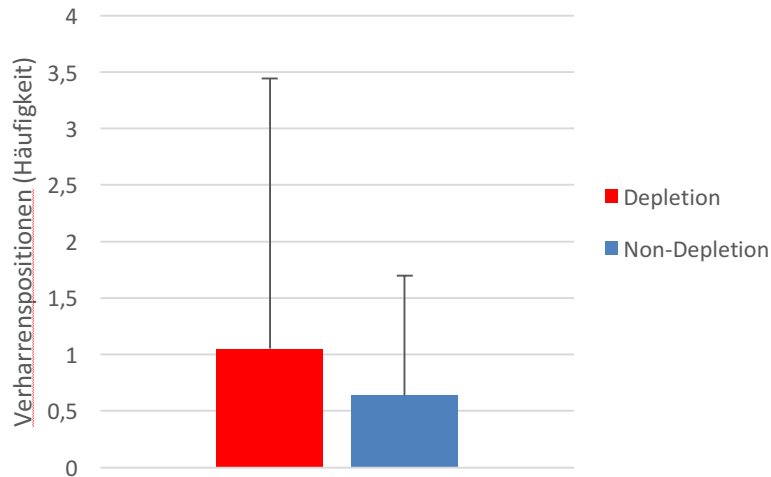


Abbildung 21. Vergleich der Mittelwerte der Verharrenspositionen während des Kletterns zwischen D- und ND-Bedingung.

### 8.2.8 Diskussion der Ergebnisse

Konzipiert und durchgeführt wurde die vorliegende Hauptstudie auf Grundlage praktischer und theoretischer Implikationen der Pilotstudie. Gleichwohl wurde die Methode zur Stressinduktion unverändert aus der Pilotstudie übernommen. Es wurde angenommen, dass Kletteraufgabe und Sprung ins Seil bei der Gesamtstichprobe zu signifikanten Veränderungen der mit Stress assoziierten Parameter auf psychologischer (Zustandsangst, Erregung), physiologischer (HRV, Cortisol) und behavioraler Ebene führen. Um zu überprüfen, ob Kletteraufgabe und Sprung tatsächlich die erwarteten Stressreaktionen induzierten, sollen zunächst die psychologischen Variablen betrachtet werden: Die Zustandsangst (*Anxiety Thermometer*) der Gesamtstichprobe stieg sowohl kurz vor dem Sprung ( $t_3$ , gemessen in 10 m Höhe in der Kletterwand), als auch nach Beendigung der Aufgabe signifikant an. Auch bezüglich der somatischen Zustandsangst (WAI-S) wies die Gesamtstichprobe signifikante Anstiege in Antwort auf den Stressor auf. Demnach waren die subjektiv erfahrenen, somatischen Symptome der Zustandsangst auch nach dem Stressor noch signifikant höher als zu Beginn des Experiments. Die kognitive Zustandsangst (WAI-S) fiel hingegen signifikant ab. Dies ist insofern nachvollziehbar, als dass zu Beginn des Experiments noch Ungewissheit bezüglich des weiteren Versuchsablaufes bestand: Wahrscheinlich ist, dass die Versuchspersonen noch folgende, zukünftige Szenarien imaginierten, was sich wiederum in höheren Mittelwerten der kognitiven Angst widerspiegelte. Nach Absolvierung von Kletteraufgabe und Sprung war für die Probanden hingegen

offensichtlich, dass keine weiteren, potenziell bedrohlichen Aufgaben folgen werden. Dies resultierte in einem geringeren Aufkommen angstbezogener Gedanken.

Die Zuversicht (WAI-S) sowie der Gefühlszustand der Versuchspersonen blieben unbeeinflusst durch den Stressor. Das über eine Likert-Skala erfasste Erregungsniveau wies hingegen signifikante Anstiege in Antwort auf den Stressor auf.

Auf physiologischer Ebene reagierte die Gesamtstichprobe mit einer signifikanten Reduktion der HRV während des Kletterns. Die in diesem Zeitfenster gemessenen RMSSD-Werte von  $M = 13.40$  ( $SD = 7.91$ ) deuteten im Vergleich mit den Eingangswerten ( $M = 45.63$ ,  $SD = 17.48$ ) auf eine geringe parasympathische bzw. hohe sympathische Aktivität hin. Zusammen mit den Anstiegen subjektiv empfundener Erregung sowie Zustandsangst war somit bei der Gesamtstichprobe ein deutlich erhöhtes, psychophysiologisches Erregungsniveau aufgrund der Stressinduktion messbar. Entgegen der Erwartung führte der Stressor jedoch nicht zu einer signifikanten Veränderung des Speichelcortisols. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte in der Beeinflussung der Reaktion durch die Spezifität des Stressors zu suchen sein: So legen Schlotz et al. nahe, dass die Cortisol assoziierte HPA-Achse eher bei Stressoren aktiviert wird, die eine Bedrohung für das soziale Selbst darstellen. Das vorliegende Experiment zielte allerdings weniger auf eine Bedrohung des Selbstwertes, als vielmehr auf die Induktion einer hohen psychophysiologischen Erregung mittels der Bedrohung physischer Unversehrtheit ab. Somit ist von einem Fehlen spezifischer, Cortisolreaktionen auslösender Faktoren auszugehen. Für zukünftige Forschungsarbeiten sollte demnach die Passung zwischen Stressor und erwarteter endokriner Reaktion genauer betrachtet werden (siehe Kapitel 9). Zusammenfassend provozierte das Kletterparadigma signifikante, erwartungsgemäße Veränderungen bei drei von vier Variablen. Die Kombination von Kletteraufgabe und Sprung ins Seil lässt sich demnach als hinreichende Methode zur Stressinduktion interpretieren.

Aufgrund der Durchführung der Abschreibaufgabe zur experimentellen Manipulation der SK-Kraft wurde erwartet, dass sich deren signifikanten Effekte aus der Pilotstudie replizieren lassen. Tatsächlich führte die experimentelle Manipulation der SK-Kraft auch in der vorliegenden Studie zu signifikanten Unterschieden zwischen D- und ND-Bedingung, sowohl hinsichtlich des MC als auch hinsichtlich der Anzahl an korrekt geschriebenen Wörtern und Fehlern. Demnach erzielte die Manipulation die

erwarteten Effekte. Angesichts dessen sollte die D-Bedingung, im Gegensatz zur ND-Bedingung, die Kletteraufgabe im Zustand des *Ego Depletion* begonnen haben. Hierbei war die zentrale Annahme, dass die Stressreaktion bei jenen Probanden in höherem Ausmaß auftritt, deren SK-Kraft experimentell manipuliert wurde. Zudem wurde von einem moderierenden Einfluss des Persönlichkeitsmerkmals SS auf das Ausmaß der Stressreaktion ausgegangen.

Auf psychologischer Ebene zeigten sich hinsichtlich der Zustandsangst (*Anxiety Thermometer*) keine signifikanten Interaktionseffekte: Weder zwischen den beiden Bedingungen noch im Bezug auf SS waren Unterschiede ersichtlich. Weiterhin unterschieden sich die Bedingungen nicht in somatischer- und kognitiver Zustandsangst (WAI-S). Auch die Zuversicht (WAI-S) war in der D-Bedingung nicht anders ausgeprägt, als in der ND-Bedingung. Folgende Gründe bieten Erklärungspotenzial für das Ausbleiben der Interaktionen:

1. Die Schlussfolgerung ist naheliegend, dass die durch die Abschreibaufgabe induzierten *Ego Depletion* Effekte nicht lange genug anhielten bzw. bis zum Kletterstart aufgrund spezifischer Aktivitäten neutralisiert wurden.
2. Es besteht die Wahrscheinlichkeit, dass sich *Ego Depletion* Effekte tatsächlich nur in jenen Situationen zeigen, welche einen erheblichen Einsatz exekutiver Funktionen verlangen (Baumeister, 2002). Somit bliebe zu diskutieren, ob Kletterbewegungen und Sprung ins Seil ein ausreichendes Maß an Aktivierung exekutiver Funktionen verlangen.
3. Möglicherweise wird das Ausmaß der Stresstoleranz nicht vom Zustand des *Ego Depletion* beeinflusst.

Allerdings traten signifikante Interaktionseffekte zwischen SS und der, über das Instrument WAI-S erfassten Zustandsangst auf: Je höher die Ausprägung in SS war, desto geringer waren somatische und kognitive Zustandsangst in der Regenerationsphase nach dem Stressor. Dies lässt den Rückschluss einer effektiveren *Down-Regulation* der somatisch- und kognitiv erlebten Zustandsangst auf Seiten jener Probanden zu, die eine hohe Ausprägung in SS besitzen. Dieser Befund steht in Einklang mit Studien, welche HSS ausgeprägte Fähigkeiten zur Angst- bzw. Stressbewältigung attestieren (Norbury & Husain, 2015; Tschiesner, 2008). In der akuten Phase der Stresssituation zeigten sich diese Effekte der Emotionsregulation hingegen nicht: Zu Messzeitpunkt  $t_3$ , zu dem sich die Probanden in ca. 10 m Höhe in der Wand und kurz vor dem Sprung befanden, unterschieden sich Versuchspersonen mit hohen Werten in SS nicht von jenen mit niedrigen Werten hinsichtlich der Zustandsangst (*Anxiety Thermometer*). Dies ist insofern entgegen Hypothese H<sub>2</sub>, als dass von Probanden mit hoher Ausprägung



in SS weniger Angstempfindungen in Gefahren- bzw. Risikosituationen erwartet wird (siehe Abschnitt 4.1). In Anlehnung an Zuckerman (2007) wurde weiterhin davon ausgegangen, dass Kletteraufgabe und Sprung bei Versuchspersonen mit hoher Ausprägung in SS positivere Gefühlszustände auslösen, als bei Probanden mit niedriger Ausprägung. Dies war jedoch nicht der Fall: Zwischen dem Gefühlszustand und den Bedingungen D vs. ND ergaben sich keine Interaktionseffekte. Somit kann Hypothese H<sub>3</sub> nicht bestätigt werden. Höchstwahrscheinlich gründet dies auf der Tatsache, dass der Stressor keine Veränderungen des Gefühlszustandes der Gesamtstichprobe provozierte und damit die Voraussetzung für die Entstehung von Gruppeneffekten fehlte.

Hinsichtlich der psychologischen Erregung traten weder Unterschiede zwischen den Bedingungen noch Effekte mit SS auf. Wie im Fall der Zustandsangst stellt sich die Frage, ob die *Ego Depletion* Effekte der Abschreibaufgabe lange genug andauerten bzw. stark genug waren, um eine erhöhte Stressreaktivität zu provozieren. Die Hypothese (H<sub>4</sub>), dass Versuchspersonen mit manipulierter SK-Kraft ein höheres Maß an Erregung in Antwort auf die Stressinduktion zeigen, kann demnach nicht bestätigt werden. Ferner bleibt im Falle ausbleibender Effekte zu diskutieren, weshalb hohe Werte in somatischer Zustandsangst sich nicht ebenfalls in hohen Werten psychologischer Erregung niederschlagen.

Auf physiologischer Ebene ließen sich zwischen SS und HRV keine Interaktionseffekte nachweisen. Wie in der Pilotstudie bestätigte sich der erwartete positive Zusammenhang zwischen SS und HRV nicht. Damit stehen die Befunde in Einklang mit einer Studie zum *Skydiving* von Allison et al. (2012), die ebenfalls keine Korrelationen zwischen SS und HRV nachweisen konnten. Zwar konnten Shepherd et al. (2015) in ihrer Studie zu autonomen Parametern und Persönlichkeitsmerkmalen durchaus Korrelationen zwischen einzelnen Dimensionen der *Big Five* und frequenzbezogenen Parametern nachweisen. Wie in der vorliegenden Arbeit ergaben sich allerdings keine signifikanten Zusammenhänge mit zeitbezogenen Parametern der HRV. Analog zur derzeitigen Forschungslage können die Ergebnisse der vorliegenden Studie demnach keine eindeutigen Hinweise auf autonome, physiologische Korrelate von Persönlichkeitsdispositionen liefern.

Im Hinblick auf Prozesse der Selbstkontrolle deuten zahlreiche Studienbefunde auf HRV als Korrelat autonomer Prozesse hin (Laborde et al., 2017; Park et al., 2014; Thayer, 2010; Zahn et al., 2016). So werden selbstregulatorische Anstrengungen von einigen Autoren mit höheren, phasischen HRV-Werten

in Zusammenhang gebracht. Stress hingegen wird mit niedrigeren HRV-Werten assoziiert (Park et al., 2014; Segerstrom & Nes, 2007). Aufgrund der aus der Pilotstudie gewonnenen Implikationen und der damit verbundenen Veränderungen des Versuchsablaufes (zeitliche und räumliche Trennung zwischen Darbietung des Stressors, experimentelle Manipulation der SK-Kraft), wurde in der vorliegenden Hauptstudie von einem Anstieg der HRV während der Abschreibaufgabe ausgegangen (siehe Abschnitt 8.2.1). Insofern sollte die vorliegende Untersuchung zur Beantwortung der Frage beitragen, ob HRV ein physiologisches Korrelat der SK-Kraft darstellt. Bei Überprüfung der HRV während der Abschreibaufgabe zeigten sich aber keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Bedingungen. Dieses Resultat spricht gegen Annahme H<sub>8</sub>, dass HRV eine direkte physiologische Ressource der SK-Kraft darstellt. Kritisch zu betrachten ist die Vergleichbarkeit dieses Resultates mit Befunden von Untersuchungen, welche zwar Veränderungen der HRV bei selbstregulatorischen Anstrengungen nachweisen konnten, in denen die SK-Kraft allerdings auf andere Weise manipuliert wurde: Beispielsweise wurden Aufgaben genutzt, bei denen Probanden Keksen widerstehen (Segerstrom & Nes, 2007), Problemlösestrategien anwenden (Verkuil et al., 2009) oder Buchstaben auf einem Bildschirm erkennen mussten (Park et al., 2014). Für zukünftige Forschungen gilt es genauer zu betrachten, ob Zusammenhänge zwischen physiologischen Parametern und SK-Kraft nur dann auftreten, wenn diese mit spezifischen Aufgaben manipuliert wird.

Im Gegensatz zur Zeitphase während der Abschreibaufgabe ließ sich nach der Aufgabe durchaus eine Interaktion zwischen HRV und Bedingung bestätigen. In diesem Messintervall ( $t_{3,1}$ , unmittelbar nach der Abschreibaufgabe und vor Kletterbeginn) wies die D-Bedingung eine signifikant geringere HRV als die ND-Bedingung auf. Die niedrigen HRV-Werte der D-Bedingung lassen auf eine geringere parasympathische Aktivität, und somit auf ein höheres physiologisches Stressniveau im Vergleich mit der ND-Bedingung schließen. Die an das Ende der Abschreibaufgabe angrenzende Messphase war bis zum Eintritt in die Kletterhalle durch Ungewissheit bzw. nach Sichtkontakt mit der Wand durch die Wahrnehmung eines potenziell bedrohlichen Stimulus geprägt. Um die dadurch entstehende, psychophysiologische Erregung zu regulieren, sind selbstregulatorische Ressourcen notwendig (Englert & Bertrams, 2012). Gemäß des Kraftspeichermodells ist eine Reduktion der SK-Kraft mit einer geringeren Kapazität regulatorischer Mechanismen verbunden. Aufgrund der reduzierten Adaptations-

fähigkeit war es der D-Bedingung in diesem Zeitabschnitt offensichtlich nicht möglich, ihre Erregung effektiv zu regulieren. Dies mündete schließlich in ein deutliches Absinken der HRV. Es wurde erwartet, dass die zum Zeitpunkt vor dem Stressor existente, höhere sympathische Aktivierung seitens der D-Bedingung durch die Stressinduktion verstärkt würde. Somit hätte bei der D-Bedingung nach Kletteraufgabe und Sprung eine hohe sympathische Aktivierung messbar sein müssen. Dieser Effekt war nach dem Stressor jedoch nicht mehr gegeben. Innerhalb der fünf Post-Stress-Messzeitpunkte bestanden hinsichtlich HRV keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen D- und ND-Bedingung. Dies lässt den Rückschluss zu, dass nach dem Stressor eingeleitete Regenerationsprozesse von der anfänglichen Manipulation der SK-Kraft unbeeinflusst blieben bzw. selbstregulatorische Adaptationsmechanismen zum Zeitpunkt nach dem Stressor wiederhergestellt waren.

Bezüglich des Speichelcortisols bestand die Annahme, dass Personen mit vollständig verfügbarer SK-Kraft, einen geringeren Anstieg in Antwort auf eine sportsspezifische Aufgabe aufweisen, als Personen mit experimentell manipulierter SK-Kraft. Diese Annahme erscheint auch vor dem Hintergrund der bereits diskutierten Gruppeneffekte plausibel: Die im Zeitfenster zwischen Abschreibaufgabe und Kletterstart auftretenden, niedrigeren HRV-Werte bei Personen mit experimentell manipulierter SK-Kraft sollten sich, insbesondere aufgrund der zeitverzögerten Ausschüttung des Cortisols (Birbaumer & Schmidt, 2010), in Form höherer Cortisollevel widerspiegeln. Allerdings wies die D-Bedingung 10 und 20 Min. nach dem Sprung lediglich tendenziell höhere Cortisollevel als die ND-Bedingung auf. Damit ist  $H_3$  zu verwerfen. Naheliegend ist, dies auf ausbleibende Haupteffekte zurückzuführen: Wie bereits erwähnt führten Kletteraufgabe und Sprung ins Seil (im Gegensatz zur Pilotstudie) zu keinen signifikanten Anstiegen des Cortisols bei der Gesamtstichprobe. Damit fehlte die Grundlage für die Entstehung großer Varianzen zwischen beiden Bedingungen. Auch Beute und deKort (2014) fanden bei Probanden, deren SK-Kraft manipuliert wurde, keine signifikanten Unterschiede bezüglich physiologischer Veränderungen nach einer Stress induzierenden Aufgabe im Vergleich mit Probanden, die keine Manipulation erfuhren. Die in der Studie von Beute und deKort verwendete Methode zur Stressinduktion (Stroop Test, Siehe Abschnitt 3.2) wird allerdings weniger zur Induktion von Stress, sondern vielmehr zur Messung spezifischer exekutiver Funktionen eingesetzt.

Daraus kann abgeleitet werden, dass die experimentelle Methode zur Stressinduktion von ausreichender Intensität sein sollte sowie eine gewisse Bedrohlichkeit in der tendenziellen Wahrnehmung aufweisen sollte, um letztlich Gruppenunterschiede im Ausmaß der Stressreaktivität zu provozieren. Ein weiterer Grund warum sich die Veränderungen der HRV nicht in der Reaktion des Cortisols widerspiegeln, könnte deren uneinheitlicher Zusammenhang sein: Obwohl von moderaten bis hohen Zusammenhängen zwischen Cortisolausschüttungen am Morgen und Parametern der HRV ausgegangen wird (El-Sheikh, Arsiwalla, Hinnant, & Erath, 2011; Stadler, Evans, Hucklebridge, & Clow, 2011), bestehen in Studien zum Zusammenhang zwischen HRV und Cortisol in Reaktion auf experimentell induzierten Stress hingegen nur geringe Korrelationen (Murdock, LeRoy & Fagundes, 2017; Schommer, Hellhammer, & Kirschbaum, 2003). Vor diesem Hintergrund postulieren Schlotz et al. (2011), dass dynamische Veränderungen der Reaktivität in Abhängigkeit der Spezifität des Stressors teilweise die geringen Korrelationen zwischen den an der Stressreaktion beteiligten, psychobiologischen Systemen erklären können. Schlotz et al. stellen hierzu klar, dass die HPA-Achse eher bei Stressoren aktiviert wird, die eine Bedrohung für das soziale Selbst darstellen. Wohingegen die SAM-Achse eher bei Stressoren aktiviert wird, welche die Komponenten Anstrengung und Erregung beinhalten (Schlotz, 2013). Wie zu Beginn bereits dargelegt, beinhaltete das vorliegende Experiment hingegen einen Stressor, welcher weniger die Komponente der Bedrohung für den sozialen Selbstwert, als vielmehr die Komponenten psychophysiologischer Erregung und Bedrohung der körperlichen Unversehrtheit enthielt. Weiterhin wurde davon ausgegangen, dass eine hohe Ausprägung in SS zu geringeren Ausschüttungen des Cortisols infolge des Stressors beiträgt. Zwar zeigten sich Effekte zwischen SS und Cortisol in hypothesenkonformer Richtung, jedoch lediglich auf tendenziell signifikantem Niveau. Analog hierzu korrelieren Persönlichkeitsmerkmale zwar mit Cortisolantworten auf wiederholt dargebotene Stressoren, wohingegen Antworten auf einen einmalig dargebotenen Stressor lediglich geringe Zusammenhänge aufweisen (Pruessner et al., 1997).

Auf behavioraler Ebene wurde das Kletterverhalten durch zwei zeitbezogene und drei bewegungsbezogene Indikatoren repräsentiert. Es wurde davon ausgegangen, dass die D-Bedingung aufgrund ihrer vollständig verfügbaren SK-Kraft zu einer effektiveren Regulation ihres Verhaltens imstande ist, als die ND-Bedingung. Dies sollte sich in höherem Bewegungsfluss während des Kletterns

niederschlagen und letztlich zu kürzeren Kletterzeiten führen. Trotz hypothesenkonformer Tendenzen auf deskriptiver Ebene waren inferenzstatistisch keine Unterschiede zwischen den Bedingungen vorhanden. Hypothese H<sub>7</sub> ließ sich somit nicht bestätigen. Dies kann zum einen daran gelegen haben, dass die zu Unterschieden in der Kletterleistung führenden, ausgeprägten Fähigkeiten zur Aufmerksamkeits- und Emotionsregulation nur dann zum Tragen kommen können, wenn im Vorfeld bereits Unterschiede zwischen D- und ND-Bedingung in Zustandsangst und Erregung bestanden hätten. So konnten Englert et al. (2015) zeigen, dass *Ego Depletion* Effekte nur dann zu einer schlechteren motorischen Leistung führten, wenn ein ausreichend hohes Niveau an Zustandsangst gegeben war. In der vorliegenden Studie lag die Zustandsangst (*Anxiety Thermometer*) bei der D-Bedingung, als diese sich am oberen Ende der Wand befand, bei  $M = 3.51$  ( $SD = 2.3$ ) von maximalen zehn Einheiten. Im Vergleich zu den Eingangswerten ( $M = 0.92$ ,  $SD = 0.88$ ) sind die Werte also um lediglich 2.59 Einheiten gestiegen. Somit stellt sich die Frage, ob der Anstieg der Zustandsangst hoch genug war, damit *Ego Depletion* Effekte zu Unterschieden in Verhaltensreaktionen führen. Vor dem Hintergrund, dass sich die Kletterleistung im Falle höherer Zustandsangst auch ohne *Ego Depletion* Effekte verschlechtern kann (Nieuwenhuys et al., 2008), hätten bestehende Unterschiede hinsichtlich Zustandsangst bzw. subjektiv empfundener Erregung zwischen beiden Bedingungen mit höherer Wahrscheinlichkeit zu einem Auftreten von Unterschieden in Verhaltensreaktionen geführt.

Gemäß der Hypothese sollte die Interaktionsanalyse zwischen D- und ND-Bedingung hinsichtlich des Kletterverhaltens einen moderierenden Einfluss von SS erkennen lassen. Inferenzstatistisch ließen sich jedoch keine signifikanten Effekte zwischen SS und behavioralen Parametern nachweisen. Auch in der Pilotstudie ergaben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen LSS und HSS im Hinblick auf das Kletterverhalten. Der aufgrund vorangegangener Studien (Frenkel, Heck & Plessner, in press) angenommene Zusammenhang zwischen SS und effektivem Verhalten in sportspezifischen Stresssituationen ließ sich somit nicht bestätigen.

### 8.2.9 Limitationen

Die insbesondere auf psychologischer Ebene ausbleibenden Unterschiede zwischen D- und ND-Bedingung werfen die Frage auf, ob die experimentell induzierten *Ego Depletion* Effekte lange genug anhielten. Die Aktuelle Forschungslage bietet zur Frage nach der Halbwertszeit von *Ego Depletion* Effekten noch keine klaren Hinweise (Englert, 2016). In der vorliegenden Studie lag die durchschnittliche Zeitdauer zwischen Ende der Abschreibaufgabe und Start des Kletterns bei  $M = 2:09$  Min. ( $SD = 00:30$  Min.). Es könnte angenommen werden, dass die relativ lange Zeitdauer zwischen Ende der Abschreibaufgabe und Start des Kletterns zu einer Neutralisation der Effekte geführt haben könnte. Gegen diese Annahme spricht jedoch, dass höhere *Ego Depletion* Effekte bei Studien nachgewiesen werden konnten, welche einen gewissen zeitlichen Abstand zwischen zwei Selbstkontrolle erfordernden Aufgaben beinhalteten (Hagger et al., 2010). Demgemäß ist wahrscheinlicher, dass es die in diesem Zeitfenster stattfindenden Aktivitäten waren (zur Kletterhalle gehen, kurze Interaktion mit Versuchsleiter, Gurt anziehen), welche bei der D-Bedingung in einer Abschwächung des Effektes resultierten.

Weiterhin wurde in der vorliegenden Studie aufgrund der zeitlichen Verlängerung der Abschreibaufgabe (sechs auf zehn Min.) von höheren Effektstärken als in der Pilotstudie ausgegangen. Hinsichtlich des MC wies die D-Bedingung der Hauptstudie ( $M = 2.767$ ,  $SD = 0.499$ ) allerdings nur gering höhere Werte als die D-Bedingung der Pilotstudie ( $M = 2.634$ ,  $SD = 0.645$ ) auf. Tatsächlich führte die Abschreibaufgabe in der Pilotstudie ( $d = 1.65$ ) zu höheren Effektstärken als in der Hauptstudie ( $d = 1.45$ ). Folglich ist nicht davon auszugehen, dass die verlängerte Dauer der Abschreibaufgabe in der Hauptstudie zu einer stärkeren Reduktion der SK-Kraft führte, als in der Pilotstudie. Auch Hagger et al (2010) fanden in ihrem Review über 83 Studien lediglich geringe Zusammenhänge zwischen der Dauer der *Ego Depletion* induzierenden Aufgabe und dem Ausmaß der SK-Kraft. Vor diesem Hintergrund sollte bei der Studienkonzeption im Sinne der Intensivierung von *Ego Depletion* Effekten weniger die Dauer, als vielmehr die Art der Aufgabe im Zentrum stehen. Möglicherweise existieren spezifische Aufgaben, die intensivere *Ego Depletion* Effekte hervorrufen.

Ein weiterer Grund für das Ausbleiben von Effekten auf psychologischer Ebene könnte in der Wahl der Messzeitpunkte zu suchen sein. So wurden Zustandsangst und Erregung unter anderem vor-, sowie

unmittelbar nach der Abschreibaufgabe in Raum eins (separat von der Kletterhalle) erfasst. Zu diesen Messzeitpunkten war jedoch keine direkte Bedrohung existent. Daher waren Anstiege der Zustandsangst und der Erregung in diesen Phasen wenig wahrscheinlich. Erste Veränderungen der Zustandsangst bzw. der Erregung wären bei Sichtkontakt der Kletterwand wahrscheinlicher gewesen. Zu diesem Zeitpunkt erfolgten jedoch keine Messungen subjektiv empfundener Erregung bzw. Zustandsangst. Weitere Messzeitpunkte zur Erfassung psychologischer Variablen, insbesondere unmittelbar vor der Kletterwand, erscheinen somit als sinnvoll.

Weitere Optimierungsmöglichkeiten bestehen hinsichtlich der Operationalisierung der Zustandsangst: Hierfür kamen in der vorliegenden Studie die Instrumente WAI-S sowie *Anxiety Thermometer* zum Einsatz. Beide erfassen das Konstrukt der Zustandsangst. Die Datenanalyse eines einzigen Parameters anhand mehrerer statistischer Tests provoziert jedoch die Kumulation des alpha-Fehlers und damit eine Herabsetzung des Signifikanzniveaus. Eine Optimierung des statistischen Vorgehens hätte mittels Zusammenfassung der Gesamtwerte beider Instrumente erreicht werden können. Da beide Instrumente in der vorliegenden Untersuchung zu unterschiedlichen Messzeitpunkten erfasst wurden, war dieses Vorgehen jedoch nicht möglich. Diese Problematik verdeutlicht die Relevanz einer elaborierten Verteilung der Messzeitpunkte.

Bezüglich der Operationalisierung psychologischer Konstrukte ist zudem nicht auszuschließen, dass die ausnahmslos männlichen Versuchspersonen hohe Werte der Zustandsangst und der Erregung negativ konnotierten. Angesichts dessen könnten die Probanden befürchtet haben, dass die Angabe hoher Werte als Zeichen fehlenden Mutes interpretiert werden könnten. In Anbetracht dessen wurden vergleichsweise niedrige Werte angegeben. Dies impliziert eine subtilere bzw. für die Versuchspersonen weniger offensichtliche Erfassung der Konstrukte. Angesichts dessen erscheint die Operationalisierung von Gefühlszuständen anhand zusätzlicher Methoden, wie beispielsweise emotionsbasierenden Analysen der Mimik mittels Gesichtserkennungssoftware als lohnend.

Im Zeitfenster zwischen Ende der Abschreibaufgabe und Kletterbeginn wurde die HRV durchgehend gemessen: In dieser Zeitphase lag bei der D-Bedingung eine geringere parasympathische Aktivität und damit ein höheres physiologisches Erregungsniveau vor, als bei der ND-Bedingung. Die Messungen innerhalb dieses Zeitfensters starteten ab Beendigung der Abschreibaufgabe und umfassten somit das

Gehen der Probanden bis kurz vor die Kletterwand. Sie endeten bei Initiierung der ersten Kletterbewegung. Kritisch anzumerken ist zu diesem Befund, dass das Messzeitfenster eine kurze Bewegungsphase enthielt. Da HRV Veränderungen des sympathischen und parasympathischen Nervensystems abbildet und beide Systeme an physischer Aktivität beteiligt sind, wird HRV unmittelbar durch Körperbewegungen beeinflusst. Um dennoch ausreichende Validität der Daten zu gewährleisten, wurden in der vorliegenden Studie die Bewegungen dieses Messzeitpunktes gemäß der Literaturempfehlungen standardisiert, auf ein Minimum reduziert (langames Gehen für eine Dauer von fünf bis zehn Sek.) sowie strenge Artefaktkorrekturen durchgeführt (Laborde et al., 2017). Für eine eindeutigere Interpretation der vagalen Aktivität wird jedoch empfohlen, dass die Probanden während der HRV-Messung keine körperlichen Bewegungen durchführen und stattdessen mit geschlossenen Augen und unbeweglich ruhenden Händen verweilen (Ghuman et al., 2009, Laborde et al., 2017). Vor diesem Hintergrund muss der Befund, der durch *Ego Depletion* Effekte ausgelösten Reduktion parasympathischer Aktivität unter Vorbehalt einer möglichen Beeinflussung durch physische Aktivität betrachtet werden.

Auch hinsichtlich des Kletterns liegt der kritische Einwand nahe, dass die physische Aktivität eine Verfälschung der Cortisolwerten hervorgerufen haben könnte. So kann sich bei der Untersuchung von Stressreaktionen im sportspezifischen Kontext im Allgemeinen die Schwierigkeit ergeben, zwischen physiologischer Erregung aufgrund der Stressreaktion und der Erregung aufgrund der sportlichen Anstrengung zu unterscheiden (Polman, Clough, & Levy, 2010). Gegen diesen Einwand sprechen allerdings Studien, die signifikante Erhöhungen der Cortisolkonzentrationen erst ab einer Intensitätsschwelle von 60% der maximalen Sauerstoffaufnahme erwarten lassen (Hill et al., 2008). Beispielsweise führte *Indoor*-Klettern mit einer durchschnittlichen Dauer von 24.9 Min. ( $SD = 1.9$ ) nicht zu signifikanten Anstiegen des Cortisols (Sherk et al., 2011). Die vorliegende Studie beinhaltete vergleichbare Bewegungsanforderungen mit deutlich geringerer Dauer ( $M = 0:41$  Min;  $SD = 0:18.5$ ). Somit kann davon ausgegangen werden, dass weniger die physische Aktivität des Kletterns, als vielmehr die psychologischen Herausforderungen, basierend auf den Faktoren „Höhe“ und „ungewöhnlicher Bewegungszustände“, die zentralen Auslöser der Stressreaktion darstellten.

Gleichwohl hängt das Ausmaß der Cortisolreaktion vom individuellen Fitnesszustand ab (Rimmele et



al., 2007). Um die potenzielle Störvariable eines heterogenen Fitnessniveaus strenger zu kontrollieren, liegt eine Optimierung der methodischen Herangehensweise nahe: Mittels eines *within-subject-designs*, bei dem jeder Proband eine zweimalig getestet wird (sowohl innerhalb der Experimental- als auch innerhalb der Kontrollgruppe), wäre eine genauere Aufklärung intra- und interindividueller Varianzen der Cortisolreaktivität (*responder vs. non-responder*; Miller, Plessow, Kirschbaum & Stalder, 2013) möglich. Um die Cortisolwerte präzise interpretieren zu können, ist zudem eine differenzierte Betrachtung der individuellen circadianen Rhythmik notwendig. Diese kann in Abhängigkeit des Aufwachzeitpunktes zu starken endokrinen Veränderungen führen. Vor diesem Hintergrund waren die zu Beginn des Experiments gemessenen Eingangswerte des Cortisols auffallend hoch ( $M = 10.06$  nmol/l;  $SD = 9.18$ ). Zwar liegen Speichelcortisolwerte zwischen 7.5 – 39.5 nmol/l zum Zeitpunkt des Aufwachens im Normbereich für junge Erwachsene (Kobayashi & Miyazaki, 2015). Zwei Stunden nach dem Aufwachen ist bei dem Großteil der Personen allerdings von einem Absinken der Werte auf weniger als 5 nmol/l auszugehen (Miller et al., 2016). Aufgrund der in der vorliegenden Studie zwischen 12 und 17 Uhr stattfindenden Testungen ( $M = 13:42$  Uhr;  $SD = 1:19$  h) gingen die Versuchsleiter davon aus, dass der Cortisolspiegel bis zum individuellen Startzeitpunkt bereits deutlich abgesunken sei. Dies war offensichtlich nicht der Fall. Die naheliegende Erklärung ist, dass ein nicht unerheblicher Teil der Probanden erst kurz vor Beginn der Testungen aufgestanden ist. Folglich befanden sich die Cortisolspiegel immer noch im Anstieg bzw. noch nicht in der Phase des Absinkens. Hohe Cortisolspiegel gehen wiederum mit geringer Reaktivität des HPA-Achsensystems einher (Birbaumer & Schmidt, 2010). Geringe hormonelle Anstiege könnten folglich nicht nur aufgrund mangelnder Intensität des Stressors aufgetreten sein, sondern ebenfalls aufgrund der herabgesetzten HPA-Achsenreaktivität der Stichprobe. Dies bietet also einen weiteren Erklärungsansatz dafür, dass die Gesamtstichprobe des vorliegenden Experiments entgegen der Erwartung mit lediglich moderaten Cortisolausschüttungen auf die Stressinduktion reagierte. Die Auswertung der vorliegenden Untersuchung wurde insofern unter Beachtung der individuellen circadianen Rhythmik durchgeführt, als dass die Zeit zwischen Mitternacht und individuellem Startzeitpunkt kontrolliert wurde. Für eine detailliertere Aufklärung hormoneller Reaktionen hätte jedoch die Erfragung des individuellen Aufwachzeitpunktes beigetragen.

Wie im Falle der psychologischen Variablen Zustandsangst und Erregung, hätte sich ein weiterer Messzeitpunkt auch für Cortisol möglicherweise als sinnvoll erwiesen: In der vorliegenden Studie wurde eine einmalige Cortisolmessung vor-, sowie fünf Messungen nach dem Stressor durchgeführt. In einer Studie von Monasterio et al. (2016) wurde Cortisol im Rahmen eines *BASE*-Jumps zu drei Messzeitpunkten (*baseline*, *pre-jump*, *post-jump*) erfasst. Allerdings zeigten sich in diesem Fall die höchsten Konzentrationen nicht etwa nach-, sondern bereits vor dem Sprung (in Antizipation des Ereignisses). Zwar ergaben sich in einer vorangegangenen Studie (Frenkel, Heck & Plessner, in press), in der das Kletterparadigma unter Einbezug eines zusätzlichen Messzeitpunktes genutzt wurde, keine relativen Veränderungen des Cortisolspiegels bis zum Zeitpunkt vor Kletterstart. Dennoch ist nicht auszuschließen, dass ein zusätzlicher Messzeitpunkt vor Kletterbeginn zu einer genaueren Abbildung der HPA-Achsen-Aktivität beigetragen hätte.

Bezüglich der Verhaltensdaten war die Erfassung der Klettererfahrung von Notwendigkeit. Um Leistungsheterogenität zu vermeiden, wurden die Probanden gebeten die Gesamtanzahl der Kletter- und Bouldererfahrungen anzugeben. Der Zeitpunkt, zu dem die Probanden zuletzt klettern bzw. *Bouldern* waren, wurde jedoch nicht erfragt. Da das Ausmaß von Lern- und Habituationseffekten sowohl von der Gesamtanzahl an Bewegungserfahrungen, als auch von der zurückliegenden Zeitspanne bis zur letztmaligen Ausübung abhängig ist, muss diese Information in zukünftigen Studien erfragt und in die Stichprobenselektion integriert werden.

In diesem Abschnitt wurden zahlreiche methodische Schwächen offengelegt, sowie erste Schritte zum Umgang mit ihnen vorgeschlagen. Dabei deutete sich bereits an, dass aus der vorliegenden Arbeit zahlreiche Implikationen für zukünftige Forschungsarbeiten hervorgehen. Der folgende Abschnitt bietet daher (auf Grundlage der Erkenntnisse aus Pilot- und Hauptstudie) detaillierte methodische Herangehensweisen für zukünftige Arbeiten.

## 9 AUSBLICK

Der Stressor führte in der Hauptstudie nicht zu den erwarteten hormonellen Veränderungen. Dies impliziert für die experimentelle Untersuchung akuter Stressreaktionen eine elaborierte Auswahl geeigneter Methoden zur Stressinduktion. So reagieren gemäß Schlotz et al. (2011; 2013) spezifische endokrine Systeme auf spezifische Stressoren. Beispielsweise führen Stressoren, die eine Bedrohung des sozialen Selbstwertes darstellen zu ausgeprägten Cortisolreaktionen. Im Gegensatz dazu wird die mit Adrenalin assoziierte SAM-Achse eher bei Stressoren aktiviert, welche die Komponenten Anstrengung oder Erregung beinhalten. Insbesondere im Kontext sportwissenschaftlicher Untersuchungen, die häufig sowohl durch physiologische Anstrengungen als auch durch ein gewisses Maß an psychophysiologischer Erregung geprägt sind, sollte eine differenzierte Wahl hormoneller Parameter vorausgehen. Hierzu kann die vermehrte Nutzung hormoneller Maße der SAM-Achse in Betracht gezogen werden (Birbaumer & Schmidt, 2010).

Weitere Möglichkeiten zur Intensivierung endokriner Reaktionen könnten Stressoren sein, die sowohl hohe psychophysiologische Erregungszustände als auch sozial evaluativen Stress beinhalten. Gerade bei Betrachtung sportlicher Wettkämpfe wird deutlich, dass diese zumeist durch beide Arten dieser Stressoren gekennzeichnet sind. Im Falle des Paradigmas vorliegender Arbeit könnte die Inklusion beider Stresskategorien folgendermaßen umgesetzt werden: Den Proband/-innen könnte im Vorfeld des Experiments mitgeteilt werden, dass mittels Bewertung der Videoaufnahmen ihres Verhaltens eine Rangliste erstellt wird, welche öffentlich einsehbar ist. Diese Rangliste würde sich dabei sowohl auf Leistungsparameter als auch auf Maße, die Zustandsangst und Stressniveau repräsentieren, beziehen. Auch ist zu diskutieren, ob das Paradigma mit Komponenten sozialer Evaluation und subjektivem Kontrollverlust kombinierbar ist. Jedenfalls sollte bei zusätzlicher Intensivierung des Stressors mit größeren Zeiteffekten zu rechnen sein.

Es ist deutlich geworden, dass autonome Antworten in Abhängigkeit der Spezifität des Stressors erfolgen. Dies legt die Annahme nahe, dass auch Persönlichkeitsmerkmale mit spezifischen Arten von Stimuli zusammenhängen: Narzissmus korrelierte beispielsweise positiv mit der Leistung in einer sportspezifischen Stresssituation (Geukes et al., 2012) aber negativ mit Affekt und hormoneller Stresstoleranz innerhalb eines sozial evaluativen Laborstressors (Edelstein, Yim & Quas, 2010). Insofern

deuten die Befunde der vorliegenden sowie vorausgegangener Arbeiten (Breivik, 1999b; Frenkel, Heck & Plessner, in press) an, dass SS ein relevantes Merkmal in jenen Stresssituationen darstellt, welche durch subjektiv hohe Risiken und ungewöhnliche Bewegungszustände gekennzeichnet sind. Dies verweist auf die empirische Überprüfung, inwiefern bzw. ob sich diese Relevanz auch bei anders gearteten Stressoren zeigt. Interessante Fragestellungen zukünftiger Forschungsarbeiten könnten folglich den Zusammenhang von Persönlichkeitsmerkmalen mit spezifischen Stimuli beinhalten, indem einer abhängigen Stichprobe unterschiedliche Stressoren dargeboten werden. Mehrmalig dargebotene Stressoren scheinen hierbei größere Aussagekraft für den Zusammenhang mit Dispositionen zu besitzen, als einmalig dargebotene (Pruessner et al., 1997).

Die mehrmalige Darbietung verschiedenster Stressoren innerhalb eines experimentellen Settings kann sich jedoch recht Personal- und Kostenintensiv gestalten. Um die wissenschaftliche Untersuchung der Reaktivität bei Athleten zu vereinfachen, schlagen Britton et al. (2017) ein Instrument zur Erfassung interindividueller Unterschiede des Stresserlebens vor: Der parallel zur Entstehung der vorliegenden Arbeit publizierte Fragebogen zur Erfassung der wahrgenommenen Stressreaktivität bei adoleszenten Athleten (PSRS-AA, Britton et al., 2017) wird als leicht durchzuführendes, und vor allem kontextspezifisches Instrumentarium nahegelegt, das sich für den experimentellen Einsatz innerhalb von Stressstudien eignen könnte. Die Verwendung setzt allerdings ausreichende Validierung anhand vorangegangener Arbeiten voraus. Kommende Forschungen könnten dieses Instrument validieren, indem die Werte des Fragebogens mit dem Ausmaß der Stressreaktionen im Rahmen des Paradigmas der vorliegenden Untersuchung korreliert werden.

Neben der Stresstoleranz des Persönlichkeitsmerkmals SS wurde in der vorliegenden Arbeit auch der Einfluss der SK-Kraft auf die Stressreaktivität untersucht. Trotz der postulierten zeitlichen Stabilität von SS (Zuckerman, 1997) ist dabei ein Einfluss der experimentellen Methodik auf SS nicht auszuschließen: Versuchspersonen, die eine experimentelle Manipulation der SK-Kraft erfuhren, berichteten nach der Manipulation höhere Werte in SS (Fischer, Kastenmuller, & Asal, 2012) und zeigten höhere Tendenzen zu risikoreichem Verhalten (Freeman & Muraven, 2010), als Probanden/-innen mit vollständig verfügbarer SK-Kraft. Da sowohl SS als auch Selbstkontrolle im Zentrum der vorliegenden Studie standen, entsteht die Frage, ob die experimentelle Manipulation der SK-Kraft auch in der vorliegenden

Studie zu einem ausgeprägteren Risikoverhalten und damit in einer unerwarteten Beeinflussung der Messwerte resultierte. Kommende Studien, deren Methodik eine Kombination aus Intervention und der Untersuchung von Persönlichkeitsmerkmalen beinhalten, sollten somit durch die Intervention bedingte Einflüsse auf die untersuchten Dispositionen in Betracht ziehen.

Die Befunde der vorliegenden Arbeit konnten vereinzelte bzw. tendenzielle Einflüsse der momentan verfügbaren SK-Kraft auf die Stressreaktivität belegen. Aktuelle empirische Befunde bekräftigen hohe Zusammenhänge zwischen Selbstkontrolle und Stressbewältigung (O'Connor, Wilson und Lawton, 2017; Nicholls, Polman & Levy, 2012). Die derzeitige Studienlage lässt allerdings keine Rückschlüsse darauf zu, inwiefern die Konstrukte Stress und Selbstkontrolle einer einseitigen oder aber einer wechselseitigen Beeinflussung unterliegen: Beispielsweise führte chronischer Stress zur Verringerung der SK-Kraft (Hamilton et al., 2014). In zukünftigen Studien könnte demnach untersucht werden, ob zu Beginn des Experiments Probanden/-innen mit manipulierter SK-Kraft einen stärkeren, kumulativen Abfall der SK-Kraft bei andauernden Stressoren aufweisen, als Versuchspersonen, die mit vollständig verfügbarer SK-Kraft in die Stressphase einstiegen.

Generell scheinen Selbstregulation (Bar-Eli & Blumenstein, 2004) bzw. -kontrolle (Englert & Bertrams, 2014b) unabdingbar, um sportliche Anforderungssituationen optimal meistern zu können. Für kommende Arbeiten macht dies nicht nur die Evaluation der SK-Kraft in Stress- und Drucksituationen notwendig, sondern verweist auch auf die Entwicklung von Methoden, die auf eine Stärkung bzw. Wiederherstellung der SK-Kraft abzielen. Vielversprechend erscheinen hierzu vor allem Techniken, die auf der Induktion von Entspannungsreaktionen basieren (Beute & de Kort, 2014; Friese et al., 2012; Hoffmann, Jendreizik & Laborde, 2016). Es bleibt zu klären, inwiefern sich diese Techniken auch im sportspezifischen Bereich zur Reduktion von *Ego Depletion* Effekten, und damit zur Optimierung von Leistungsvoraussetzungen eignen. In der Praxis könnte dabei problematisch sein, dass sich die Athleten offensichtlich nicht über den Grad der Erschöpfung ihrer SK-Kraft bewusst sind (siehe Abschnitt 4.2). Angesichts dessen wird HRV als psychophysiologisches Korrelat der SK-Kraft nahegelegt (Seegerstrom & Nes, 2007), das Auskunft über den Erschöpfungsgrad von Selbstkontrollressourcen geben und so die Leistungen in sportspezifischen Anforderungssituationen voraussagen könnte (Laborde et al., 2017). Für kommende Forschungsarbeiten wirft dies Fragen nach Zusammenhängen zwischen tonischer (Zahn

et al., 2016) bzw. phasischer HRV und Selbstkontrolle sowie des Zusammenhangs zwischen der Art der Manipulationsaufgabe und den Veränderungen der HRV auf.

## 10 FAZIT

Die zentrale Annahme der vorliegenden Arbeit geht von Stress reduzierenden Einflüssen der SK-Kraft sowie des SS im sportspezifischen Kontext aus. Um dies zu überprüfen wurden zwei Studien durchgeführt. Die erste Studie diente einerseits der explorativen Annäherung an die Fragestellung. Andererseits bot sie eine Grundlage zur Identifikation von Optimierungsmöglichkeiten. Dieses Vorgehen erlaubte die differenzierte Konzeption einer zweiten Hauptstudie, welche unter Umsetzung von Implikationen hinsichtlich Versuchsablauf und -design realisiert wurde. In beiden Studien blieben die grundlegenden Strukturen der experimentellen Manipulation der SK-Kraft sowie das Paradigma zur Stressinduktion gleich. Sowohl in Pilot-, als auch in Hauptstudie, provozierte die Abschreibaufgabe signifikante Unterschiede zwischen Experimental- und Kontrollgruppe und kann demnach als erfolgreich betrachtet werden. Bemerkenswert hierbei war, dass die Abschreibaufgabe der Pilotstudie von HSS schwerer wahrgenommen wurde, als von LSS (siehe Abschnitt 8.1.9). Die methodische Stressinduktion mittels Kletteraufgabe und Sprung führte zudem in beiden Studien zu signifikanten Anstiegen der Zustandsangst sowie der psychischen Erregung. Auch HRV sank aufgrund des Stressors in beiden Studien erwartungsgemäß ab. Signifikante Anstiege des Cortisols ließen sich hingegen nur in der Pilotstudie nachweisen. Innerhalb der Hauptstudie evozierten Kletteraufgabe und Sprung Veränderungen bei drei von vier Parametern. Somit erwies sich das Paradigma zur Stressinduktion als bedingt erfolgreich.

Verifizierungen der Hypothesen beider Studien setzten Interaktionen zwischen den Prädiktorvariablen Selbstkontrolle bzw. SS und jenen abhängigen Variablen voraus, die die Stressreaktion repräsentierten. Ein solcher Interaktionseffekt ließ sich in der Hauptstudie zwischen Selbstkontrolle und HRV nachweisen: Unmittelbar nach der Abschreibaufgabe wies die D-Bedingung, im Vergleich mit der ND-Bedingung, eine geringere parasympathische Aktivität und somit ein höheres physiologisches Stressniveau auf. Weitere Interaktionseffekte traten in beiden Studien zwischen SS und spezifischen Zielvariablen auf: In der Pilotstudie reagierten HSS, im Vergleich mit LSS, mit positiveren Gefühlen auf Kletteraufgabe und Sprung. Zudem sank in der Hauptstudie bei HSS die somatische und kognitive Zustandsangst nach dem Stressor schneller ab, als bei LSS. Außerdem waren hohe Ausprägungen in SS und SK-Kraft mit tendenziell geringeren Cortisolreaktionen assoziiert. In der Pilotstudie empfanden

HSS und Probanden mit vollständig verfügbarer SK-Kraft tendenziell weniger Zustandsangst während des Experiments als LSS und Probanden mit manipulierter SK-Kraft.

Zu Beachten ist, dass diese zuletzt genannten Effekte lediglich tendenzieller Ausprägung waren. Auch zeigten sich die Effekte nicht stringent in beiden Studien, sondern entweder in Pilot- oder in Hauptstudie. Aufgrund ausbleibender Interaktionseffekte ließen sich die Hauptannahmen der vorliegenden Arbeit und somit auch das zugrundeliegende Kraftspeichermodell nicht verifizieren. Angesichts aktuell bestehender Kritik an der Theorie einer limitierten Quelle der Selbstkontrolle (Frieese et al., in press) stellt sich die Frage, ob die vorliegenden Befunde damit Annahmen von Gegentheorien wie dem Prozessmodell (Inzlicht, Schmeichel & Macrae, 2014) stützen. Gemäß dieses Modells sind durch *Ego Depletion* ausgelöste Effekte auf motivationale Einbußen zurückzuführen (siehe Kapitel 4). In der Hauptstudie zeigten sich hinsichtlich der motivationalen Komponenten „Wahrgenommene Kompetenz“ sowie „Druck und Anspannung“ allerdings keine Unterschiede zwischen den Bedingungen. Stattdessen zeigte die D-Bedingung, im Vergleich mit der ND-Bedingung, entgegen der Modellannahmen sogar höhere Werte in der Subskala „Interesse“ unmittelbar nach der Abschreibaufgabe ( $t_2$ ). Die beobachteten psychophysiologischen Effekte lassen sich demnach nicht auf motivationale Unterschiede zwischen den Bedingungen zurückführen. Folglich sprechen die Befunde gegen die theoretischen Annahmen des Prozessmodells. Auch wenn das Kraftspeichermodell keine Bestätigung gemäß der vorliegenden Ergebnisse erhält, ist eine Falsifizierung aus folgenden Gründen unangemessen: Neben den bereits erwähnten Limitationen beider Studien sind besonders die gering ausgeprägten, reaktiven Veränderungen einiger Parameter hervorzuheben. Insbesondere die Werte der Zustandsangst und der psychischen Erregung lassen lediglich moderate Anstiege in Antwort auf Kletteraufgabe und Sprung erkennen. Dies deutet auf eine mangelnde Intensität des Stressors hin. Das Ausbleiben hormoneller Ausschüttungen im Rahmen der Hauptstudie wirft überdies die Frage nach der Passung zwischen Stressor und der beabsichtigten endokrinen Reaktion auf (vgl. Schlotz, 2013).

Vor diesem Hintergrund ist die vorliegende Arbeit weniger als absolute Überprüfung theoretischer Ansätze der Selbstkontrolle zu sehen, sondern vielmehr als empirischer Grundstein zur Forschungsentwicklung in den Themenbereichen Stressreaktivität, Persönlichkeit und Selbstkontrolle. Überdies deuten sowohl die theoretischen Grundlagen als auch die empirischen Befunde an, dass die



zentralen Konstrukte der vorliegenden Arbeit von großer Relevanz für das Phänomen des Stresserlebens im Allgemeinen sowie für die Leistung und das Wohlergehen von Athleten sind. Selbstkontrolle zeigt sich innerhalb des sportspezifischen Kontextes nicht nur als relevanter-, sondern auch als über Interventionen deutlich optimierbarer Prozess. Anhand von Untersuchungen des Persönlichkeitsmerkmals SS können wiederum Vorhersagen über das Stresserleben in Extremsituationen getroffen werden. Unter Berücksichtigung der Erkenntnisse dieser Arbeit, der methodischen Herangehensweise sowie der daraus präzisierten Implikationen, kann der Zusammenhang zwischen Selbstkontrolle, Persönlichkeit und Stress in zukünftigen Studien Aufklärung finden. Anhand des Verständnisses über das Zusammenspiel dieser Komponenten lassen sich wiederum Interventionen zur optimalen Vorbereitung auf sportliche und außersportliche Anforderungssituationen entwickeln.

## LITERATURVERZEICHNIS

- Adam, E. K. & Gunnar, M. R. (2001). Relationship functioning and home and work demands predict individual differences in diurnal cortisol patterns in women. *Psychoneuroendocrinology*, 26(2), 189-208.
- Back, M. D., Kűfner, Albrecht, C. P., Dufner, M., Gerlach, T. M., Rauthmann, John F. D. & Jaap J. A. (2013). Narcissistic admiration and rivalry: Disentangling the bright and dark sides of narcissism. *Journal of Personality and Social Psychology*, 105(6), 1013-1037.
- Allen, A. P., Kennedy, P. J., Cryan, J. F., Dinan, T. G. & Clarke, G. (2014). Biological and psychological markers of stress in humans: Focus on the Trier Social Stress Test. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 38, 94-124.
- Allison, A. L., Peres, J. C., Boettger, C., Leonbacher, U., Hastings, P. D. & Shirtcliff, E. A. (2012). Fight, flight, or fall: Autonomic nervous system reactivity during skydiving. *Personality and Individual Differences*, 53(3), 218-223.
- Allwood, M. A., Handwerker, K., Kivlighan, K. T., Granger, D. A. & Stroud, L. R. (2011). Direct and moderating links of salivary alpha-amylase and cortisol stress-reactivity to youth behavioral and emotional adjustment. *Biological Psychology*, 88(1), 57-64.
- Amelang, M., Bartussek, D., Stemmler, G. & Hagemann, D. (2006). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung* (6., überarb. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Appelhans, B. M. & Luecken, L. J. (2006). Heart rate variability as an index of regulated emotional responding. *Review of General Psychology*, 10, 229-240.
- Bateup, H.S., Booth, A., Shirtcliff, E.A. & Granger, D.A. (2002). Testosterone, cortisol and women's competition. *Evolution and Human Behavior*, 23, 181-192.
- Bandura, A. (1998). Health promotion from the perspective of social cognitive theory. *Psychology and Health*, 13, 623-649.
- Baumeister, R. F. (2002). Ego Depletion and Self-Control Failure: An Energy Model of the Self's Executive Function. *Self and Identity*, 1(2), 129-136.
- Baumeister, R.F., Bratslavsky, E., Muraven, M. & Tice, D.M. (1998). Ego depletion: Is the active self a limited resource? *Journal of Personality and Social Psychology*, 74, 1252-1265.
- Baumeister, R. F. & Heatherton, T. F. (1996). Self-regulation failure: An overview. *Psychological Inquiry*, 7, 1-15.
- Baumeister, R. F., Faber, J. E., & Wallace, H. M. (1999). Coping and ego depletion: Recovery after the coping process. In C. R. Snyder (Hrsg.): *Coping: The psychology of what works*, (S. 50-69). New York, NY: Oxford University Press.
- Baumeister, R. F., Heatherton, T. F. & Tice, D. M. (1994). *Losing Control: How and Why People Fail at Self-Regulation*. San Diego, CA: Academic Press.
- Baumeister, R. F., Vohs, K. D. & Tice, D. M. (2007). The strength model of self-control. *Current Directions in Psychological Science*, 16(6), 351-355.
- Baur, N. (2014). *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*. Wiesbaden: Springer

- Bar-Eli, M. & Blumenstein, B. (2004). Performance enhancement in swimming: The effect of mental training with biofeedback. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(4), 454-464.
- Beauducel, A., Brocke, B. & Strobel, A. (1999). Construct validity of sensation seeking: A psychometric investigation. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 20(3), 155-171.
- Beauducel, A., Strobel, A. & Brocke, B. (2003). Psychometrische Eigenschaften und Normen einer deutschsprachigen Fassung der Sensation Seeking-Skalen, Form V. *Diagnostica*, 49(2), 61-72.
- Beedie, C. J. & Lane, A. M. (2012). The role of glucose in self-control. Another look at the evidence and an alternative conceptualization. *Personality and Social Psychology Review*, 16, 143–153.
- Berger, H. & Gloor, P. (1969). *Hans Berger on the electroencephalogram of man: the fourteen original reports on the human electroencephalogram*. Amsterdam; New York: Elsevier.
- Bertrams, A. & Dickhäuser, O. (2009). Messung dispositioneller Selbstkontroll-Kapazität: Eine deutsche Adaptation der Kurzform der Self-Control Scale (SCS-KD). *Diagnostica*, 55(1), 2-10.
- Bertrams, A., Englert, C. & Dickhäuser, O. (2010). Self-control strength in the relation between trait test anxiety and state anxiety. *Journal of Research in Personality*, 44(6), 738-741.
- Beute, F. & de Kort, Y. A. W. (2014). Natural resistance: Exposure to nature and self-regulation, mood, and physiology after ego-depletion. *Journal of Environmental Psychology*, 40, 167-178.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R. F. (2010). *Biologische Psychologie* (7., überarb. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Bjorntorp, P. (2001). Do stress reactions cause abdominal obesity and comorbidities? *Obesity Reviews*, 2(2), 73-86.
- Bolger, N. & Zuckerman, A. (1995). A framework for studying personality in the stress process. *Journal of Personality and Social Psychology*, 69, 890–902.
- Bortz, J. & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler: mit ... 163 Tabellen* (7. Aufl.). Berlin ; Heidelberg: Springer.
- Boyce, W. T. & Ellis, B. J. (2005). Biological sensitivity to context: I. An evolutionary-developmental theory of the origins and functions of stress reactivity. *Development and Psychopathology*, 17(2), 271–301.
- Brabander, d. B., Hellemans, J., Boone, C. & Gerits, P. (1996). Locus of control, sensation seeking, and stress. *Psychological Reports*, 79, 1307-1212.
- Bray, S. R., Graham, J. D. & Saville, P. D. (2015). Self-control training leads to enhanced cardiovascular exercise performance. *Journal of Sports Science*, 33, 534–543.
- Bray, S. R., Graham, J. D., Martin Ginis, K. A. & Hicks, A. L. (2012). Cognitive task performance causes impaired maximum force production in human hand flexor muscles. *Biological Psychology*, 89, 195–200.
- Bray, S. R., Martin Ginis, K. A., Hicks, A. L. & Woodgate, J. (2008). Effects of self-regulatory strength depletion on muscular performance and EMG activation. *Psychophysiology* 45, 337–343.
- Breivik, G. (1995). *Personality, sensation seeking and arousal in high risk sports*. Oslo: Norwegian University of Sport and Physical Education.

- Breivik, G. (1999a). *Sensation seeking in sport* (Vol. 6). Oslo: Norges Idrettshøgskole, Institutt for Samfunnsfag.
- Breivik, G. (1999b). *Empirical studies of risk sport* (Vol. 5). Oslo: Norges Idrettshøgskole, Institutt for Samfunnsfag.
- Breyer, B. & Bluemke, M. (2016). Deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule PANAS (GESIS Panel). *Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen*.
- Britton, D., Kavanagh, E. & Polman, R. (2017). The Perceived Stress Reactivity Scale for adolescent athletes. *Personality and Individual Differences, 116*, 301-308.
- Brocke, B., Strobel, A. & Müller, J. (2003). Sensation Seeking: Eine biopsychologische Mehr-Ebenen-Theorie. In M. Roth & P. Hammelstein (Hrsg.), *Sensation Seeking - Konzeption, Diagnostik und Anwendung* (S. 29 - 51). Göttingen: Hogrefe.
- Brosschot, J.F. (2010). Markers of chronic stress: prolonged physiological activation and (un)conscious perseverative cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 35*, 46–50.
- Burke, S. M. & Orlick, T. (2003). Mental Strategies of Elite High Altitude Climbers: Overcoming Adversity on Mount Everest. *Journal of Human Performance in Extreme Environments, 7*(2), 15-22.
- Bystritsky, A., & Kronemyer, D. (2014). Stress and Anxiety. *Psychiatric Clinics of North America, 37*(4), 489-518.
- Campbell, J. & Ehlert, U. (2012). Acute psychosocial stress: Does the emotional stress response correspond with physiological responses? *Psychoneuroendocrinology, 37*(8), 1111-1134.
- Castanier, C., Le Scanff, C. & Woodman, T. (2011). Mountaineering as affect regulation: the moderating role of self-regulation strategies. *Anxiety Stress and Coping, 24*(1), 75-89.
- Cevada, T., Vasques, P. E., Moraes, H. & Deslandes, A. (2014). Salivary Cortisol Levels in Athletes and Nonathletes: A Systematic Review. *Hormone and Metabolic Research, 46*(13), 905-910.
- Chatkoff, D. K., Maier, K. J. & Klein, C. (2010). Nonlinear associations between chronic stress and cardiovascular reactivity and recovery. *International Journal of Psychophysiology, 77*(2), 150-156.
- Childs, E., Vicini, L.M. & De Wit, H. (2006). Responses to the Trier Social Stress Test (TSST) in single versus grouped participants. *Psychophysiology, 43*, 366– 371.
- Crane, J. & Temple, V. (2015). A systematic review of dropout from organized sport among children and youth. *European Physical Education Review, 21*(1), 114–131.
- Crewther, B. T., Keogh, J., Cronin, J. & Cook, C. J. (2006). Possible stimuli for strength and power adaptation. Acute hormonal responses. *Sports Medicine, 36*, 215–238.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin, 112*(1), 155-159.
- Cornelisse, S., Joels, M. & Smeets, T. (2011). A randomized trial on mineralocorticoid receptor blockade in men: effects on stress responses, selective attention, and memory. *Neuropsychopharmacology, 36*, 2720–2728.
- Coote, J. H. (2010). Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. *Experimental physiology, 95*(3), 431-440.

- Clow, A. (2001). The physiology of stress. In: F. Jones, F. & Bright, J. (Hrsg.), *Stress: Myth, Theory and Research* (S. 47–61). Pearson, UK: Essex.
- Dawson, J. F. (2014). Moderation in Management Research: What, Why, When, and How. *Journal of Business and Psychology*, 29(1), 1-19.
- Debus, G., Erdmann, G. & Kallus, K. W. (1995): *Biopsychologie von Streß und emotionalen Reaktionen: Ansätze interdisziplinärer Forschung*. Göttingen: Hogrefe.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2003). *Intrinsic Motivation Inventory*. Abgerufen am 10. Oktober 2015 unter <http://www.psych.rochester.edu/SDT/measures/intrins.html>.
- Dedovic, K., Renwick, R., Mahani, N.K., Engert, V., Lupien, S.J. & Pruessner, J.C. (2005). The Montreal Imaging Stress Task: using functional imaging to investigate the effects of perceiving and processing psychosocial stress in the human brain. *Journal of Psychiatry & Neuroscience*, 30, 319—325.
- Dickerson, S. S. & Kemeny, M. E. (2004). Acute stressors and cortisol responses: a theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological Bulletin*, 130, 355–391.
- Ditzen, B., Schmidt, S., Strauss, B., Nater, U.M., Ehlert, U. & Heinrichs, M. (2008). Adult attachment and social support interact to reduce psychological but not cortisol responses to stress. *Journal of Psychosomatic Research*, 64, 479–486.
- Doan, B. K., Newton, R. U., Kraemer, W. J., Kwon, Y.-H. & Scheet, T. P. (2007). Salivary cortisol, testosterone, and T/C ratio responses during a 36-hole golf competition. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 470–479.
- Domes, G., Heinrichs, M., Rimmeler, U., Reichwald, U., Hautzinger, M., 2004. Acute stress impairs recognition for positive words—association with stress-induced cortisol secretion. *Stress*, 7, 173–181.
- Donohew, L., Clayton, R. R., Skinner, W. F. & Colon, S. (1999). Peer networks and sensation seeking: Some implications for primary socialization theory. *Substance Use & Misuse*, 34(7), 1013-1023.
- Dvorak, R. D. & Simons, J. S. (2009). Moderation of resource depletion in the self-control strength model: Differing effects of two modes of self-control. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 35, 572–583.
- Edelstein, R. S., Yim, I. S. & Quas, J. A. (2010). Narcissism predicts heightened cortisol reactivity to a psychosocial stressor in men. *Journal of Research in Personality*, 44(5), 565-572.
- Edwards, D.A., Wetzel, K. & Wyner, D.R. (2006). Intercollegiate soccer: saliva cortisol and testosterone are elevated during competition, and testosterone is related to status and social connectedness with teammates. *Physiology & Behavior*, 87, 135– 143.
- Ehrlenspiel, F & Beckmann, J. (2017). Strategien der Stressregulation im Leistungssport. In R. Fuchs & M. Gerber (Hrsg.): *Handbuch Stressregulation und Sport*, (S. 417-434). Heidelberg: Springer.
- Ehrlenspiel, F., & Strahler, K. (2012). *Psychoneuroendocrinology of sport and exercise: Foundations, markers, trends*. Routledge.

- Ehrlenspiel, F., Brand, R. & Graf, K. (2009). *Das Wettkampfangst-Inventar-Trait (WAI-T) zur Messung von Wettkampfstress von Sportlerinnen und Sportlern*. Zugriff am 20.05.2011 unter [http://www.bisp.de/cln\\_090/nn\\_18072/SpoPsy/DE/Diagnostikportal/Angst/Sportlerfragebogen/Aengstlichkeit/Aengstlichkeit\\_einfuehrung.html?\\_\\_nnn=t\\_rue](http://www.bisp.de/cln_090/nn_18072/SpoPsy/DE/Diagnostikportal/Angst/Sportlerfragebogen/Aengstlichkeit/Aengstlichkeit_einfuehrung.html?__nnn=t_rue)
- Ehrlenspiel, F., Geukes, K. & Beckmann, J. (2017). Stress, Angst und Leistung im Leistungssport. In R. Fuchs & M. Gerber (Hrsg.): *Handbuch Stressregulation und Sport*, (S. 1-29). Heidelberg: Springer.
- Eid, M., Gollwitzer, M. & Schmitt, M. (2013). *Statistik und Forschungsmethoden*. Weinheim: Beltz.
- El-Sheikh, M., Arsiwalla, D. D., Hinnant, J. B. & Erath, S. A. (2011). Children's internalizing symptoms: the role of interactions between cortisol and respiratory sinus arrhythmia. *Physiology & Behavior*, 103, 225–232.
- Engert, V., Efanov, S.I., Duchesne, A., Vogel, S., Corbo, V. & Pruessner, J.C. (2013). Differentiating anticipatory from reactive cortisol responses to psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*, 38, 1328–1337.
- Englert, C. (2016). The Strength Model of Self-Control in Sport and Exercise Psychology. *Frontiers in Psychology*, 7, 9.
- Englert, C. & Bertrams, A. (2012). Anxiety, ego depletion, and sports performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 34, 580-599.
- Englert, C. & Bertrams, A. (2013). Too exhausted for Operation? Anxiety, depleted self-control strength, and perceptual-motor performance. *Self Identity*, 12, 650–662.
- Englert, C. & Bertrams, A. (2014b). What is self-control depleting in sports? Effects of vicarious experiences on performance. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 45, 1–10.
- Englert, C. & Bertrams, A. (2015b). Autonomy as a protective factor against the detrimental effects of ego depletion on tennis serve accuracy under pressure. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 13, 121–131.
- Englert, C., Bertrams, A. & Dickhäuser, O. (2011). Dispositional self-control capacity and trait anxiety as relates to coping styles. *Psychology*, 2(6), 598-604.
- Englert, C., Bertrams, A., Furley, P. & Oudejans, R. R. D. (2015a). Is ego depletion associated with increased distractibility? Results from a basketball free throw task. *Psychology of Sport and Exercise*, 18, 26–31.
- Englert, C., Zwemmer, K., Bertrams, A. & Oudejans, R. R. D. (2015c). Ego depletion and attention regulation under pressure: is a temporary loss of self-control strength indeed related to impaired attention regulation? *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 37, 127–137.
- Fabes, R.A., & Eisenberg, N. (1997). Regulatory control and adults' stress-related responses to daily life events. *Journal of Personality and Social Psychology*, 73(1), 1107–1117.
- Evans, G.W. & Stecker R. (2004). Motivational Consequences of Environmental Stress. *Journal of Environmental Psychology*, 24, 143-165.
- Fairclough, S.H. & Houston, K. (2004). A metabolic measure of mental effort. *Biological Psychology*, 66, 177–190.

- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS: (and sex and drugs and rock „n“ roll)* (3. Aufl.). Los Angeles, CA: SAGE.
- Fischer, L., Brauns, D. & Belschak, F. (2002). *Zur Messung von Emotionen in der angewandten Forschung. Analysen mit den SAMs - Self-Assessment-Manikin*. Langerich: Pabst Science Publishers.
- Fischer, P., Kastenmuller, A. & Asal, K. (2012). Ego Depletion Increases Risk-Taking. *Journal of Social Psychology, 152*(5), 623-638.
- Fletcher, D. & Sarkar, M. (2012). A grounded theory of psychological resilience in Olympic champions. *Psychology of Sport and Exercise, 13*, 669–678.
- Fletcher, D. & Sarkar, M. (2013). Psychological resilience: A review and critique of definitions, concepts and theory. *European Psychologist, 18*, 12–23.
- Fletcher, D., Hanton, S. & Mellalieu, S. D. (2006). An organizational stress review: Conceptual and theoretical issues in competitive sport. In S. Hanton & S. D. Mellalieu (Hrsg.), *Literature reviews in sport psychology* (S. 321–374). Hauppauge, NY: Nova Science.
- Foley, P. & Kirschbaum, C. (2010). Human hypothalamus–pituitary–adrenal axis responses to acute psychosocial stress in laboratory settings. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 35*, 91–96.
- Freeman, N. & Muraven, M. (2010). Self-control depletion leads to increased risk-taking. *Social Psychological and Personality Science, 1*, 175–181.
- Freixanet, M. G. I. (1991). Personality profile of subjects engaged in high physical risk sports. *Personality and Individual Differences, 12*(10), 1087-1093.
- Frenkel, M. O. (2018). *Der Einfluss von spezifischen Persönlichkeitsmerkmalen auf das Stresserleben im Sport*. Unveröffentlichte Habilitationsschrift. Universität Heidelberg, Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften.
- Frenkel, M. O., Heck, R.-B. & Plessner, H. (in press). Cortisol, heart rate and somatic anxiety in high vs. low sensation seekers responding to climbing and jumping from altitude. *Stress, Anxiety, and Coping*.
- Friese, M., Messner, C. & Schaner, Y. (2012). Mindfulness meditation counteracts self-control depletion. *Consciousness and Cognition, 21*, 1016–1022.
- Friese, M., Loschelder, D. D., Gieseler, K., Frankenbach, J. & Inzlicht, M. (in press). Is ego depletion real? An analysis of arguments. *Personality and Social Psychology Review*.
- Frisch, R. & Waugh, F. V. (1933). „Partial time regressions as compared with individual trends“. *Econometrica, 1*, 387-401.
- Fuchs, R. (2015). Grußwort des Tagungsleiters. In K. Wunsch, J. Müller, H. Mothes, A. Schöndube, N. Hartmann, & R. Fuchs (Hrsg.): *Stressregulation und Sport: 47. Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft für Sportpsychologie (asp) vom 14.-16. Mai 2015 in Freiburg ; Abstractband*. Hamburg: Arbeitsgemeinschaft für Sportpsychologie in der Bundesrepublik Deutschland.
- Fuchs, R. & Gerber, M. (2017). *Handbuch Stressregulation und Sport*. Heidelberg: Springer

- Gaab, J., Rohleder, N., Nater, U. M. & Ehlert, U. (2005). Psychological determinants of the cortisol stress response: the role of anticipatory cognitive appraisal. *Psychoneuroendocrinology*, 30(6), 599-610.
- Gailliot, M. T. & Baumeister, R. F. (2007b). Self-regulation and sexual restraint: Dispositionally and temporarily poor self-regulatory abilities contribute to failures at restraining sexual behavior. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 33, 173–186.
- Gailliot, M. T., Plant, E. A., Butz, D. A. & Baumeister, R. F. (2007). Increasing self-regulatory strength can reduce the depleting effect of suppressing stereotypes. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 33, 281–294.
- Gailliot, M.T., Baumeister, R.F., DeWall, C.N., Maner, J.K., Plant, E.A. & Tice, D.M. (2007). Self-control relies on glucose as a limited energy source: Willpower is more than a metaphor. *Journal of Personality and Social Psychology*, 92, 325–336.
- Galla B. M. & Wood J. J. (2015). Trait self-control predicts adolescents' exposure and reactivity to daily stressful events. *Journal of Personality*, 83, 69–83.
- Gerber, M. (2008). *Sport, Stress und Gesundheit bei Jugendlichen* (Bd. 162). Schorndorf: Hofmann.
- Gerber, M. (2016). Physiologische Wirkmechanismen des Sports unter Stress. In Fuchs, Reinhard; M. Gerber (Hrsg.): *Handbuch Stressregulation und Sport*, (S. 1-29). Heidelberg: Springer.
- Gerber, M. & Pühse, U. (2009). Do exercise and fitness protect against stress- induced health complaints? A review of the literature. *Scandinavian Journal of Public Health*, 37, 801-819.
- Geukes K, Mesagno C, Hanrahan SJ & Kellmann M. (2012). Testing an interactionist perspective on the relationship between personality traits and performance under public pressure. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(3), 243-50.
- Ghuman, N., Campbell, P. & White, W. B. (2009). Role of ambulatory and home blood pressure recording in clinical practice. *Current Cardiology Reports*, 11, 414–421.
- Goodyer, I. M., Tamplin, A., Herbert, J. & Altham, P. (2000). Recent life events, cortisol, dehydroepiandrosterone and the onset of major depression in high- risk adolescents. *The British Journal of Psychiatry*, 177(6), 499-504.
- Graham, J. D., Bray, S. R. & Martin Ginis, K. A. (2014a). “Pay the piper”: it helps initially, but motivation takes a toll on self-control. *Psychology of Sport and Exercise*, 15, 89–96.
- Gucciardi, D. F. & Gordon, S. (2009). Development and preliminary validation of the cricket mental toughness inventory (CMTI). *Journal of Sports Sciences*, 27, 1293–1310.
- Hagger, M. S., Wood, C., Stiff, C. & Chatzisarantis, N. L. D. (2010). Ego Depletion and the Strength Model of Self-Control: A Meta-Analysis. *Psychological Bulletin*, 136(4), 495-525.
- Hamilton, K. R., Sinha, R. & Potenza, M. N. (2014). Self-reported impulsivity, but not behavioral approach or inhibition, mediates the relationship between stress and self-control. *Addictive Behaviors*, 39(11), 1557-1564.
- Hansen, A.L., Johnsen, B.H. & Thayer, J.F. (2003). Vagal influence on working memory and attention. *International Journal of Psychophysiology*, 48, 263–274.



- Heck, R. (2011). *Einfluss von Sensation Seeking auf die situative Stresstoleranz*. Unveröffentlichte Magisterarbeit. Universität Heidelberg, Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften.
- Hellhammer, D.H., Wüst, S., Kudielka, B.M. (2009). Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology*, 34, 163–171.
- Herman, J., Ostrander, M., Mueller, N. & Figueiredo, H. (2005). Limbic system mechanisms of stress regulation: hypothalamo—pituitary—adrenocortical axis. *Progress in Neuropsychopharmacology and Biological Psychiatry*, 29, 1201—1213.
- Het, S., Schoofs, D., Rohleder, N. & Wolf, O.T. (2012). Stress-induced cortisol level elevations are associated with reduced negative affect after stress: indications for a mood-buffering cortisol effect. *Psychosomatic Medicine*, 74, 23–32.
- Het, S., Rohleder, N., Schoofs, D., Kirschbaum, C. & Wolf, O. (2009). Neuroendocrine and psychometric evaluation of a placebo version of the ‘Trier Social Stress Test’. *Psychoneuroendocrinology*, 34, 1075–1086.
- Hines, E.A. & Brown, O.E., (1936). The cold pressor test for measuring the reactivity of the blood pressure: data concerning 571 normal and hypertensive subjects. *American Heart Journal*, 1-9.
- Hobfoll, S.E. (1988). *ecology of stress*. Washington: Hemisphere.
- Hobfoll, S. E. (1989). Conservation of resources: A new attempt at conceptualizing stress. *American Psychologist*, 44, 513–524.
- Hill, L. K. & Siebenbrock, A. (2009). Are all measures created equal? Heart rate variability and respiration. *Biomedical Sciences Instrumentation*, 45, 71–76.
- Hill, E., Zack, E., Battaglini, C., Viru, M., Viru, A. & Hackney, A. (2008). Exercise and circulating cortisol levels: The intensity threshold effect. *Journal of Endocrinological Investigation*, 31, 587–591.
- Hoffmann, K. & Sallen, J. (2015). Spezifische Normierung des Trierer Inventars zum chronischen Stress (TICS) zur diagnostischen Anwendung im Spitzensport. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 19(3), 95-109.
- Hoffmann, S., Jendreizik, L. & Laborde, S. J. P. (2016). Keeping the pace: the effect of slow paced breathing on error monitoring. in: 42. Tagung "Psychologie und Gehirn": Berlin, 26.-28. Mai 2016 - Abstracts der Beiträge Deutsche Gesellschaft für Psychologie.
- Hoos, O. (2009). Herzfrequenzvariabilität und Physiotherapie. Grundlagen, Methoden und Anwendungen. *Zeitschrift für Physiotherapeuten*, 61(3), 277.
- Horvath, P. & Zuckerman, M. (1993). Sensation seeking, risk appraisal, and risky behavior. *Personality and Individual Differences*, 14, 41–52.
- Houtman, I.L.D. & Bakker, F.C. (1989). The anxiety thermometer: A validation study. *Journal of Personality Assessment*, 53, 575–582.
- Howe, A., Smajdor, A. & Stöckl, A. (2012). Towards an understanding of resilience and its relevance to medical training. *Medical Education*, 46, 349–356.
- Inzlicht, M., Schmeichel, B. J. & Macrae, C. N. (2014). Why self-control seems (but may not be) limited. *Trends in Cognitive Sciences*, 18(3), 127-133.

- Jamieson, J.P., Mendes, W.B. & Nock, M.K. (2013). Improving acute stress responses: the power of reappraisal. *Current Directions in Psychological Science*, 22, 51–56.
- Janke, S. & Glöckner-Rist, A. (2014). Deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule (PANAS). In D. Danner & A. Glöckner-Rist (Hrsg.), *Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen*.
- Jekauc, D. (2012). Fehlende Werte in sportwissenschaftlichen Untersuchungen: eine anwendungsorientierte Einführung in die multiple Imputation mit SPSS. *Sportwissenschaft*, 42(2), 126-36.
- Job, V., Dweck, C. S. & Walton, G. M. (2010). Ego-depletion: is it all in your head? Implicit theories about willpower affect self-regulation. *Psychological Science*, 21, 1686–1693.
- Joireman, J., Balliet, D., Sprott, D., Spangenberg, E. & Schultz, J. (2008). Consideration of future consequences, ego-depletion, and self-control: Support for distinguishing between CFC-Immediate and CFC-Future sub-scales. *Personality and Individual Differences*, 45, 15–21.
- Kaiseler, M., Polman, R. & Nicholls, A. (2009). Mental toughness, stress, stress appraisal, coping and coping effectiveness in sport. *Personality and Individual Differences*, 47(7), 728–733.
- Kaiseler, M., Polman, R. C. J. & Nicholls, A. R. (2012). Effects of the Big Five personality dimensions on appraisal coping, and coping effectiveness in sport. *European Journal of Sport Science*, 12(1), 62–72.
- Kajantie, E. & Phillips, D.I. (2006). The effects of sex and hormonal status on the physiological response to acute psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*, 31, 151–178.
- Kaluza, G. (2012). *Gelassen und sicher im Stress: Das Stresskompetenz-Buch - Stress erkennen, verstehen, bewältigen* (4. Aufl.). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Kelly, M.M., Tyrka, A.R., Anderson, G.M., Price, L.H. & Carpenter, L.L., (2008). Sex differences in emotional and physiological responses to the Trier Social Stress Test. *Journal of Behavior Therapy Experimental Psychiatry*, 39, 87–98.
- Kirschbaum, C. (1991). *Cortisolmessung im Speichel - eine Methode der biologischen Psychologie*. Bern: Huber.
- Kirschbaum, C. & Hellhammer, D. (1994). Salivary Cortisol in Psychoneuroendocrine Research: Recent Developments and Applications. *Psychoneuroendocrinology*, 19, 313-333.
- Kirschbaum, C., Pirke, K. M. & Hellhammer, D. H. (1993). The trier social stress test - a tool for investigating psychobiological stress responses in a laboratory setting. *Neuropsychobiology*, 28(1-2), 76-81.
- Kivimäki, M., Ferrie, J.E., Brunner, E., Head, J., Shipley, M.J., Vahtera, J. & Marmot MG. (2005). Justice at Work and Reduced Risk of Coronary Heart Disease Among Employees The Whitehall II Study. *Archives of Internal Medicine*, 165(19), 2245–2251.
- Klaperski, S., von Dawans, B., Heinrichs, M. & Fuchs, R. (2014). Effects of a 12-week endurance training program on the physiological response to psychosocial stress in men: a randomized controlled trial. *Journal of Behavioral Medicine*, 37(6), 1118-1133.
- Knoblauch H., Tuma R. (2017) Videoanalyse. In: R. Gugutzer, G. Klein, M. Meuser (Hrsg.), *Handbuch Körpersoziologie* (S. 409-423). Wiesbaden: Springer.

- Kobayashi, H. & Miyazaki, Y. (2015). Distribution characteristics of salivary cortisol measurements in a healthy young male population. *Journal of Physiological Anthropology*, 34, 4.
- Kolotylova, T., Koschke, M., Bär, K.J., Ebner-Priemer, U., Kleindienst, N., Bohus, M. & Schmahl, C. (2010). Development of the “Mannheim Multicomponent Stress Test” (MMST). *Psychotherapie, Psychosomatik, Medizinische Psychologie*, 60 (2), 64–72.
- Krohne, H.W., Egloff, B., Kohlmann, C.W. & Tausch, A. (1996). Untersuchungen mit einer deutschen Version der “Positive and Negative Affect Schedule (PANAS). *Diagnostica*, 42, 139-156.
- Krombaß, A. & Harms, U. (2006). Ein computergestütztes Informationssystem zur Biodiversität als motivierende und lernförderliche Ergänzung eines Naturkundemuseums. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 7-22.
- Kubesch, S., Beck, F. & Abler, B. (2011). Dopaminerge Genpolymorphismen und sportliche Höchstleistungen. *Nervenheilkunde: Zeitschrift für interdisziplinäre Fortbildung*, 30(8), 585-593.
- Kudielka, B.M., Hellhammer, D.H. & Wust, S. (2009). Why do we respond so differently? Reviewing determinants of human salivary cortisol responses to challenge. *Psychoneuroendocrinology*, 34, 2–18.
- Laborde, S., Mosley, E., & Thayer, J. F. (2017). Heart Rate Variability and Cardiac Vagal Tone in Psychophysiological Research - Recommendations for Experiment Planning, Data Analysis, and Data Reporting. *Frontiers in Psychology*, 8, 18.
- Laborde, S., Brüll, A., Weber, J. & Anders L.S. (2011). Trait emotional intelligence in sports: A protective role against stress through heart rate variability? *Personality and Individual Differences*, 51(1), 23-27.
- Lackschewitz, H., Hüther, G. & Kröner-Herwig, B. (2008). Physiological and psychological stress responses in adults with attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Psychoneuroendocrinology*, 33, 612–624.
- Lautenbach, F. & Laborde, S. (2016). The Influence of Hormonal Stress on Performance. In M. Raab, Lobinger, B. & Hoffmann, S. (Hrsg.), *Performance Psychology: Perception, Action, Cognition, and Emotion*. (S. 315 - 329). London: Academic press.
- Lautenbach, F., Laborde, S., Achtzehn, S. & Raab, M. (2014). Preliminary evidence of salivary cortisol predicting performance in a controlled setting. *Psychoneuroendocrinology*, 42, 218-224.
- Lazarus, R.S. (1981). Streß und Streßbewältigung. Ein Paradigma. In S.-H. Filipp (Hrsg.), *Kritische Lebensereignisse* (S. 198 - 232). München: Urban & Schwarzenberg.
- Lazarus, R. S. & Folkman, S. (1987). Transactional theory and research on emotions and coping. *European Journal of Personality*, 1(3), 141–169.
- Lazarus, R. S., Averill, J. R. & Opton, E. M. (1970). *Toward a cognitive theory of emotion*. In M.B. Arnold (Ed.), *Feelings and emotions* (pp. 207 – 232). New York: Academic Press.
- LeDoux, J. E. (1994). The amygdala: contributions to fear and stress. *Seminars in Neuroscience*, 6(4), 231-237.

- Lepore, S.J., Miles, H.J. & Levy, J.S. (1997). Relation of chronic and episodic stressors to psychological distress, reactivity, and health problems. *International Journal of Behavioral Medicine*, 4, 39–59.
- Lissek, S. & Powers, A. (2003). Sensation seeking and startle modulation by physically threatening images. *Biological Psychology*, 63(2), 179-197.
- Lopez-Duran, N. L., McGinnis, E., Kuhlman, K., Geiss, E., Vargas, I. & Mayer, S. (2015). HPA- axis stress reactivity in youth depression: Evidence of impaired regulatory processes in depressed boys. *Stress*, 18(5), 545–553.
- Maier, S. F. & Watkins, L. R. (1998). Stressor Controllability, Anxiety, and Serotonin. *Cognitive Therapy and Research*, 22(6), 595-613.
- Malik, M. (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *European Heart Journal*, 17, 354–381.
- Matta Mello Portugal, E., Cevada, T., Sobral Monteiro-Junior, R., Teixeira Guimarães, T., da Cruz Rubini, E., Lattari, E., Blois, C. & Camaz Deslandes A. (2013). Neuroscience of exercise: from neurobiology mechanisms to mental health. *Neuropsychobiology*, 68: 1–14.
- McEwen, B. S. (1998). Protective and damaging effects of stress mediators. *New England Journal of Medicine*, 338, 171–179.
- McEwen, B.S. (2007). Physiology and neurobiology of stress and adaptation: central role of the brain. *Physiological Reviews*, 87, 873–904.
- McEwen, B.S. & Gianaros, P.J. (2010). Central role of the brain in stress and adaptation: links to socioeconomic status, health, and disease. *Annals of the New York Academy Sciences*, 1186, 190–222.
- Mellalieu, S. D., Hanton, S. & Fletcher, D. (2006). A competitive anxiety review: Recent directions in sport psychology research. In S. Hanton & S. D. Mellalieu (Hrsg.), *Literature reviews in sport psychology* (S. 1–45). Hauppauge, NY: Nova Science.
- Mellalieu, S.D., Neil, R., Hanton, S. & Fletcher, D (2009). Competition stress in sport performers: Stressors experienced in the competition environment. *Journal of Sports Sciences*, 27(7), 729-744.
- Michels, N., Sioen, I., Clays, E., De Buyzere, M., Ahrens, W., Huybrechts, I. & De Henauw, S. (2013). Children's heart rate variability as stress indicator: Association with reported stress and cortisol. *Biological Psychology*, 94(2), 433-440.
- Miller, R. & Plessow, F. (2013). Transformation techniques for cross-sectional and longitudinal endocrine data: application to salivary cortisol concentrations. *Psychoneuroendocrinology*, 38(6), 941-946.
- Miller, R., Plessow, F., Kirschbaum, C. & Stalder, T. (2013). Classification Criteria for Distinguishing Cortisol Responders From Nonresponders to Psychosocial Stress: Evaluation of Salivary Cortisol Pulse Detection in Panel Designs. *Psychosomatic Medicine*, 75(9), 832-840.
- Miller, R., Stalder, T., Jarczok, M., Almeida, D. M., Badrick, E., Bartels, M. & Kirschbaum, C. (2016). The CIRCORT database: Reference ranges and seasonal changes in diurnal salivary cortisol derived from a meta-dataset comprised of 15 field studies. *Psychoneuroendocrinology*, 73, 16-23.

- Monasterio, E., Mei-Dan, O., Hackney, A. C., Lane, A. R., Zwir, I., Rozsa, S. & Cloninger, C. R. (2016). Stress reactivity and personality in extreme sport athletes: The psychobiology of BASE jumpers. *Physiology & Behavior*, *167*, 289-297.
- Monteleone, P., Tortorella, A., Scognamiglio, P., Serino, I., Monteleone, A.M. & Maj, M. (2012). The acute salivary ghrelin response to a psychosocial stress is enhanced in symptomatic patients with bulimia nervosa: a pilot study. *Neuropsychobiology*, *66*, 230–236.
- Moreira, A., Crewther, B., Freitas, C.G., Arruda, A.F., Costa, E.C. & Aoki, M.S. (2012). Session RPE and salivary immune-endocrine responses to simulated and social basketball matches in elite young male athletes. *The Journal of Sports Medicine Physical Fitness*, *52*, 682–687.
- Moreira A., Freitas C.G., Nakamura F.Y., Drago G., Drago M. & Aoki, M.S. (2013). Effect of match importance on salivary cortisol and immunoglobulin. A responses in elite young volleyball players. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, *27*, 202–207.
- Moruzzi, G. & Magoun, H. W. (1949). Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, *1* (4), 455–473.
- Muraven, M. & Baumeister, R.F. (2000). Self-regulation and depletion of limited resources: Does self-control resemble a muscle? *Psychological Bulletin*, *126*, 247–259.
- Muraven, M. & Slessareva, E. (2003). Mechanisms of self-control failure: Motivation and limited resources. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *29*, 894–906.
- Muraven, M., Tice, D.M. & Baumeister, R.F. (1998). Self-control as limited resource: Regulatory depletion patterns. *Journal of Personality and Social Psychology*, *74*, 774–789.
- Murdock, K. W., LeRoy, A. S. & Fagundes, C. P. (2017). Trait hostility and cortisol sensitivity following a stressor: The moderating role of stress-induced heart rate variability. *Psychoneuroendocrinology*, *75*, 222-227.
- Nater, U. M. & Rohleder, N. (2009). Salivary alpha-amylase as a non-invasive biomarker for the sympathetic nervous system: Current state of research. *Psychoneuroendocrinology*, *34*(4), 486-496.
- Nater, U.M., La Marca, R., Florin, L., Moses, A., Langhans, W., Koller, M.M. & Ehlert, U. (2006). Stress-induced changes in human salivary alpha-amylase activity—associations with adrenergic activity. *Psychoneuroendocrinology*, *31*, 49–58.
- Neira, Y., Solomon, Z., Ginzburg, K. & Dekel, R. (2000). Sensation seeking, wartime performance, and long-term adjustment among Israeli war veterans. *Personality and Individual Differences* *29*(5), 921-932.
- Nicholls, A. R. & Polman, R. C. J. (2007). Coping in sport: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, *25*(1), 11–31.
- Nicholls, A. R., Levy, A. R. & Perry, J. L. (2015). Emotional maturity, dispositional coping, and coping effectiveness among adolescent athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, *17*, 32–39.
- Nicholls, A. R., Polman, R. C. J. & Levy, A. R. (2012). A path analysis of stress appraisals, emotions, coping, and performance satisfaction among athletes. *Psychology of Sport and Exercise*, *13*, 263–270.
- Nicholls, A. R., Holt, N. L., Polman, R. C. J. & James, D. W. G. (2005). Stress and coping among international adolescent golfers. *Journal of Applied Sport Psychology*, *17*(4), 333–340.

- Nieuwenhuys, A., Pijpers, J.R., Oudejans, R.R.D. & Bakker, F.C. (2008). The influence of anxiety on visual attention in climbing. *Journal of Sports and Exercise Psychology*, 30(2), 171-85.
- Norbury, A. & Husain, M. (2015). Sensation-seeking: Dopaminergic modulation and risk for psychopathology. *Behavioural Brain Research*, 288, 79-93.
- Nunan, D., Sandercock, G.R.H. & Brodie D.A (2010). A Quantitative Systematic Review of Normal Values for Short-Term Heart Rate Variability in Healthy Adults. PACE-Pacing. *Clinical Electrophysiology*, 33(11), 1407-17.
- O'Connor, D. B., Wilson, A. E. & Lawton, R. (2017). Interactive Effects of Trait Self-Control and Stress Appraisals on Blood Pressure Responses to a Laboratory Stressor. *International Journal of Behavioral Medicine*, 24(4), 602-612.
- Oldehinkel, A.J., Ormel, J., Bosch, N.M., Bouma, E.M.C., van Roon, A.M., Rosmalen, J.G.M. & Riese, H. (2011). Stressed out? Associations between perceived and physiological stress responses in adolescents: the TRIALS study. *Psychophysiology*, 48, 441—452.
- Park, G., Vasey, M. W., Van Bavel, J. J. & Thayer, J. F. (2014). When tonic cardiac vagal tone predicts changes in phasic vagal tone: The role of fear and perceptual load. *Psychophysiology*, 51(5), 419-426.
- Parmak M, Mylle J.J. & Euwema M.C. (2014). Sensation Seeking and Perceived Need for Structure Moderate Soldiers' Well-Being Before and After Operational Deployment. *Military Behavioral Health*, 2(1): 75-81.
- Passelergue, P. A. & Lac, G. (2012). Salivary hormonal responses and performance changes during 15 weeks of mixed aerobic and weight training in elite junior wrestlers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26, 3049–3058.
- Penttila, J., Helminen, A., Jartti, T., Kuusela, T., Huikuri, H. V., Tulppo, M. P. & Scheinin, H., (2001). Time domain, geometrical and frequency domain analysis of cardiac vagal outflow: effects of various respiratory patterns. *Clinical Physiology*, 21(3), 365–376.
- Petrowski, K., Wintermann, G. B., Kirschbaum, C., & Strahler, J. (2016). Salivary alpha-amylase response following repeated psychosocial stress in patients with panic disorder. *Journal of Anxiety Disorders*, 37, 54-63.
- Pfefferbaum, B. & Wood, P. B. (1994). Self-report study of impulsive and delinquent behavior in college students. *Journal of Adolescent Health*, 15(4), 295-302.
- Pijpers, P., Oudejans R., Bakker F. (2005). Anxiety-induced changes in movement behaviour during the execution of a complex whole-body task. *The quarterly journal of experimental psychology*, 58(3):421-45.
- Polman, R., Clough, P., & Levy, A. (2010). Personality and coping in sport: The Big Five and mental toughness. In A. R. Nicholls (Hrsg.), *Coping in sport: Theory, methods, and related constructs* (S. 141–157). New York: Nova Science.
- Pruessner, J. C., Gaab, J., Hellhammer, D. H., Lintz, D., Schommer, N. C. & Kirschbaum, C. (1997). Increasing correlations between personality traits and cortisol stress responses obtained by data aggregation. *Psychoneuroendocrinology*, 22, 615– 625.
- Putman, P. & Berling, S. (2011). Cortisol acutely reduces selective attention for erotic words in healthy young men. *Psychoneuroendocrinology*, 36, 1407–1417.

- Reardon, C.L. & Factor, R.M. (2010). Sport psychiatry: a systematic review of diagnosis and medical treatment of mental illness in athletes. *Sports Medicine*, 40, 961–980.
- Reynard, A., Gevirtz, R., Berlow, R., Brown, M. & Boutelle, K. (2011). Heart Rate Variability as a Marker of Self-Regulation. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 36(3), 209-215.
- Rheinberg, F. (1996). Flow-Erleben, Freude an riskantem Sport und andere "unvernünftige" Motivationen. In J. Kuhl & H. Heckhausen (Hrsg.), *Motivation, Volition und Handlung. Enzyklopädie der Psychologie C/IV/4* (S. 101-118). Göttingen: Hogrefe.
- Rimmele, U., Costa Zellweger, B., Marti, B., Seiler, R., Mohiyeddini, C. & Ehlert, U. (2007). Trained men show lower cortisol, heart rate and psychological responses to psychosocial stress compared with untrained men. *Psychoneuroendocrinology*, 32(6), 627-635.
- Rimmele, U., Seiler, R., Marti, B., Wirtz, P. H., Ehlert, U. & Heinrichs, M. (2009). The level of physical activity affects adrenal and cardiovascular reactivity to psychosocial stress. *Psychoneuroendocrinology*, 34(2), 190-198.
- Robertson, D., Johnson, G.A., Robertson, R.M., Nies, A.S., Shand, D.G., Oates, J.A. (1979). Comparative assessment of stimuli that release neuronal and adrenomedullary catecholamines in man. *Circulation*, 59, 637—643.
- Robinson, D. W. (1985). Stress seeking: Selected behavioral characteristics of elite rock climbers. *Journal of Sport Psychology*, 7(4), 400-404.
- Rohleder, N. & Kirschbaum, C. (2006). The hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis in habitual smokers. *International Journal of Psychophysiology*, 59, 236–243.
- Rohleder, N., Schommer, N.C., Hellhammer, D.H., Engel, R. & Kirschbaum, C. (2001). Sex differences in glucocorticoid sensitivity of proinflammatory cytokine production after psychosocial stress. *Psychosomatic Medicine*, 63, 966–972.
- Rohwer, G. & Pötter, U. (2002): *Methoden der sozialwissenschaftlichen Datenkonstruktion*. Weinheim/München: Juventa.
- Rosenblitt, J. C., Soler, H., Johnson, S. E. & Quadagno, D. M. (2001). Sensation Seeking and Hormones in Men and Women: Exploring the Link. *Hormones and Behavior*, 40, 396-402.
- Roth, M. & Herzberg, P. Y. (2004). A validation and psychometric examination of the Arnett Inventory of Sensation Seeking (AISS) in German adolescents. *European Journal of Psychological Assessment*, 20(3), 205-214.
- Roth, M. & Petermann, H. (2003). Sensation Seeking und Konsum illegaler Drogen im Jugendalter. In M. Roth & P. Hammelstein (Hrsg.). *Sensation Seeking - Konzeption, Diagnostik und Anwendung* (S. 183-213). Göttingen: Hogrefe.
- Salvador, A. & Costa, R. (2009). Coping with competition: neuroendocrine responses and cognitive variables. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33, 160–170.
- Salvador, A., Suay, F., González-Bono, E. & Serrano, M. A. (2003). Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psychoneuroendocrinology*, 28(3), 364-375.

- Sánchez, B. N., Wu, M., Raghunathan, T. E. & Diez-Roux, A. V. (2012). Modeling the Salivary Cortisol Profile in Population Research The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis. *American journal of epidemiology*, 176(10), 918-928.
- Sarkar, M. & Fletcher, D. (2014). Psychological resilience in sport performers: a review of stressors and protective factors. *Journal of Sports Sciences*, 32(15), 1419-1434.
- Schandry, R. (2011). *Biologische Psychologie*. Weinheim: Beltz
- Schaub, H. (2003). Persönlichkeit als Informationsverarbeitung: Persönlichkeit als Muster von Parametern eines informationsverarbeitenden Systems. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 24, 185–195.
- Schlottz, W. (2013). Stress reactivity. In M. D. Gellman & R. J. Turner (Hrsg.), *Encyclopedia of Behavioral Medicine* (S. 1891–1894). New York: Springer.
- Schlottz, W., Schulz, P., Hellhammer, J., Stone, A. A. & Hellhammer, D. H. (2006). Trait anxiety moderates the impact of performance pressure on salivary cortisol in everyday life. *Psychoneuroendocrinology*, 31, 459–472.
- Schlottz, W., Yim, I. S., Zoccola, P. M., Jansen, L. & Schulz, P. (2011). The Perceived Stress Reactivity Scale: Measurement Invariance, Stability, and Validity in Three Countries. *Psychological Assessment*, 23(1), 80-94.
- Schmeichel, B. J. (2007). Attention control, memory updating, and emotion regulation temporarily reduce the capacity for executive control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(2), 241-255.
- Schmidt, A. (2003). Sensation Seeking und delinquentes Verhalten. In M. Roth & P. Hammelstein (Hrsg.). *Sensation Seeking - Konzeption, Diagnostik und Anwendung* (S. 214-234). Göttingen: Hogrefe.
- Schnell, R., Hill, P. & Esser, E. (1999). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. München: Oldenbourg.
- Schommer, N. C., Hellhammer, D. H. & Kirschbaum, C. (2003). Dissociation between reactivity of the hypothalamus-pituitary-adrenal axis and the sympathetic-adrenal-medullary system to repeated psychosocial stress. *Psychosomatic Medicine*, 65(3), 450–460.
- Schoofs, D. & Wolf, O. T. (2011). Are salivary gonadal steroid concentrations influenced by acute psychosocial stress? A study using the Trier Social Stress Test (TSST). *International Journal of Psychophysiology*, 80(1), 36-43.
- Schröger, E. (2010). *Biopsychologische Methoden*. Wiesbaden: VS Verlag.
- Schuler, J. L. & O'Brien, W. H. (1997). Cardiovascular recovery from stress and hypertension risk factors: A meta-analytic review. *Psychophysiology*, 34, 649–659.
- Schuhmacher, J. & Hammelstein, P. (2003). Sensation Seeking und gesundheitsbezogenes Risikoverhalten – Eine Betrachtung aus gesundheitspsychologischer Sicht. In M. Roth & P. Hammelstein (Hrsg.). *Sensation Seeking - Konzeption, Diagnostik und Anwendung* (S. 138-161). Göttingen: Hogrefe.
- Schumacher, J. & Roth, M. (2004). Sensation Seeking, gesundheitsbezogene Kognitionen und Partizipation am Risikosport. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie*, 12 (4), 148 - 158.



- Schulz, P., Jansen, L. J. & Schlotz, W. (2005). Stressreaktivität: Theoretisches Konzept und Messung. *Diagnostica*, 51(3), 124-133.
- Schulz, P., Schlotz, W. & Becker, P. (2004). *Trierer Inventar zum chronischen Stress (TICS)*. Göttingen: Hogrefe.
- Schulz, H., Horn, A., Linowsky, G., Plogmaker, A. & Heck, H. (2002). Einfluss eines Ausdauertrainings auf die Herzfrequenzvariabilität bei Untrainierten. In Herzfrequenzvariabilität im Sport: Prävention - Rehabilitation - Training; Symposium am 8. Dezember 2001 in Marburg, S. 67-74. Hamburg: Czwalina.
- Schwarzer, R. (1993). *Streß, Angst und Handlungsregulation* (3., überarb. Aufl.). Stuttgart: Kohlhammer.
- Seegerstrom, S. C. & Nes, L. S. (2007). Heart rate variability reflects self-regulatory strength, effort, and fatigue. *Psychological Science*, 18(3), 275-281.
- Selye, H. (1950). The physiology and pathology of exposure to stress.
- Selye, H. (1973). The Evolution of the Stress Concept: The originator of the concept traces its development from the discovery in 1936 of the alarm reaction to modern therapeutic applications of syntoxic and catatoxic hormones. *American scientist*, 61(6), 692-699.
- Semmer, N. & Zapf, D. (2017). Theorien der Stressentstehung und -bewältigung. In Fuchs, R. & Gerber, M. (Hrsg.): *Handbuch Stressregulation und Sport*, (S. 1-29). Heidelberg: Springer.
- Sgoifo, A., Braglia, F., Costoli, T., Musso, E., Meerlo, P. & Ceresini, G. (2003). Cardiac autonomic reactivity and salivary cortisol in men and women exposed to social stressors: Relationship with individual ethological profile. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 27, 179-188.
- Shabani, S., Dehghani, M., Hedayati, M. & Rezaei, O. (2011). Relationship of serum serotonin and salivary cortisol with sensation seeking. *International Journal of Psychophysiology*, 81(3), 225-229.
- Shamosh, N. A. & Gray, J. R. (2007). The relation between fluid intelligence and self-regulatory depletion. *Cognition & Emotion*, 21, 1833-1843.
- Shepherd, D., Mulgrew, J. & Hautus, M. J. (2015). Exploring the autonomic correlates of personality. *Autonomic Neuroscience*, 193, 127-131.
- Sherk, V. D., Sherk, K. A., Kim, S., Young, K. C. & Bembien, D. A. (2011). Hormone responses to a continuous bout of rock climbing in men. *European Journal of Applied Physiology*, 111(4), 687-693.
- Slavich, G.M., Way, B.M., Eisenberger, N.I. & Taylor, S.E. (2010). Neural sensitivity to social rejection is associated with inflammatory responses to social stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107, 14817-14822.
- Stöber, J. (1999). Die Soziale-Erwünschtheits-Skala-17 (SES-17): Entwicklung und erste Befunde zu Reliabilität und Validität. *Diagnostika*, 45, 173-177.
- Schnell, R., Hill, P. & Esser, E. (1999). *Methoden der empirischen Sozialforschung*. München: Oldenbourg.
- Schwarzer, R. (2000b). *Stress, Angst und Handlungsregulation*. Stuttgart: Kohlhammer.

- Sieverding, M. (2010). Gesundheitspsychologie. In G. Steins (Hrsg.): *Handbuch Psychologie und Geschlechterforschung* (S. 189–201). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Sinha, R. (2008). Chronic stress, drug use, and vulnerability to addiction. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1141, 105–130.
- Smith, R. E., Ptacek, J. T. & Smoll, F. L. (1992). Sensation seeking, stress, and adolescent injuries: A test of stress-buffering, risk-taking, and coping skills hypotheses. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62(6), 1016-1024.
- Soler, J., Cebolla, A., Feliu-Soler, A., Demarzo, M. M. P., Pascual, J. C., Banos, R. & Garcia-Campayo, J. (2014). Relationship between Meditative Practice and Self-Reported Mindfulness: The MINDSENS Composite Index. *Plos One*, 9(1), 7.
- Sosnowski, M. (2010). Heart rate variability. In P. W. Macfarlane, A. van Oosterom, O. Pahlm, P. Kligfield, M. Janse, & J. Camm (Hrsg.), *Comprehensive electrocardiology* (S. 1513–1675). London: Springer.
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., Lushene, R., Vagg, P. R. & Jacobs, G. A. (1983). *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Stalder, T. & Kirschbaum, C. (2013). Cortisol. In: M. Gellman & J.R. Turner (Hrsg.), *Encyclopedia of Behavioral Medicine* (S. 507—512). New York: Springer
- Stadler, T., Evans, P., Hucklebridge, F. & Clow, A. (2011). Associations between the cortisol awakening response and heart rate variability. *Psychoneuroendocrinology*, 36, 454–462.
- Statistisches Bundesamt (2013). *Mikrozensus – Fragen zur Gesundheit*. Zugriff am 12.11.2017 ([https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Gesundheitszustand/Koerpermasse5239003139004.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Gesundheitszustand/Koerpermasse5239003139004.pdf?__blob=publicationFile)).
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18, 643-662.
- Suay, F. & Salvador, A. (2012). Cortisol. In F. Ehrlenspiel, & K. Strahler (Hrsg.), *Psychoneuroendocrinology of sport and exercise: Foundations, markers, trends* (S. 43–60). Oxford, England: Routledge.
- Suls, J. & Martin, R. (2005). The daily life of the garden-variety neurotic: Reactivity, stress- or exposure, mood spillover, and maladaptive coping. *Journal of Personality*, 73(6), 1485–1510.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2007a). *Experimental designs using ANOVA*. Belmont, CA: Duxbury.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L. S. (2013). *Using multivariate statistics* (6. Aufl.). Boston; Munich: Pearson.
- Tangney, J. P., Baumeister, R. F. & Boone, A. L. (2004). High Self- Control Predicts Good Adjustment, Less Pathology, Better Grades, and Interpersonal Success. *Journal of Personality*, 72(2), 271-324.
- Tarvainen, M. P., Niskanen, J. P., Lipponen, J. A., Ranta-Aho, P. O. & Karjalainen, P. A. (2014). Kubios HRV—heart rate variability analysis software. *Comput. Methods Programs* 113, 210–220.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996). Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. *Circulation*, 93, 1043–1065.

- Taylor, V. A., Ellenbogen, M. A., Washburn, D. & Jooper, R. (2011). The effects of glucocorticoids on the inhibition of emotional information: a dose–response study. *Biological Psychology*, 86, 17–25.
- Taylor, S.E., Welch, W.T., Kim, H.S. & Sherman, D.K. (2007). Cultural differences in the impact of social support on psychological and biological stress responses. *Psychological Science*, 18, 831–837.
- Thayer, J. F. & Lane, R. D. (2000). A model of neurovisceral integration in emotion regulation and dysregulation. *Journal of Affective Disorders*, 61, 201–216.
- Thayer, J. F., Hansen, A. L. & Johnsen, B. H. (2010). The non-invasive assessment of autonomic influences on the heart using impedance cardiography and heart rate variability. In A. Steptoe (Hrsg.), *Handbook of behavioral medicine* (S. 723–740). Heidelberg: Springer.
- Thayer, J. F., Hansen, A. L., Saus-Rose, E. & Johnsen, B. H. (2009). Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. *Annals of Behavioral Medicine*, 37, 141–153.
- Tice, D. M. & Bratslavsky, E. (2000). Giving in to feel good: The place of emotion regulation in the context of general self-control. *Psychological Inquiry*, 11, 149–159.
- Tice, D.M., Baumeister, R.F., Shmueli, D. & Muraven, M. (2007). Restoring the self: Positive affect helps improve self-regulation following ego depletion. *Journal of Experimental Social Psychology*, 43, 379–384.
- Tschesner, R. (2008). *Sensation Seeking bei Einsatzkräften: Ausprägung, Verlauf, Traumaerleben und Stressverarbeitung*. Unveröffentlichte Dissertation. Universität Salzburg, Naturwissenschaftliche Fakultät
- Tschesner, R. (2012). Sensation Seeking, Traumaerleben und Bewältigungsstrategien: eine empirische Untersuchung an Einsatzkräften. *Neuropsychiatrie*, 26(1), 28-34.
- Tzeng, Y. C., Larsen, P. D. & Galletly, D. C. (2003). Cardioventilatory coupling in resting human subjects. *Experimental Physiology*, 88(6), 775–782.
- Tyler, J. M. & Burns, K. C. (2008). After depletion: The replenishment of the self's regulatory resources. *Self and Identity*, 7, 305–321.
- Van Rens, F. E. C. A., Borkoles, E., Farrow, D., Curran, T. & Polman, R. C. J. (2016). Development and initial validation of the Role Strain Questionnaire for Junior Athletes (RSQ- JA). *Psychology of Sport and Exercise*, 24, 168–178.
- Van Vliet, K. J. (2008). Shame and resilience in adulthood: A grounded theory study. *Journal of Counseling Psychology*, 55, 233–245.
- Verkuil, B., Brosschot, J. F., Borkovec, T. D. & Thayer, J. F. (2009). Acute autonomic effects of experimental worry and cognitive problem solving: Why worry about worry? *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 9(3), 439-453.
- Von Dawans, B. & Heinrichs, M. (2017). Physiologische Stressreaktionen. In R. Fuchs & M. Gerber (Hrsg.): *Handbuch Stressregulation und Sport*, (S. 67-78). Heidelberg: Springer.

- Wagner, D. D. & Heatherton, T. F. (2013). Self-regulatory depletion increases emotional reactivity in the amygdala. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 8(4), 410-417.
- Wagsta, C. (2014). Emotion regulation and sport performance. *Journal of Sports and Exercise Psychology*, 36, 401-412.
- Webb, T. L. & Sheeran, P. (2003). Can implementation intentions help to overcome ego-depletion? *Journal of Experimental Social Psychology*, 39, 279-286.
- Woodman, T., Huggins, M., Le Scanff, C. & Cazenave, N. (2009). Alexithymia determines the anxiety experienced in skydiving. *Journal of Affective Disorders*, 116, 134-138.
- Young, M. E. (2016). The problem with categorical thinking by psychologists. *Behavioural Processes*, 123, 43-53.
- Zahn, D., Adams, J., Krohn, J., Wenzel, M., Mann, C. G., Gomille, L. K. & Kubiak, T. (2016). Heart rate variability and self-control—A meta-analysis. *Biological Psychology*, 115, 9-26.
- Zheng, Y., Xu, J., Jia, H., Tan, F., Chang, Y., Zhou, L. & Qu, B. (2011). Electrophysiological correlates of emotional processing in sensation seeking. *Biological Psychology*, 88(1), 41-50.
- Zuckerman, M. (1979). *Sensation seeking: beyond the optimal level of arousal*. Hillsdale, NJ, New York: Erlbaum Wiley.
- Zuckerman, M. (1994). *Behavioral expressions and biosocial bases of sensation seeking*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Zuckerman, M. (1997). The psychobiological basis of personality. In H. Nyborg (Hrsg.). *The Scientific Study of Human Nature: Tribute to Hans J. Eysenck at Eighty* (S. 3-16). Amsterdam: Pergamon/Elsevier Science Inc.
- Zuckerman, M., Persky, H., Hopkins, T. R., Murtaugh, T., Basu, G. K. & Schilling, M. (1966). Comparison of stress effects of perceptual and social isolation. *Archives of General Psychiatry*, 14(4), 356-365.



UNIVERSITÄT  
HEIDELBERG  
ZUKUNFT  
SEIT 1386

FAKULTÄT FÜR VERHALTENS-  
UND EMPIRISCHE KULTURWISSENSCHAFTEN

**Promotionsausschuss der Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften  
der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg**  
Doctoral Committee of the Faculty of Behavioural and Cultural Studies, of Heidelberg University

**Erklärung gemäß § 8 (1) c) der Promotionsordnung der Universität Heidelberg  
für die Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften**  
Declaration in accordance to § 8 (1) c) of the doctoral degree regulation of Heidelberg University,  
Faculty of Behavioural and Cultural Studies

Ich erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation selbstständig angefertigt, nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Zitate gekennzeichnet habe.  
I declare that I have made the submitted dissertation independently, using only the specified tools and have correctly marked all quotations.

**Erklärung gemäß § 8 (1) d) der Promotionsordnung der Universität Heidelberg  
für die Fakultät für Verhaltens- und Empirische Kulturwissenschaften**  
Declaration in accordance to § 8 (1) d) of the doctoral degree regulation of Heidelberg University,  
Faculty of Behavioural and Cultural Studies

Ich erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation in dieser oder einer anderen Form nicht anderweitig als Prüfungsarbeit verwendet oder einer anderen Fakultät als Dissertation vorgelegt habe.  
I declare that I did not use the submitted dissertation in this or any other form as an examination paper until now and that I did not submit it in another faculty.

Vorname Nachname  
First name Family name

Robin-Bastian Heck

Datum, Unterschrift  
Date, Signature

12.06.2018, 