



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

## **„Der Einfluss der Farben Rot und Blau auf psychologische und physiologische Parameter beim Radfahren in einer fiktiven Konkurrenzsituation“**

verfasst von / submitted by

**Mag. Andreas Leitgeb**

gemeinsam mit / in collaboration with

**Julian Schober**

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of  
**Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)**

Wien, 2020 / Vienna, 2020

Studienkennzahl lt. Studienblatt /  
degree programme code as it appears on  
the student record sheet:

A 190 313 482

Studienrichtung lt. Studienblatt /  
degree programme as it appears on  
the student record sheet:

Lehramtstudium  
UF Geschichte, Sozialkunde und Politische Bildung  
UF Bewegung und Sport

Betreut von / Supervisor:

Mag. Dr. Björn Krenn

### **Eidesstattliche Erklärung (Leitgeb)**

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde weder an einer anderen Stelle eingereicht, noch von anderen Personen vorgelegt.

Andreas Leitgeb

Wien, Jänner 2020

### **Eidesstattliche Erklärung (Schober)**

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und nur die ausgewiesenen Hilfsmittel verwendet habe. Diese Arbeit wurde weder an einer anderen Stelle eingereicht, noch von anderen Personen vorgelegt.

Julian Schober

Wien, Jänner 2020

## **Danksagung**

Zunächst möchte ich mich recht herzlich bei meinem Diplomarbeitsbetreuer Mag. Dr. Björn Krenn bedanken, der uns während des gesamten Entstehungsprozesses stets unterstützte und uns immer wieder durch seine konstruktive Kritik hilfreiche Anregungen für diverse Arbeitsschritte gab.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinem Kollegen Julian Schober für die erfolgreiche Zusammenarbeit sowohl bei der Durchführung des empirischen Teils als auch beim Erarbeiten der diversen Kapitel der Arbeit.

Der größte Dank gebührt jedoch, wie schon in meiner ersten Diplomarbeit erwähnt, meiner Familie: meinen Eltern Klaus und Elisabeth, die mich während der Studienzeit, aber auch schon davor bei allen meinen Entscheidungen unterstützten und maßgeblich dafür verantwortlich sind, dass ich heute da stehe, wo ich stehe; meiner Schwester Katrin und meinem Bruder Christoph dafür, dass wir ein tolles Team und immer füreinander da sind.

## **Zusammenfassung (deutsch)**

In den letzten zehn bis 15 Jahren wurde eine Vielzahl an Studien im sportlichen Kontext durchgeführt, die sich mit dem Einfluss von unterschiedlichen Farben auf physiologische und psychologische Parameter beim Menschen auseinandersetzten. Insbesondere die Farbe Rot, aber auch die Farbe Blau standen im Fokus zahlreicher Untersuchungen im Sport, in denen vermehrt Vorteile von rot bekleideten Athlet/innen nachgewiesen werden konnten. Aufgrund durchaus widersprüchlicher Studienergebnisse wurde in dieser Studie untersucht, ob die Farbe Rot tatsächlich Vorteile bzw. Einflüsse in einer fiktiven, sportlichen Konkurrenzsituation mit sich bringt.

Die vorliegende Studie zielte darauf ab, die Effekte des Tragens der Farbe Rot und der Farbe Blau auf physiologische (Herzfrequenz, Leistung, Trittfrequenz) und der Wahrnehmung der Farben Rot und Blau auf psychologische (Dominanzverhalten, Aggressivität) Parameter während zweier Stufentests gegen eine/n fiktive/n, gleichgeschlechtliche/n Konkurrent/in auf einem Radergometer zu untersuchen. 58 Proband/innen, die je nach zufälliger Gruppeneinteilung entweder rote oder blaue Bekleidung trugen und gegen eine/n gleichgeschlechtliche/n blaue/n oder rote/n Konkurrent/in pro Testzeitpunkt einen Stufentest durchführten, wurden zu zwei (mind. 48 Stunden, max. sieben Tage auseinanderliegenden) Testzeitpunkten in einer Laborsituation getestet.

Die Resultate der Studie zeigten, dass die Farbe Rot bei gewissen Gruppen Einfluss auf die durchschnittlichen Trittfrequenzen hat. Ergebnisse bezüglich der maximalen Herzfrequenzen stellten sich als nicht schlüssig heraus. Beim Vergleich der maximal erreichten Leistungen konnte kein Unterschied festgestellt werden. Daneben zeigte sich auch auf die psychologischen Parameter kein signifikanter Einfluss der Farbe Rot.

## **Abstract (english)**

The last 15 years have shown a rise in studies investigating the possible influences of various colors on physiological and psychological parameters in humans in the context of physical activity. Especially the color red, but also the color blue were the focus of numerous studies of physical activity. These studies have shown advantages towards athletes wearing red. Due to contradictory results, this study investigated whether the color red does indeed grant advantages in a fictive competitive context concerning physical activity.

This study aimed at determining the effects of wearing the color red and wearing the color blue on physiological parameters such as heart rate, performance and cadence. Furthermore, the effects of perceiving the colors red and blue on psychological parameters such as perceived dominance and aggression were investigated. These effects were analysed during two steep-ramp bicycle ergometer tests against a same-sex fictional opponent. 58 test subjects were randomly assigned to wear red or blue clothing. Then, a steep-ramp test against a blue or red wearing, same-sex opponent was conducted in a laboratory at two different times of testing. There was a rest-period between both tests of 48 hours at minimum and seven days at maximum.

The results of the study showed that wearing the color red does have an influence on the mean cadence in certain groups. Results concerning maximum heart rate proved inconclusive. When comparing maximum performance, no differences were found. No significant influence of red was found on psychological parameters either.

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Einleitung (Leitgeb) .....                                                 | 11 |
| 1.1 Wissenschaftliche Ausgangslage bzw. Forschungslücke .....                 | 11 |
| 1.2 Forschungsziel .....                                                      | 13 |
| 1.3 Aufbau der Arbeit .....                                                   | 13 |
| 2. Theoretische Hintergründe der Farbforschung.....                           | 14 |
| 2.1 Geschichte der Farbenlehre (Schober) .....                                | 14 |
| 2.1.1 Isaac Newton (1643 – 1727) .....                                        | 14 |
| 2.1.2 Thomas Young (1773 – 1829) .....                                        | 14 |
| 2.1.3 James Clerk Maxwell (1831 – 1879) und Heinrich Hertz (1857 – 1894)..... | 15 |
| 2.1.4 Zusammenfassung.....                                                    | 15 |
| 2.2 Farbwahrnehmung (Schober) .....                                           | 16 |
| 2.3 Die Farbe (Schober).....                                                  | 18 |
| 2.3.1 Farbton .....                                                           | 18 |
| 2.3.2 Helligkeit und Weißgrad.....                                            | 19 |
| 2.3.3 Buntheit und Chroma .....                                               | 20 |
| 2.3.4 Sättigung .....                                                         | 21 |
| 2.4 Bekannte Effekte der Farbwahrnehmung (Schober) .....                      | 22 |
| 2.4.1 Hunt Effekt.....                                                        | 22 |
| 2.4.2 Stevens Effekt .....                                                    | 23 |
| 2.4.3 Bartelson-Breneman Effekt .....                                         | 23 |
| 2.4.4 Simultaner Kontrast .....                                               | 23 |
| 2.4.5 Effekt der Frequenz.....                                                | 24 |
| 2.4.6 Helmholtz-Kohlrausch Effekt .....                                       | 25 |
| 2.4.7 Chromatische Anpassung.....                                             | 26 |
| 2.4.8 Zusammenfassung.....                                                    | 26 |
| 2.5 Farbsymbolik und Farbwirkung (Leitgeb) .....                              | 27 |
| 2.6 Color-in-Context-Theory (Schober) .....                                   | 29 |

|                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.6.1 Prämisse 1: „Farben transportieren Bedeutung“ .....                                                                                          | 29 |
| 2.6.2 Prämisse 2: „Die Betrachtung von Farben beeinflusst psychologische Funktionen“ .....                                                         | 29 |
| 2.6.3 Prämisse 3: „Effekte von Farben sind implizit“ .....                                                                                         | 29 |
| 2.6.4 Prämisse 4: „Bedeutungen von Farben und die damit verbundenen Reaktionen haben zwei Ursachen: Lernen und Biologie“ .....                     | 30 |
| 2.6.5 Prämisse 5: „Relationen zwischen Farbwahrnehmung und Emotion, Kognition und Verhalten sind reziprok“ .....                                   | 30 |
| 2.6.6 Prämisse 6: „Bedeutungen und Effekte von Farben sind Kontext-spezifisch“ .....                                                               | 30 |
| 2.7 Empirische Ergebnisse zum Einfluss von Farben (insbes. der Farbe Rot) im sportlichen Kontext und auf die Kognition des Menschen (Leitgeb)..... | 32 |
| 2.7.1 Studien in Individualsportarten .....                                                                                                        | 36 |
| 2.7.2 Studien in Teamsportarten .....                                                                                                              | 40 |
| 2.7.3 Individuelle kognitive und psychomotorische Performance.....                                                                                 | 42 |
| 3. Forschungsfragen und Hypothesenbildung .....                                                                                                    | 45 |
| 3.1 Fragestellungen.....                                                                                                                           | 45 |
| 3.2 Hypothesenbildung .....                                                                                                                        | 47 |
| 4. Methodik der Studie (Leitgeb) .....                                                                                                             | 49 |
| 4.1 Teilnehmer/innen .....                                                                                                                         | 49 |
| 4.2 Materialien und experimentelles Design .....                                                                                                   | 50 |
| 4.3 Ablauf der Testungen .....                                                                                                                     | 53 |
| 4.3.1 Experimenteller Teil .....                                                                                                                   | 53 |
| 4.3.2 Abschließende Nachbesprechung .....                                                                                                          | 54 |
| 4.4 Messungen .....                                                                                                                                | 56 |
| 4.4.1 Physiologische Parameter .....                                                                                                               | 56 |
| 4.4.2 Psychologische Parameter .....                                                                                                               | 56 |
| 4.4.3 Testosteron-Level .....                                                                                                                      | 56 |
| 4.5 Statistische Analyse .....                                                                                                                     | 57 |

|                                                                                                                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5. Resultate der Datenauswertung .....                                                                                                                                                                                   | 58 |
| 5.1 Gibt es einen Unterschied in der maximalen Leistung (Watt) und Herzfrequenz (Schläge pro Minute) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn die Testpersonen blaue oder rote Kleidung tragen? (SCHÖBER)..... | 58 |
| 5.1.1 Unterschiede maximaler Leistung zwischen Testzeitpunkt 1 und 2.....                                                                                                                                                | 59 |
| 5.1.2 Unterschiede maximaler Herzfrequenzen zwischen Testzeitpunkt 1 und 2 .....                                                                                                                                         | 60 |
| 5.2 Gibt es einen Unterschied in der maximalen Leistung (Watt) und Herzfrequenz (Schläge pro Minute) zwischen Testpersonen, die rote Kleidung tragen, und denen, die blaue Kleidung tragen? (SCHÖBER) .....              | 63 |
| 5.2.1 Maximale Leistung, Testzeitpunkt 1.....                                                                                                                                                                            | 63 |
| 5.2.2 Maximale Herzfrequenz, Testzeitpunkt 1 .....                                                                                                                                                                       | 64 |
| 5.2.3 Maximale Leistung, Testzeitpunkt 2.....                                                                                                                                                                            | 66 |
| 5.2.4 Maximale Herzfrequenz, Testzeitpunkt 2 .....                                                                                                                                                                       | 67 |
| 5.3 Gibt es einen Unterschied in der wahrgenommenen Dominanz und Aggressivität der Testpersonen zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn sie blaue oder rote Kleidung tragen? (Leitgeb).....                   | 69 |
| 5.3.1 Dominanzverhalten .....                                                                                                                                                                                            | 69 |
| 5.3.2 Aggressivität .....                                                                                                                                                                                                | 73 |
| 5.3.3 Dominanzverhalten (getrennt nach Geschlecht) .....                                                                                                                                                                 | 74 |
| 5.3.4 Aggressivität (getrennt nach Geschlecht) .....                                                                                                                                                                     | 75 |
| 5.4 Gibt es einen Unterschied bei der subjektiven Bewertung der wahrgenommenen Dominanz und Aggressivität eines/einer Konkurrent/in, wenn diese/r blaue oder rote Kleidung trägt? (Leitgeb) .....                        | 78 |
| 5.4.1 Dominanzverhalten .....                                                                                                                                                                                            | 78 |
| 5.4.2 Aggressivität .....                                                                                                                                                                                                | 79 |
| 5.4.3 Dominanzverhalten_Konkurrent/in (getrennt nach Geschlecht) .....                                                                                                                                                   | 80 |
| 5.4.4 Aggressivität_Konkurrent/in (getrennt nach Geschlecht) .....                                                                                                                                                       | 82 |

|                                                                                                                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.5 Gibt es einen Unterschied in der durchschnittlichen Trittfrequenz zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn die Testpersonen blaue oder rote Kleidung tragen? (SCHÖBER) | 85  |
| 5.5.1 Mittlere Trittfrequenz, gemischte Geschlechter                                                                                                                                 | 86  |
| 5.5.2 Mittlere Trittfrequenz, getrennte Geschlechter                                                                                                                                 | 87  |
| 5.6 Gibt es einen Unterschied des Cortisolspiegels zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn ein rotes oder blaues Trikot getragen wird? (Leitgeb)                          | 89  |
| 5.6.1 Cortisolwerte: Rote vs. Blaue Bekleidung                                                                                                                                       | 89  |
| 5.6.2 Cortisolwerte: Rote vs. blaue Bekleidung (getrennt nach Geschlecht)                                                                                                            | 92  |
| 6. Diskussion                                                                                                                                                                        | 95  |
| 6.1 Diskussion der Unterschiede der physiologischen Parameter (Leistung, Herzfrequenz, Trittfrequenz) (Schober)                                                                      | 95  |
| 6.1.1 Herzfrequenz                                                                                                                                                                   | 95  |
| 6.1.2 Leistung                                                                                                                                                                       | 96  |
| 6.1.3 Trittfrequenz                                                                                                                                                                  | 96  |
| 6.2 Diskussion der Unterschiede der psychologischen Parameter und Cortisolwerte (Leitgeb)                                                                                            | 97  |
| 6.2.1 Einfluss des Tragens von roter Kleidung                                                                                                                                        | 97  |
| 6.2.2 Einfluss des Sehens von Konkurrent/innen mit roter Bekleidung                                                                                                                  | 97  |
| 6.2.3 Einfluss des Tragens von roter Bekleidung auf die Cortisolwerte                                                                                                                | 98  |
| 6.3 Limitationen (Schober)                                                                                                                                                           | 99  |
| 6.4 Ausblick (Schober)                                                                                                                                                               | 100 |
| 7. Verzeichnisse                                                                                                                                                                     | 101 |
| 7.1 Literaturverzeichnis                                                                                                                                                             | 101 |
| 7.2 Tabellenverzeichnis                                                                                                                                                              | 107 |
| 7.3 Abbildungsverzeichnis                                                                                                                                                            | 112 |
| 8. Anhang                                                                                                                                                                            | 113 |
| 8.1 Allgemeine Teilnehmer/inneninformation                                                                                                                                           | 113 |
| 8.2 Einwilligungserklärung                                                                                                                                                           | 119 |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| 8.3 Fragebogen zum aktuellen Gesundheitszustand.....          | 120 |
| 8.4 Angaben zur Person und zur sportlichen Vorgeschichte..... | 121 |
| 8.5 Fragebogen zur Befindlichkeit (1).....                    | 122 |
| 8.6 Fragebogen zur Befindlichkeit (2).....                    | 123 |

# **1. Einleitung (Leitgeb)**

Farben sind allgegenwärtig und spielen sowohl beim Menschen als auch im Tierreich eine wichtige Rolle. Jeder Gegenstand, den wir im alltäglichen Leben betrachten; egal, wohin wir sehen – die ganze Welt wird als farbenreicher Ort wahrgenommen. Sogar in der Entscheidungsfindung oder bei Konversationen haben Farben einen Einfluss, wenn es beispielsweise um Überlegungen geht, welche Kleidung man zu welchem Anlass tragen soll oder man die neue Haarfarbe eines Freundes bzw. das neue Kleid einer Freundin bewertet (Elliott & Maier, 2014). Im Straßenverkehr kommt den Farben ebenfalls eine wichtige Bedeutung zu: So signalisiert die Farbe Rot beispielsweise Gefahr: Sieht man die roten Bremslichter eines Fahrzeugs, weiß man, dass dieses seine Geschwindigkeit reduziert, worauf man rasch reagieren und ebenfalls langsamer werden muss. Weiße Lichter auf der Rückseite eines Fahrzeugs zeigen hingegen an, dass der/die Lenker/in zurückschieben will, während grünes Licht auf einer Ampel beispielsweise bedeutet, dass es erlaubt ist weiterzufahren.

Aufgrund der Allgegenwärtigkeit von Farben im menschlichen Leben ist es keine Überraschung, dass bereits im letzten Jahrhundert, aber auch seit der Jahrtausendwende viele wissenschaftliche Untersuchungen zu den physikalischen, physiologischen und psychologischen Einflüssen von Farben auf den Menschen durchgeführt wurden. Überraschend hingegen ist, dass sich der größte Teil dieser Studien auf physikalische oder physiologische Eigenschaften von Farben bezieht, während sich unverhältnismäßig wenige Studien der Auswirkungen von Farben auf die psychologische Funktionsweise des Menschen widmen (Elliot, Maier, Moller, Friedman & Meinhardt, 2007). Da die Farbforschung in dieser Hinsicht noch in den Kinderschuhen steckt, müssen Theorien und empirische Forschungsergebnisse mit Vorsicht behandelt werden (Elliot, 2015).

## **1.1 Wissenschaftliche Ausgangslage bzw. Forschungslücke**

Im Bereich der Farbforschung wurde der Farbe Rot in wissenschaftlichen Untersuchungen die größte Aufmerksamkeit geschenkt, da sie unterschiedliche Auswirkungen auf Kognition, Emotion sowie Motivation haben kann. Sowohl beim Menschen als auch bei Tieren wird die Farbe Rot mit Bedrohung und Gefahr assoziiert, auf die es unmittelbar zu reagieren gilt, um einer Gefahrensituation (z.B. Stopp bei roter Ampel) zu entgehen (Payen, Elliot, Coombes, Chalabaev, Brisswalter & Cury, 2011).

Bisherige Forschungen zum Einfluss der Farbe Rot auf die psychologische Funktionsweise des Menschen wurden im sportlichen und außersportlichen Kontext durchgeführt. Mehrere Studien gingen der Frage nach, ob die Farbe Rot einen entsprechenden Vorteil für Menschen in

kompetitiven Situationen mit sich bringen. Mehrere Studien (u.a. Hackney, 2006; Hagemann, Strauss & Leissing, 2008; Hill & Barton, 2005) belegten, dass Personen oder Teams, die Bekleidung in roter Farbe trugen, mit größerer Wahrscheinlichkeit physische Wettkämpfe gewinnen als Personen oder Teams, die eine andere Farbe trugen (Feltman & Elliot, 2011). Hill und Barton (2005) beispielsweise analysierten bei den Olympischen Spielen 2004 die Ergebnisse von Athlet/innen in vier Kampfsportarten (Boxen, Taekwondo, griechisch-römisches und Freestyle-Wrestling) und konnten feststellen, dass rot bekleidete Athleten signifikant häufiger ihre Kämpfe gewinnen als ihre Konkurrenten in blau.

Dreiskämper, Strauss, Hagemann und Büsch (2013) konnten wiederum in einer experimentellen Zweikampfsituation nachweisen, dass durch das Tragen roter Bekleidung die Körperfunktionen (u.a. Herzfrequenz) beeinflusst werden.

Die hier angeführten Studien, aber auch einige weitere deuten alle darauf hin, dass die Wahrnehmung von Farben – insbesondere der Farbe Rot – Auswirkungen auf physiologische und psychologische Parameter beim Menschen haben können. Aufgrund des jungen Forschungsstandes und zum Teil widersprüchlicher Forschungsergebnisse können jedoch noch keine allgemeingültigen Aussagen über den Einfluss verschiedener Farben auf den Menschen getroffen werden. Aus diesem Grund sind weitere Studien wünschenswert, die sich mit dem Einfluss von Farben auf Kraft- und Ausdauerleistungen auseinandersetzen.

## **1.2 Forschungsziel**

Ziel dieser Studie war es u.a. herauszufinden, ob es Unterschiede in der Leistungsfähigkeit bei einem anaerob-laktaziden Stufentest auf dem Fahrrad-Ergometer gibt, wenn Proband/innen eine rote oder blaue Bekleidung tragen bzw. ob Proband/innen, die roten Reizen in einer fiktiven Konkurrenzsituation ausgesetzt sind, im Schnitt eine bessere Leistung erbringen als jene, die gegen blau bekleidete Konkurrent/innen antreten. Demnach war diese Studie die erste ihrer Art, die sich mit der Interaktion zwischen dem Tragen und Sehen der Farben Rot vs. Blau in einem sportlichen Kontext auseinandersetzt. Zudem soll untersucht werden, ob es einen Unterschied im Cortisolwert (Parameter für Stress) der Proband/innen gibt, wenn sie rote oder blaue Kleidung tragen.

## **1.3 Aufbau der Arbeit**

Nach der Einleitung sollen im zweiten Kapitel die bisherigen theoretischen Konzepte zur Farbenlehre vorgestellt werden. Im dritten Kapitel werden schließlich die Forschungsfragen und Hypothesen formuliert, während in Kapitel vier die Methodik der Studie im Detail beschrieben wird.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie werden im fünften Kapitel präsentiert. In Kapitel sechs werden die gefundenen Erkenntnisse anschließend nochmals zusammengefasst und es soll zudem ein Ausblick über den zukünftigen Forschungsstand gegeben werden.

.

## **2. Theoretische Hintergründe der Farbforschung**

### **2.1 Geschichte der Farbenlehre (Schober)**

In ihrem Werk „*Einführung in die Farbenlehre*“ beschreiben Brinkmann und Walter (1947) die ersten Farbtheorien, die bereits in der Antike entstanden. Phytagoras, Platon, Aristoteles und andere vertraten die Theorie, dass das Auge selbst Lichtstrahlen entsendet und der Aufprall dessen auf einem betrachteten Körper jene Sinneserregung bewirken würde, die als „Sehen“ bezeichnet wird. Farben entstünden nach dieser Theorie aus einer Mischung von Schwarz und Weiß. Die Vorstellung, dass das menschliche Auge selbst Licht entsendete wurde bis zu den Entdeckungen Newtons im 17. Jahrhundert vertreten.

#### **2.1.1 Isaac Newton (1643 – 1727)**

Die Komplexität von Farben und ihrer Wirkung beginnt beim Licht. 1666 entdeckte Newton in einem Experiment das Farbspektrum des Sonnenlichts: Voilettblau, Zyanblau, Grün, Gelb, Rot und Purpur. Er verdunkelte ein Zimmer und bohrte ein Loch durch die Jalousie. Der einzelne Sonnenstrahl wurde dann mithilfe eines Prismas gebrochen. Als Ergebnis erschienen die 6 Spektralfarben des Sonnenspektrums, Dunkelblau, Zyanblau, Grün, Gelb, Rot und Purpur an der gegenüberliegenden Wand. Ab diesem Zeitpunkt war bekannt: Farbe ist Licht, beziehungsweise Licht ist Farbe (Parramón, 1993; Brinkmann und Walter, 1947). Dadurch konnte er auch die Hintergründe des Regenbogens klären, denn jeder Wassertropfen in der Luft wirkt wie ein winziges Prisma, das eine Brechung des Sonnenlichts erzeugt (Düchting, 2003). Ohne Licht gibt es also keine Farben.

#### **2.1.2 Thomas Young (1773 – 1829)**

Anknüpfend an Newtons Entdeckung startete Young im 18. Jahrhundert ein Experiment, bei dem er sechs Laternen in den von Newton beschriebenen Spetralfarben auf einen Tisch stellte und eine Leinwand damit beleuchtete. Durch Austauschen und Entfernen der einzelnen Laternen kam er zur Erkenntnis, dass die Farben Rot, Grün und Dunkelblau ausreichten, um das weiße Licht wieder zusammenzusetzen. Auf diese Weise fand er auch heraus, dass die Mischung von Rot und Grün Gelb, Rot und Dunkelblau Purpur und Grün und Dunkelblau Hellblau ergibt. 1807 stellte er schließlich als erster die Dreikomponententheorie auf, die besagt, dass aus den drei Grundfarben, Dunkelblau, Grün und Rot, alle anderen Farben erzeugt werden können, womit die additive Farbmischung erfunden war (Parramón, 1993; Brinkmann & Walter, 1947).

### **2.1.3 James Clerk Maxwell (1831 – 1879) und Heinrich Hertz (1857 – 1894)**

Maxwell gilt heute noch aufgrund seiner 1873 veröffentlichten Gleichungen als einer der einflussreichsten Physiker der Welt. Er konnte nachweisen, dass Licht aus der Ausbreitung eines elektromagnetischen Feldes besteht. 1886 gelang es dann Hertz, auf der Basis der Maxwell-Gleichungen, mithilfe seines Oszillators die ersten elektromagnetischen Wellen zu erzeugen. Diese glichen in ihren Attributen Spiegelung, Brechung, Interferenz, Polarisierung und Geschwindigkeit jenen des Lichts. Elektromagnetische Wellen besitzen eine gewisse Wellenlänge. Die Bandbreite möglicher Wellenlängen rangiert zwischen milliardstel-Millimeter bishin zu tausenden Kilometern. Das sichtbare Licht rangiert in einem Bereich von etwa 380 Nanometer bis etwa 780 Nanometer (Parramón, 1993). Genauere Details zur Wellenlänge des Lichts werden in Kapitel 0. beschrieben.

### **2.1.4 Zusammenfassung**

Mit der Entdeckung der Grundvoraussetzung der Farben – dem Licht, den drei Grundfarben Dunkelblau, Grün und Rot, der additiven Farbmischung und der elektromagnetischen Wellen als Medium des Lichts beziehungsweise der Farben wurden die wichtigsten physikalischen Grundvoraussetzungen Ende des 19. Jahrhunderts für die weitere Erforschung von Farben gelegt. Die folgenden Kapitel widmen sich den Bedingungen der Möglichkeit der Wahrnehmung von Farben durch den Menschen.

## 2.2 Farbwahrnehmung (Schober)

Die zugrundeliegende Prämisse für die Wahrnehmung von Farben lautet:

„Alle Körper bestehen aus Substanzen, die Farben absorbieren und reflektieren, oder – was auf dasselbe hinausläuft - die die elektromagnetischen Wellen absorbieren und reflektieren.“ (vgl. Parramón, 1993)

Während ein weißer Körper alle drei Hauptfarben des Lichts, Rot, Grün und Blau, reflektiert und genauso wieder zurückwirft, absorbiert ein schwarzer Körper alle Lichtfarben und erscheint dem/der BetrachterIn dadurch schwarz. Farbige Körper absorbieren und reflektieren nur bestimmte Anteile des Lichts, wodurch sie in einer bestimmten Farbe erscheinen. Ein gelber Körper beispielsweise absorbiert den blauen Anteil des Lichts und reflektiert die roten und grünen Anteile, die zusammen Gelb ergeben. Licht erzeugt also Farben durch Addition elektromagnetischer Wellen. (Parramón, 1993)

Menschen nehmen Farben über das Auge wahr. Der Aufbau dieses hochkomplexen Organs wird in Abbildung 1 dargestellt.

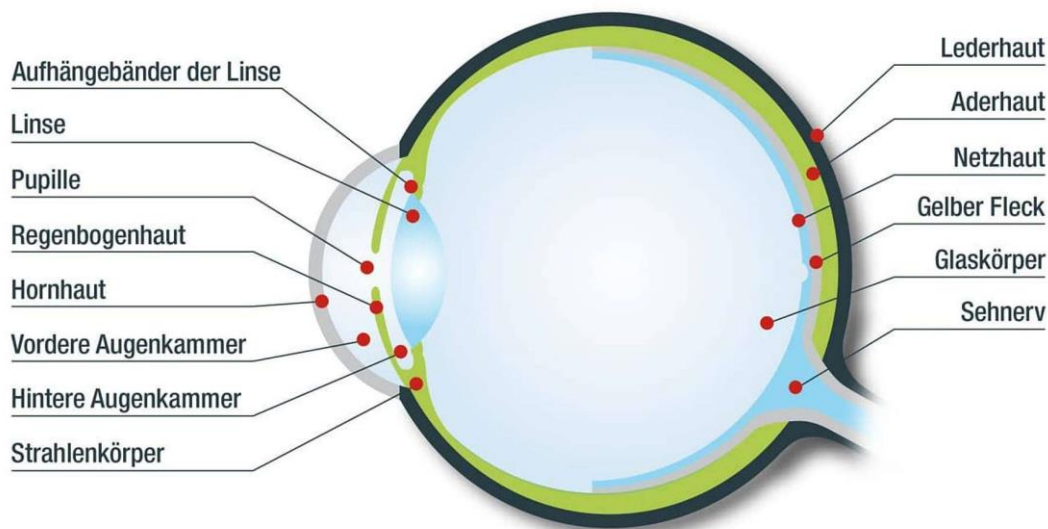


Abbildung 1: Kuratorium Gutes Sehen e.V. (2019). Das Auge – die Anatomie des Auges. Zugriff am 8. Jänner 2020 unter <https://www.sehen.de/sehen/das-auge/>

Düchting (2003) führt aus, dass das Licht, nachdem es durch die Hornhaut durchgedrungen ist, von der Linse gebündelt wird. Die Iris beeinflusst dabei die Menge an Licht, die ins Auge dringen kann, indem sie die Größe der Pupille reguliert. Das gebündelte Licht trifft nun auf die Netzhaut. Diese enthält zwei verschiedene Arten von Rezeptoren: Stäbchen und Zapfen (Düchting, 2003). Erstere registrieren hauptsächlich Helligkeitsunterschiede, letztere

ermöglichen das Farbsehen. Zapfen enthalten drei unterschiedliche Rezeptoren: K-Zapfen absorbieren hauptsächlich blaue Lichtwellen, M-Zapfen grün-gelbe Lichtwellen und L-Zapfen Orange-Rote Lichtwellen (Düchting, 2003). Von den Rezeptoren werden die Farbsignale in zwei Kanälen, einem für Blau-Gelb und einem für Rot-Grün, weiterverarbeitet. Bis zu diesem Zeitpunkt lief der Farbwahrnehmungsprozess rein physisch über das Auge ab (Düchting, 2003). Über den Sehnerv gelangen die Informationen nun in den visuellen Kortex, wo sie in Form, Farbe, Tiefe und Bewegung umgesetzt und auf psychologischer Ebene interpretiert werden (Parramón, 1993). Bei der Farbwahrnehmung handelt sich also um einen hochkomplexen psycho-physischen Prozess.

## 2.3 Die Farbe (Schober)

Eine Definition des Begriffs „Farbe“ lautet:

„Farbe ist ein Attribut der visuellen Wahrnehmung, das aus jeglicher Kombination chromatischer und achromatischer Inhalte besteht. Dieses Attribut kann durch chromatische Farbnamen wie gelb, orange, braun, rot, pink, grün, blau, lila, etc., oder durch achromatische Farbnamen wie weiß, grau, schwarz, etc., und durch Qualitäten wie hell, trüb, dunkel, etc. und jedwede Kombination dieser Namen beschrieben werden.“ (Fairchild, 2013)

Ein wichtiger Zusatz zu dieser Definition besagt, dass die wahrgenommene Farbe von mehreren Faktoren abhängt:

- ➔ Spektrale Verteilung des Farbstimulus
- ➔ Größe, Form, Struktur des Farbstimulus
- ➔ Umfeld des Farbstimulus
- ➔ Anpassungsgrad des visuellen Systems des Individuums
- ➔ Erfahrungen des Individuums

Diese sehr weit gefasste Definition impliziert, dass im wissenschaftlichen Sinne meistens von „wahrgenommener Farbe“ gesprochen wird. Um genauer über Farben sprechen zu können, führt Fairchild (2013) fünf Hauptattribute von Farben an: Farbton, Helligkeit, Weißgrad, Buntheit und Sättigung. Da jedes dieser Attribute großen Einfluss auf die Wahrnehmung von Farben hat wird in den folgenden Kapiteln näher auf diese Attribute eingegangen.

### 2.3.1 Farbton

Der Farbton wird durch die Wellenlänge der Farbe bezeichnet und ist das für die menschliche Wahrnehmung offensichtlichste Unterscheidungsmerkmal. Wird eine bestimmte Wellenlänge wahrgenommen, wird dessen Ähnlichkeit zu den Hauptfarben Rot, Grün, Gelb und Blau bestimmt. Der/die Betrachter/in kann nun beurteilen, ob eine Farbe zum Beispiel rötlich oder bläulich ist. Desweiteren wird zwischen chromatischen und achromatischen Farben unterschieden. Chromatische Farben besitzen einen Farbton, bei achromatischen Farben spricht man von einem leeren Farbton (Fairchild, 2013). Andere Farben als die Hauptfarben sind stets Mischformen der oben genannten Hauptfarben (Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013). Der Mensch kann eine Bandbreite von 380 (Blau) bis 759 (Rot) Nanometer (Düchting, 2003) in unterschiedlichen Farben wahrnehmen (Abbildung 2). Unter 380 nm spricht man von Ultraviolettem Licht (UV), über 759 nm von Infrarot (IR), welche vom menschlichen Auge ohne technische Hilfsgeräte nicht wahrgenommen werden können (Parramón, 1993). Hier gibt

es, nach einer Studie von Abramov et al. (2012), leichte Unterschiede zwischen Männern und Frauen. Ambramovs Studie ergab, dass Männer eine etwas größere Wellenlänge sehen müssen, um denselben Farbton zu erkennen wie Frauen. Diese Unterschiede konnten bei der vorliegenden Studie nicht berücksichtigt werden.

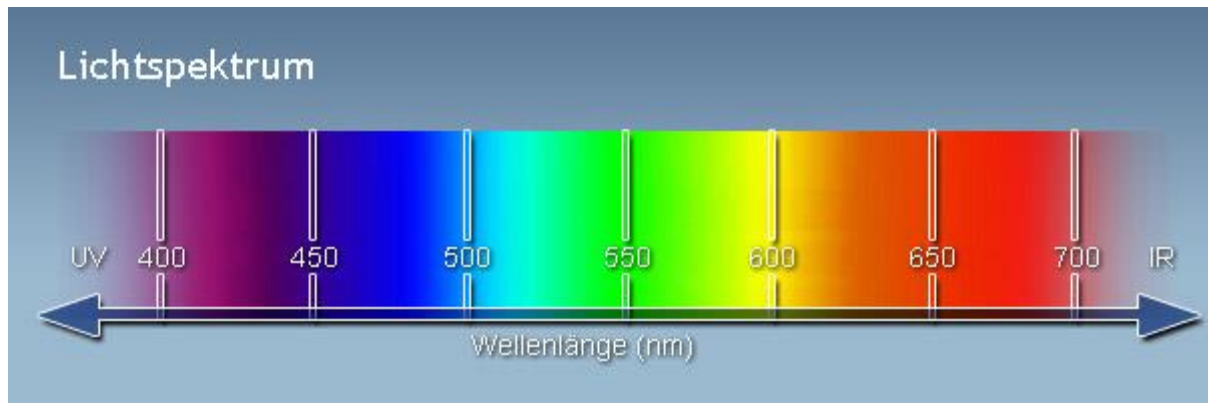


Abbildung 2.: Das Lichtspektrum (vgl. Ertel, 2019. Zugriff am 8. Jänner 2020 unter <https://www.bilder-plus.de/cyan.php>)

### 2.3.2 Helligkeit und Weißgrad

Jeder Farbton besitzt eine gewisse Helligkeit. Umso näher sich eine Farbe am Farbspektrum bei der Farbe Weiß befindet, desto heller, umso näher sie sich bei Schwarz befindet, desto dunkler ist die Farbe. Die achromatischen Farben Schwarz und Weiß weisen den größten Helligkeitsunterschied auf. Violett ist die dunkelste Farbe, Gelb die hellste. Rot und Grün rangieren mit einer ähnlichen Helligkeit zwischen Violett und Gelb. Die Helligkeit kann durch Mischen mit Schwarz und Weiß beeinflusst werden, dadurch wird jedoch die Sättigung getrübt (Düchting, 2003, S. 50). In der englischsprachigen Literatur wird bei diesem Begriff zwischen „brightness“ und „lightness“ unterschieden. „Lightness“ wurde in dieser Arbeit als „Weißgrad“ übersetzt, „brightness“ mit „Helligkeit“. Unter Helligkeit versteht man jenes Attribut, welches einen Farbstimulus unter einer bestimmten Beleuchtung heller oder dunkler erscheinen lässt, sie verändert sich also je nach Grad der Beleuchtung. Der Weißgrad beschreibt die relative Helligkeit eines Farbstimulus, wenn also die Helligkeit hinsichtlich der Beleuchtung und der anderen äußeren Umstände normiert wird, und ist dadurch konstant. Betrachtet man Abbildung 3, würde man sagen, dass die verschiedenen Seiten der Würfel in einer unterschiedlichen Helligkeit erscheinen, während der Weißgrad aller Seiten ident ist. Der Weißgrad beschreibt also das Verhältnis der Helligkeit eines Farbstimulus mit der Helligkeit eines ähnlich gut ausgeleuchteten weißen Stimulus (Fairchild, 2013):

$$\text{Weißgrad} = \frac{\text{Helligkeit}}{\text{Helligkeit (weiß)}}$$



Abbildung 3: Computergenerierte, belichtete Farbwürfel (vgl. Fairchild, 2013, S. 89)

### 2.3.3 Buntheit und Chroma

Werden bunte Farben nicht vermischt, spricht man von reinbunten Farben. Diese erscheinen als besonders kräftig und intensiv, beziehungsweise bunt. Werden reinbunten Farben achromatische Farben (Schwarz, Weiß oder Grau) hinzugefügt, senkt dies die Sättigung und die Farben erscheinen weniger intensiv (Düchting, 2003). Buntheit beschreibt also die Intensität des Farbtons. Das Verhältnis zwischen Buntheit und Chroma ist vergleichbar mit jenem von Helligkeit und Weißgrad. Während sich die wahrgenommene Buntheit, wie die Helligkeit, eines Farbstimulus bei unterschiedlicher Beleuchtung verändert, bleibt die Chroma, so wie der Weißgrad, bei unterschiedlicher Beleuchtung konstant. Chroma stellt also die relative Buntheit dar. Diese Unterscheidung kann wieder durch Abbildung 3 dargestellt werden. Während die einzelnen Seiten der Würfel durch die Belichtung unterschiedlich bunt erscheinen, ist die Chroma der Seiten, relativ zu einem gleich beleuchteten weißen Stimulus, bei allen Seiten der Würfel gleich. Wird der Stimulus jedoch mit einer anderen Farbe beleuchtet, verändert sich die Chroma. Chroma beschreibt also das Verhältnis der Buntheit eines Stimulus zu einem gleichgut ausgeleuchteten weißen Stimulus (Fairchild, 2013):

$$\text{Chroma} = \frac{\text{Buntheit}}{\text{Helligkeit (weiß)}}$$

### 2.3.4 Sättigung

Des weiteren führt Fairchild (2013, S. 91) aus, dass so wie die Chroma, die Sättigung eines Farbstimulus von der Buntheit abgeleitet wird. Dennoch ist es möglich, dass ein Stimulus zwar Sättigung, aber keine Chroma besitzt. Um Chroma bei einem Stimulus feststellen zu können, muss müssen neben dem Stimulus andere Farben existieren, um eine Relation herstellen zu können. Sättigung beschreibt jedoch die Buntheit eines Stimulus relativ zu seiner eigenen Helligkeit, nicht zur Helligkeit einer anderen Farbe. Dadurch stellt die Sättigung ein konstanteres Farbattribut dar als die Chroma einer Farbe, denn sie hängt weder von der Beleuchtung noch von anderen Referenzfarben ab. Schaltet man in einem völlig dunklen Raum eine rote Taschenlampe ein, so besitzt dieser Farbstimulus eine Sättigung, aber keine Chroma. Würde man nun in demselben Raum zusätzlich eine Glühbirne einschalten, hätte die rote Taschenlampe auch eine Chroma. Sättigung kann auch durch folgende Gleichung beschrieben werden (Fairchild, 2013):

$$Sättigung = \frac{Buntheit}{Helligkeit}$$

## 2.4 Bekannte Effekte der Farbwahrnehmung (Schober)

Beim Betrachten von Farben werden Menschen sehr stark von den Umständen der Umgebung beeinflusst. Jene Parameter, die die Wahrnehmung eines Farbstimulus beeinflussen, werden in Abbildung 4 dargestellt. Wie ein bestimmter Farbstimulus wahrgenommen wird, hängt nicht nur vom Stimulus selbst, sondern auch vom Hintergrund und von allen Stimuli im Gesichtsfeld des Individuums ab. Fernandez-Maloigne und Trémeau (2013) beschreiben in ihrem Buch „Color Appearance Models“ die bekannten Effekte der Umgebung auf die menschliche Wahrnehmung von Farben. Betrachtet man die beispielhaften Abbildungen der jeweiligen Effekte, werden deren Implikationen für eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit Farben, besonders bei Studien wie dieser, schnell klar. Der Aufbau des Versuchslabors muss, je nach Versuchszweck, derart gestaltet sein, dass diese Effekte so gut wie möglich ausgeschlossen werden können. Auch wenn ein bestimmter Effekt untersucht werden soll, muss beim Versuchsaufbau besonders darauf geachtet werden, keine ungewünschten Effekte hervorzurufen.

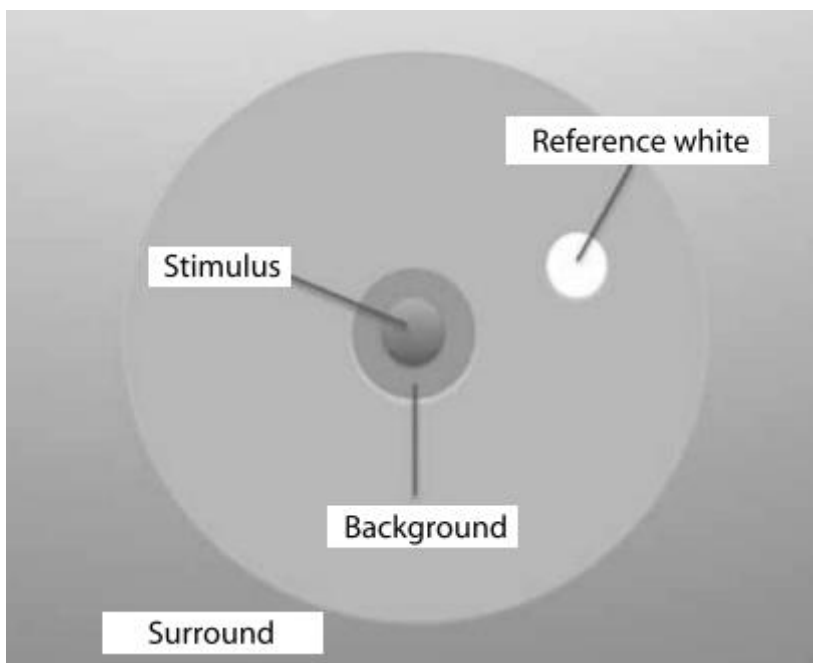


Abbildung 4: Parameter für die Farbwahrnehmung (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 68)

### 2.4.1 Hunt Effekt

Der Hunt Effekt beschreibt das Phänomen, dass die wahrgenommene Helligkeit von Farben durch Beleuchtung aus der Umgebung beeinflusst wird. Wird ein farbiges Objekt vollständig

ausgeleuchtet, erscheint es heller als jenes, dass sich im Schatten befindet (Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013).

#### **2.4.2 Stevens Effekt**

Wird das farbige Objekt gut ausgeleuchtet, erhöht sich auch der Kontrast. Dadurch erscheinen dunkle Farben dunkler und helle Farben klarer (Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013).

#### **2.4.3 Bartelson-Breneman Effekt**

Dieser Effekt tritt besonders bei Bildern, zum Beispiel auf einem Bildschirm, auf. Erhöht sich die Helligkeit des Hintergrundes, erscheinen dunkle Farben in einem erhöhten Kontrast, während helle Farben annähernd gleich wahrgenommen werden, wie in Abbildung 5 dargestellt (Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013).

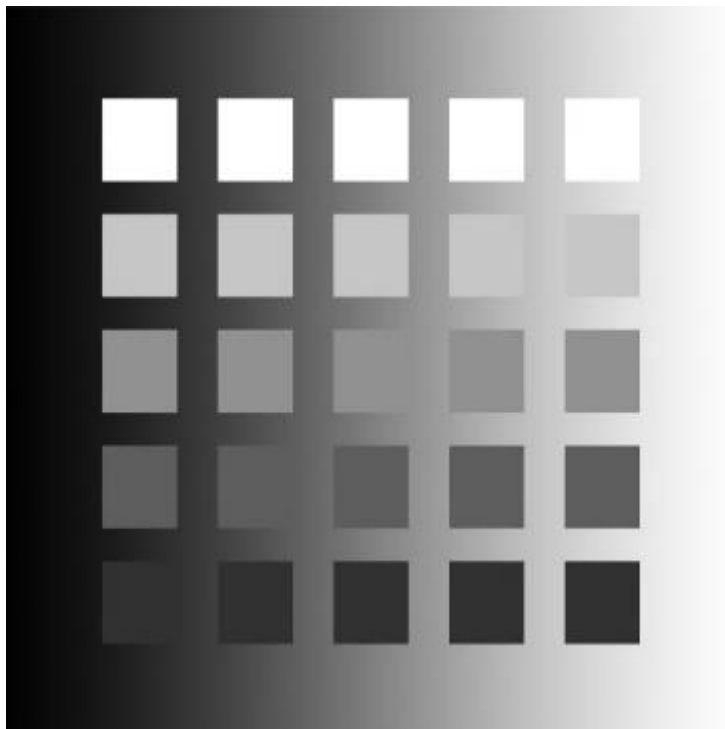


Abbildung 5: Bartelson-Breneman Effekt (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 69)

#### **2.4.4 Simultaner Kontrast**

Zwei farblich idente Stimuli erscheinen je nach Hintergrundfarbe unterschiedlich (siehe Abbildung 6), dadurch erscheint ein grauer Stimulus auf schwarzem Hintergrund klarer als ein identer Stimulus auf weißem Hintergrund (Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013). Derselbe Effekt tritt auch bei chromatischen Farben auf: Durch einen grünen Hintergrund erscheinen Stimuli roter, durch einen blauen Hintergrund gelber und umgekehrt. Anders gesagt:

„Weiß wirkt umso weißer, je dunkler der Ton seiner Umgebung ist. Grau wirkt umso kräftiger, je heller der Ton seiner Umgebung ist. Eine Farbe wirkt entsprechend ihrer Umgebung (Ton oder Farbe) heller oder dunkler.“ (vgl. Parramón, 1993)

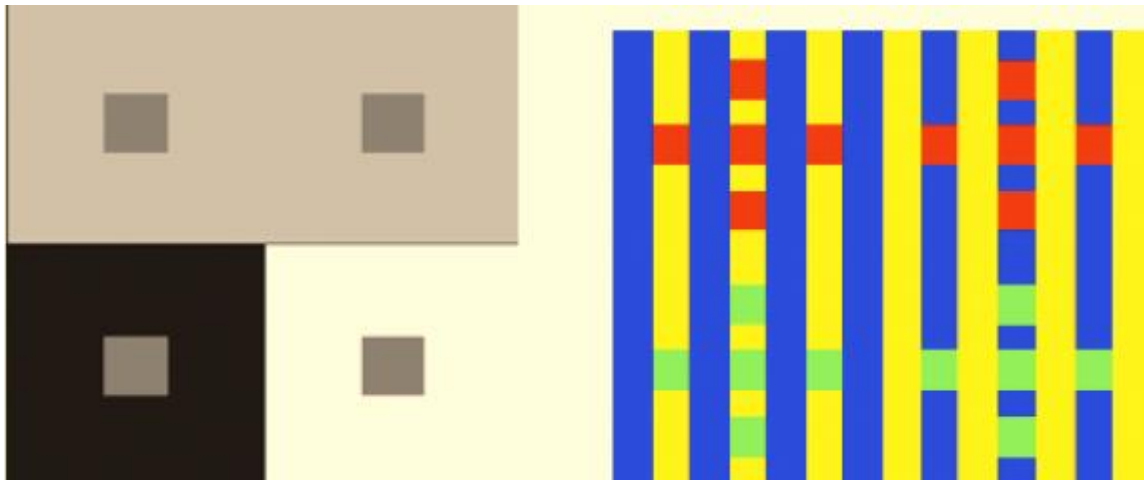


Abbildung 6: Simultaner Kontrast (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 70)

#### 2.4.5 Effekt der Frequenz

Der wahrgenommene Kontrast kann durch eine erhöhte Frequenz der farblichen Stimuli reduziert werden. Bei erhöhter Frequenz entsteht der Eindruck, dass aus der Mischung des Hintergrundes mit dem farbigen Objekt eine neue Farbe entsteht (siehe Abbildungen Abbildung 7 und Abbildung 8) (Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013).

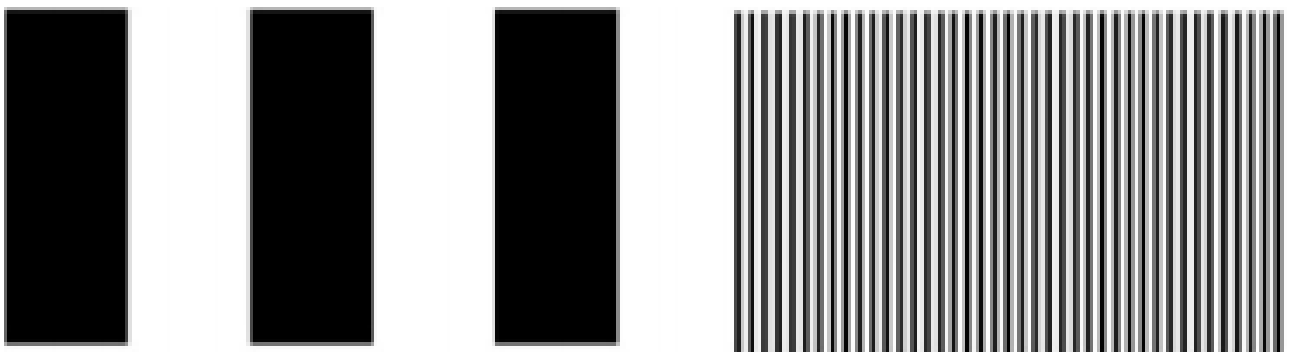


Abbildung 7: Effekt der Frequenz (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 70)

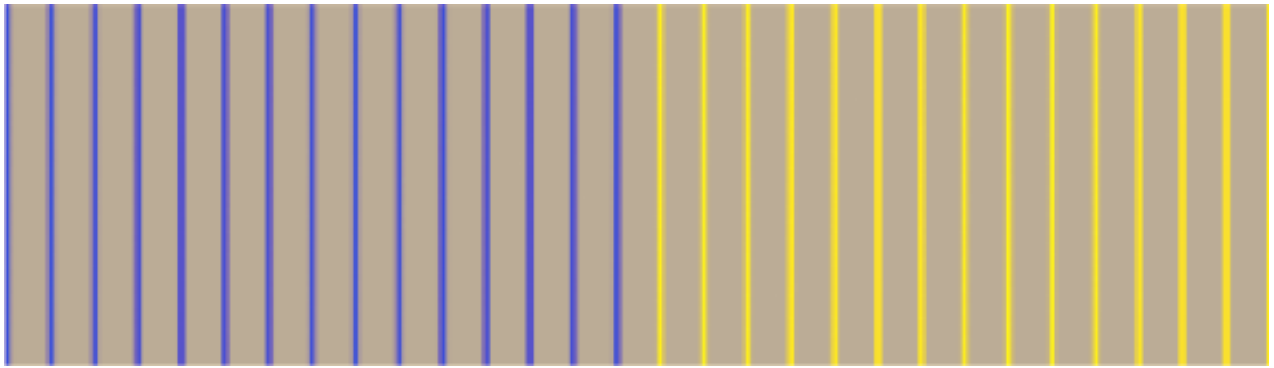


Abbildung 8: Effekt der Frequenz (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 71)

#### 2.4.6 Helmholtz-Kohlrausch Effekt

Abbildung 9 zeigt den Helmholtz-Kohlrausch Effekt in Kombination mit dem in Abbildung 6 beschriebenen simultanen Kontrast. Die Farbstimuli in der Mitte besitzen jeweils dieselbe Chroma und denselben Weißgrad, dennoch erscheinen sie in unterschiedlicher Helligkeit aufgrund der verschiedenen Sättigungsgrade der Hintergründe (Fernandez-Maloigne & Trémeau 2013). Ein hoher Sättigungsgrad steigert also die wahrgenommene Helligkeit eines bestimmten Stimulus, was reinbunte Farben Heller erscheinen lässt (Fernandez-Maloigne & Trémeau 2013).

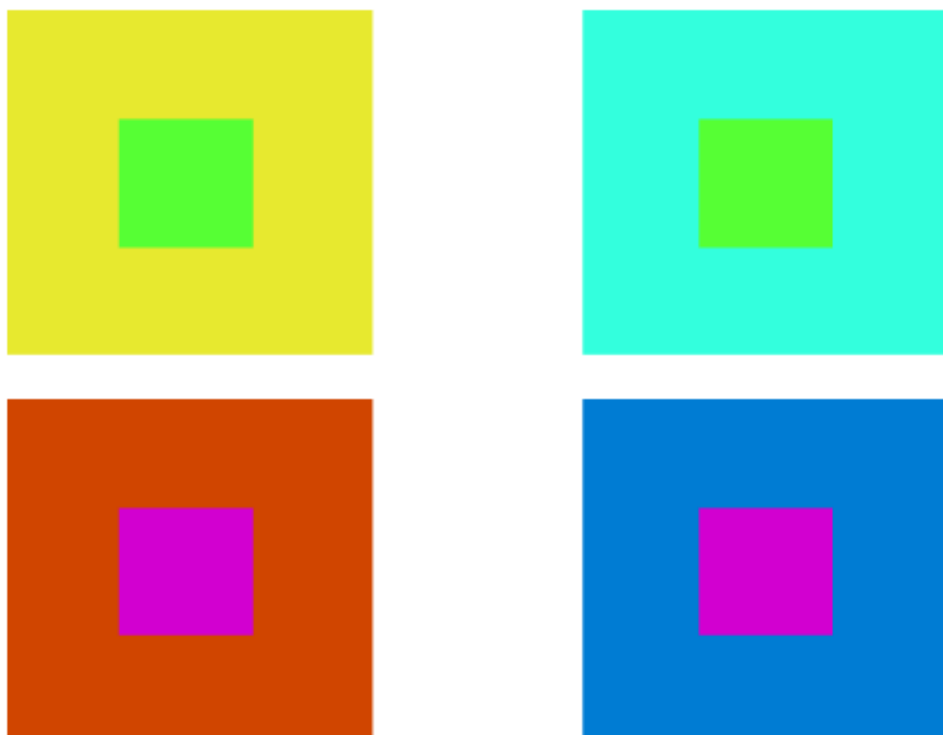


Abbildung 9: Helmholtz-Kohlrausch Effekt (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 72)

### 2.4.7 Chromatische Anpassung

Dieser Effekt beschreibt die Fähigkeit des Menschen, bestimmte Farbstimuli trotz unterschiedlicher Sichtbedingungen korrekt zu interpretieren (Fernandez-Maloigne & Trémeau 2013). Obwohl ein weißes Blatt Papier bei niedriger Beleuchtung oder zum Beispiel in der Dämmerung gelblich erscheint, kann der Mensch es noch immer als weißes Papier erkennen. Abbildung 10 zeigt diese Fähigkeit sehr deutlich: Betrachtet man zuerst den linken Würfel, dann den rechten, können dieselben Farbtöne zugeordnet werden, obwohl sie im Grunde genommen unterschiedlich aussehen (Fernandez-Maloigne & Trémeau 2013).

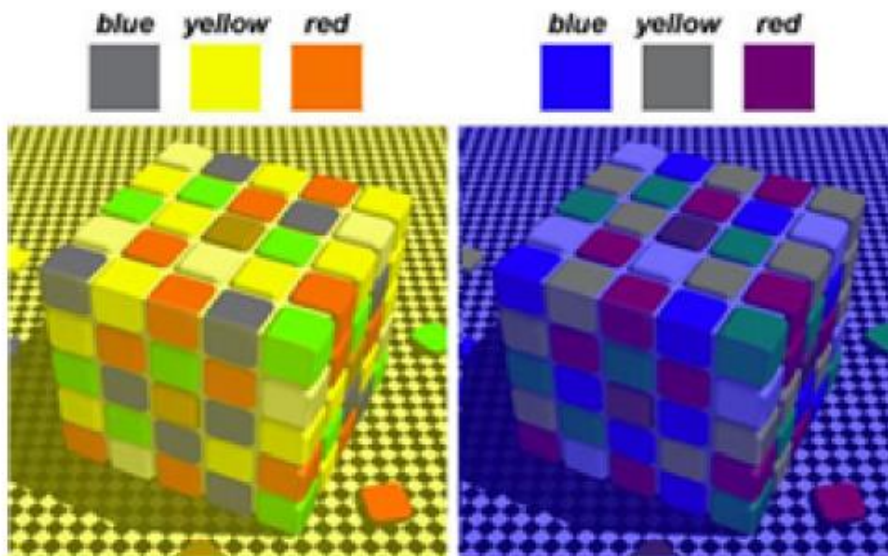


Abbildung 10: Chromatische Anpassung (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 73)

### 2.4.8 Zusammenfassung

Die Vielzahl der möglichen Farbwahrnehmungseffekte erfordert sorgfältige Überlegungen hinsichtlich des experimentellen Aufbaus des Labors. Daher wurden während sämtlichen Testungen die Lichtverhältnisse normiert und mögliche chromatische Störreize auf ein Mindestmaß reduziert.

Während dieses Kapitel Effekte aufzeigt, die die physische Wahrnehmung von Farben betreffen, wird in den nächsten Kapiteln (2.5, 2.6) auf die Interpretation und Bedeutung von Farben eingegangen.

## 2.5 Farbsymbolik und Farbwirkung (Leitgeb)

Naturegegebene Lebensumstände, selbst bestimmte Lebensweisen und historische Entwicklungen trugen dazu bei, dass sich im Laufe der Zeit verschiedene Farbwirkungen in den jeweiligen Kulturkreisen entwickelten. So kann die gleiche Farbe in unterschiedlichen Umgebungen unterschiedliche Assoziationen auslösen. Farben hatten für Menschen schon immer große Bedeutung: Früher wurden diese jedoch bewusster wahrgenommen, da Farben etwas Außergewöhnliches und Besonderes darstellten. Menschen in der heutigen Zeit werden hingegen mit Farbreizen in verschiedensten Medien nur so überflutet – das bewusste Wahrnehmen von Farben fällt vielen Menschen also schwerer (Bartel, 2003).

Heller (2015) unterscheidet bei der Betrachtung der Farbwirkung mehrere Wirkungsarten: Während die psychologische Wirkung durch unterbewusste sowie automatische Assoziationen und Reaktionen ausgelöst wird, die durch das Verinnerlichen von häufig gemachten Erfahrungen resultieren, entsteht die kulturelle Wirkung aufgrund von unterschiedlichen Lebensweisen. Bezugnehmend auf die symbolischen Wirkungen von Farben meint Heller (2015., S. 14), dass „Farben [...] Begriffen zugeschrieben werden [können], die keine reale Farbe haben“. Die symbolische Farbzuoordnung entsteht erst durch Erfahrungen. Diese Erfahrungen sind jedoch weniger persönlich, da sie meist Überlieferungen sind, die seit Jahrhunderten bestehen. „Die symbolischen Fernwirkungen entstehen aus der Verallgemeinerung, der Abstraktion der psychologischen Farbwirkungen. Deshalb gehören psychologische und symbolische Wirkung eng zusammen“ (vgl. Heller, 2015, S. 14).

Blau symbolisiert positive Eigenschaften wie Sympathie, Harmonie, Freundschaft und Freundlichkeit. Blaue Kleidung beispielsweise ist unauffällig und wirkt bei jeder Gelegenheit passend (Heller, 2015). Je wärmer eine Farbe ist, desto näher wirkt sie auch – mit Farben werden somit auch Entfernungen verbunden. Überdeckt von Luftschichten zeigt jede Farbe in der Ferne bläuliche Wirkung. Blau entsteht durch unendliche Vervielfältigung von Transparentem und wird daher als die Farbe von großen Dimensionen bezeichnet, weshalb sie auch als das große Blau bezeichnet wird (Heller, 2015). Sie zählt zudem als kälteste Farbe, was wiederum auf Erfahrungen zurückzuführen ist: Schatten von Sonnenlicht, Eis, Schnee und auch die Haut werden bei Kälte blau. Kaltes Blau wird im übertragenden Sinne als abweisende Farbe bezeichnet und steht symbolisch für Härte und Stolz. Blau stellt außerdem eine männliche Farbe dar, die sich jedoch erst über die Jahre entwickelte. Die frühere Farbe von Männlichkeit stellte die Farbe Rot dar. Dies kann auf die Blut-Symbolik der roten Farbe, die mit Kraft und Aggressivität verbunden wird, zurückgeführt werden. Als Symbolfarbe des Geistigen wurden

mit Blau zudem männliche Attribute verbunden. Der Wandel von männlicher zu weiblicher Farbe kann begründet werden durch die Bedeutung der Mode in den 1930er Jahren: Hellblau stand demnach für männliche Babys, Rosa für weibliche (Heller, 2015).

Rot ist die Farbe des Bluts, der Kriege, die Farbe von Mars, und dem gleichnamigem „roten Planeten“. Rot soll Kraft geben, weshalb Soldatenuniformen rot eingefärbt wurden oder rote Bekleidung auch in der Justiz verwendet werden, wie man an hohen Richtern erkennen kann, die rote Talare tragen (Heller, 2015). Rot kann jedoch nur aus der Nähe wirken, es stellt etwas Greifbares, Reales dar. Auch mit der Liebe und Leidenschaft wird die Farbe Rot verbunden: das „Rot werden“ bei Verliebtheit und Verlegenheit oder Lippenstifte in Rot, die eingesetzt werden, um leidenschaftlicher bzw. blutvoller zu erscheinen. In Kombination mit Orange funktioniert die Farbe Rot als Assoziation für etwas Feuriges; Rot ist aktiv, in Bewegung, dynamisch. Wenn bei Aktivitäten weniger Verstand als Leidenschaft gefordert sind, so wird Rot eingesetzt – Boxhandschuhe, Rennfahrzeuge sind rot gefärbt und sollen beim Einsatz Dynamik vermitteln (Bartel, 2003). Die Farbe Rot funktioniert außerdem als Signal von Gefahr und Bedrohung. Begriffe wie Aktivität und Aggressivität werden in der modernen Farbsymbolik vor allem mit der Farbe Rot verbunden. Im Mittelalter war Rot die teuerste Farbe und wurde aus Läusen, auch früher Kermesbeeren genannt, hergestellt (Heller, 2015).

Rot und Blau stellen also zwei Extreme dar: Rot als das Heiße und Nahe bzw. Blau als das Kalte und Ferne (Heller, 2015)

## **2.6 Color-in-Context-Theory (Schober)**

Aufgrund des geringen Forschungsstandes im Bereich der Farbpsychologie im Gegensatz zur Farbphysiologie bzw. der Funktionsweise von Farben im Kontext von Sprache, bemühten sich Elliot und Maier (2012), ein allgemeines theoretisches Modell über die psychologische Wirkung von Farben zu entwerfen, welches zu erklären versucht, wie Farben und Emotionen, Verhalten sowie Kognitionen zusammenhängen. Diese Theorie basiert auf mehreren zentralen Annahmen oder Prämissen:

### **2.6.1 Prämisse 1: „Farben transportieren Bedeutung“**

Nach dieser Prämisse besitzen Farben nicht nur einen ästhetischen Wert, sondern bringen auch eine bestimmte Bedeutung mit sich (Elliot und Maier, 2012). Eine Frau, die beispielsweise ein schwarzes Kleid auf einem Begräbnis trägt, könnte mit der Farbauswahl möglicherweise ihre empfundene Trauer ausdrücken. Die Farbe Grün wiederum vermittelt oft positive Bedeutungen wie Wachstum oder Fruchtbarkeit (Elliot und Maier, 2012). An dieser Stelle ist festzuhalten, dass jene, bereits in Kapitel 0 besprochenen, Attribute von Farben eine eigene Bedeutung und Funktion mit sich tragen können. (Elliot und Maier, 2012).

### **2.6.2 Prämisse 2: „Die Betrachtung von Farben beeinflusst psychologische Funktionen“**

Die zweite Prämisse besagt, dass das Wahrnehmen von Farben die menschliche Psyche im Einklang mit der Bedeutung der Farbe beeinflusst (Elliot und Maier, 2012). Wird ein Farbstimulus wahrgenommen löst dies Prozesse im Menschen aus, die dessen Emotionen, Kognitionen sowie Verhalten beeinflussen. Der Stimulus wird zunächst bewertet. Wird der Stimulus als freundlich gegenüber dem/der BetrachterIn beurteilt, werden positive Emotionen, Kognitionen und Verhaltensweisen gestärkt beziehungsweise jene, die mit Annäherung assoziiert werden (Elliot und Maier, 2012). Stuft der/die BetrachterIn den Stimulus ihm/ihr gegenüber als feindlich ein, werden negative Emotionen, Kognitionen und Verhaltensweisen gestärkt oder jene, die mit Vermeidung verbunden werden (Elliot und Maier, 2012).

### **2.6.3 Prämisse 3: „Effekte von Farben sind implizit“**

Der Bewertungsprozess von Farben beginnt in einer sehr frühen Phase des visuellen Prozesses (Elliot und Maier, 2012). So früh, dass die in 2.6.2 beschriebenen Effekte bereits unbewusst eintreten, bevor der/die BetrachterIn überhaupt realisiert, welches Objekt der Farbstimulus darstellt (Elliot und Maier, 2012). Aufgrund dieser Tatsache können Farben den/die BetrachterIn völlig unbewusst „primen“, also in einen bestimmten Zustand versetzen. Dies ist

beispielsweise im Marketingbereich eine effektive Methode, Einfluss auf Konsumenten zu nehmen (Elliot und Maier, 2012).

#### **2.6.4 Prämisse 4: „Bedeutungen von Farben und die damit verbundenen Reaktionen haben zwei Ursachen: Lernen und Biologie“**

Im täglichen Leben trifft der Mensch auf eine Vielzahl an Farben, die er durch in der Vergangenheit gemachte Erfahrungen mit bestimmten Dingen in Verbindung bringt. Mechanismen des sozialen Lernens sind oft dafür verantwortlich, dass einer Farbe eine bestimmte Bedeutung zugeordnet wird (Elliot und Maier, 2012). Daneben spielen auch (evolutions)biologische Einflüsse eine Rolle. In der freien Natur ist es wichtig, reife von unreifen oder giftige von ungiftigen Früchten zu unterscheiden. Elliot, Maier, Barchfeld und Pekrun (2009) konnten in einem Experiment belegen, dass Farbbewertungsprozesse bereits bei Säuglingen auftreten. Den Säuglingen wurde zunächst ein glückliches oder wütendes Gesicht gezeigt. Danach wurden ihnen zwei Gegenstände gezeigt, ein roter und ein grüner. Während jene Säuglinge, denen das glückliche Gesicht gezeigt wurde, den roten Gegenstand zuerst an sich nahmen, griffen jene, denen das wütende Gesicht gezeigt wurde, nach dem grünen Gegenstand. Die Ursprünge vieler erlernter Farbassoziationen können von evolutionsbiologischen Assoziationen abgeleitet werden. Auf diese Weise formen erlernte und biologische Farbassoziationen gemeinsam die Bedeutung von Farben (Elliot, Maier, Barchfeld, Pekrun 2009).

#### **2.6.5 Prämisse 5: „Relationen zwischen Farbwahrnehmung und Emotion, Kognition und Verhalten sind reziprok“**

Genauso wie die Betrachtung von Farben psychologische Funktionen beeinflusst (siehe 2.6.2), können Emotionale, Kognitive oder Verhaltenszustände auch die Wahrnehmung von Farben beeinflussen (Elliot, Maier, Barchfeld, Pekrun 2009). Ein Beispiel hierfür wäre wieder das in Kapitel 0 angesprochene Experiment mit Säuglingen. Je nachdem, ob eine Person zum Beispiel gerade gelassen oder unruhig ist, könnte ein Farbstimulus unterschiedlich bewertet werden und wiederum reziprok eine andere Reaktion auslösen (Elliot, Maier, Barchfeld, Pekrun 2009).

#### **2.6.6 Prämisse 6: „Bedeutungen und Effekte von Farben sind Kontext-spezifisch“**

Elliot und Maier (2012) definieren den Kontext im Bezug zu Farben als jene physischen und psychologischen Umstände, die kurz vor, während und kurz nach der Betrachtung herrschen. Einige der physischen Umstände, die die Farbwahrnehmung beeinflussen können wurden bereits in Kapitel 0 beschrieben. Desweiteren kann auch die Art des betrachteten farbigen

Objekts oder Subjekts die Bedeutung einer Farbe beeinflussen (Elliot und Maier, 2012). Demnach könnte zum Beispiel eine weiße Hose für den/die BetrachterIn als ästhetisch „schön“ bewertet werden, während dieselbe Person weiße Schuhe vielleicht als „hässlich“ bezeichnen würde. Auch die Situation, in denen eine bestimmte Farbe wahrgenommen wird beeinflusst die Bedeutung und Wirkung von Farben (Elliot und Niesta, 2008). Elliot und Niesta (2008) konnten in einer Studie nachweisen, dass Männer, die ein Foto einer Frau mit rotem T-Shirt sahen, diese als attraktiver und sexuell anziehender einschätzten als Männer der Kontrollgruppen, denen dasselbe Foto mit dem Unterschied, dass das T-Shirt der Frau grau oder blau gefärbt wurde, gezeigt wurde. In einer Verkehrssituation würden dieselben Männer das Rot der Ampel dennoch als „Stop“ beziehungsweise „Gefahr“ interpretieren. Der psychologische Kontext besitzt ein sehr breites Spektrum an möglichen Variablen. Er erstreckt sich von der Art des Verhaltens über emotionale Zustände, Charaktereigenschaften, Instruktionen, Informationen bis hin zur Kultur. Der kontextuelle Einfluss auf die Farbwahrnehmung ist so stark, dass Farben in einem bestimmten Kontext jene Bedeutung, in einem anderen Kontext jedoch genau die gegenteilige Bedeutung haben können.

## **2.7 Empirische Ergebnisse zum Einfluss von Farben (insbes. der Farbe Rot) im sportlichen Kontext und auf die Kognition des Menschen (Leitgeb)**

In den letzten zehn bis 15 Jahren beschäftigten sich mehr und mehr Autor/innen mit dem Einfluss der Farbe Rot auf die menschliche Wahrnehmung, Kognition und das Verhalten. Neben der Analyse ihrer Effekte auf das Annäherungs- und Vermeidungsverhalten oder auf die Attraktivität von Männern und Frauen (Elliot & Maier, 2012, 2014; Mehta & Zhu, 2009) entwickelte sich ein zunehmendes Interesse an der Bedeutung roter Bekleidung in sportlichen Wettkämpfen (Krenn, 2014). Einige wenige Studien setzten sich daneben mit dem Einfluss der Farben Schwarz (Caldwell & Burger, 2011; Frank & Gilovich, 1988; Tiryaki, 2005), Grün (Akers et al., 2012; Krenn, 2015; Lichtenfeld et al., 2012) und Gelb (Chantal & Bernache-Assollant, 2015, 2017) auf die kognitive und psychomotorische Leistungsfähigkeit auseinander. Eine Auswahl an Studien, die sich (hauptsächlich) mit den Effekten der Farbe Rot befassten und in denen signifikante Ergebnisse erzielt wurden, ist folgend in Tabelle 1 überblicksartig dargestellt; das Schwergewicht wurde hierbei auf Studien aus dem sportlichen Kontext gelegt.

| <i>Studienautor/innen</i>              | <i>Ereignis/Jahr</i>                                                                                                  | <i>Team</i> | <i>Dauer</i>                          | <i>N</i>            | <i>Ergebnisse</i>                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Goldschmied &amp; Lucena (2018)</i> | <i>2012-2018<br/>Analyse von Spielen in der American National Collegiate Athletic Association (NCAA) – Basketball</i> | <i>ja</i>   | <i>Matchanalysen über 7 Seasons</i>   | <i>441</i>          | <i>Teams in roter Bekleidung gewinnen nicht häufiger als Teams in blauer, schwarzer oder grüner Bekleidung</i>                                                                                                                 |
| <i>Mentzel et al. (2017)</i>           | <i>Laborexperiment<br/>(modifizierter Stroop-Test am Computer)</i>                                                    | <i>nein</i> | <i>1 Experiment</i>                   | <i>29</i>           | <i>Im Schnitt kürzere Latenzzeiten und weniger Fehler beim Klassifizieren von Wörtern im Zusammenhang mit Dominanz, die in rot gezeigt werden, im Gegensatz zu Wörtern, die in Blau oder Grau abgebildet werden.</i>           |
| <i>Krenn (2015)</i>                    | <i>Laborexperimente (Fotos von Boxern, Wrestling- und Taekwondokämpfern)</i>                                          | <i>nein</i> | <i>3 Experimente</i>                  | <i>210</i>          | <i>Athleten in roter Bekleidung wurden in Zweikampfsituationen im Boxen und Wrestling als aggressiver und erfolgsversprechender beurteilt.</i>                                                                                 |
| <i>Briki et al. (2015)</i>             | <i>Home Trainer-Experimente unter Einfluss von farbigen Umgebungen</i>                                                | <i>nein</i> | <i>2x 7-min-Home trainer-Versuche</i> | <i>10</i>           | <i>Erreichte Distanzen und Herzfrequenzen sind in roter Umgebung geringer als in grauer oder grüner Umgebung; Freude in grüner Umgebung höher als in roter; Umgebungen haben keinen Einfluss auf wahrgenommene Anstrengung</i> |
| <i>Dreiskämper et al. (2013)</i>       | <i>Experimentelle Zweikampfsituation</i>                                                                              | <i>nein</i> | <i>Jeweils ein 30sek-Zweikampf</i>    | <i>28</i>           | <i>Körperfunktionen (u.a. Herzfrequenz) werden durch das Tragen roter Bekleidung beeinflusst</i>                                                                                                                               |
| <i>Piatti et al. (2012)</i>            | <i>1979-2008</i>                                                                                                      | <i>ja</i>   | <i>5604 Matches über 30 Seasons</i>   | <i>keine Angabe</i> | <i>Teams mit roten Trikots sind bei Heimspielen erfolgreicher; jedoch Evidenz vorhanden, dass erfolgreichere Teams vermehrt mit roten Trikots spielen</i>                                                                      |

*Analyse von Spielen in  
der Australian National  
Rugby League*

|                                        |                                                                                                         |             |                                       |                         |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Payen et al. (2011)</i>             | <i>Laborexperiment</i>                                                                                  | <i>nein</i> | <i>1 Experiment<br/>mit 3 Gruppen</i> | <i>39</i>               | <i>Rot sehen unmittelbar vor einer motorischen Aufgabe<br/>reduziert die Schnelligkeit der Kraftentwicklung,<br/>beeinflusst aber nicht die maximale Amplitude der<br/>Kraftproduktion.</i>                                                           |
| <i>Elliot &amp; Aarts<br/>(2011)</i>   | <i>Laborexperimente</i>                                                                                 | <i>nein</i> | <i>2 Experimente</i>                  | <i>30+46</i>            | <i>Das Wahrnehmen der Farbe Rot hat positiven Einfluss auf<br/>die Kraftleistung bzw. auf die Handgriffkraft und die<br/>Geschwindigkeit dieser Kraft</i>                                                                                             |
| <i>Feltman &amp; Elliot<br/>(2011)</i> | <i>Laborexperimente</i>                                                                                 | <i>nein</i> | <i>2 Experimente</i>                  | <i>32+49</i>            | <i>Testpersonen, die rote Kleidung tragen, nehmen sich selbst<br/>als dominanter und bedrohlicher wahr.</i><br><br><i>Testpersonen bewerten eine/n in rot gekleidete/n<br/>(gleichgeschlechtlichen) Gegner/in als dominanter und<br/>bedrohlicher</i> |
| <i>Attril et al. (2008)</i>            | <i>1947-2003<br/><br/>English Premier League-<br/>Fußball + zweit- und<br/>dritthöchste Spielklasse</i> | <i>ja</i>   | <i>56 Saisons</i>                     | <i>keine<br/>Angabe</i> | <i>Heimmannschaften mit rotem Trikot sind auf lange Sicht<br/>erfolgreicher.</i>                                                                                                                                                                      |
| <i>Greenless et al.<br/>(2008)</i>     | <i>Visuelle Analyse von<br/>Filmmaterial</i>                                                            | <i>nein</i> | <i>1 Experiment</i>                   | <i>keine<br/>Angabe</i> | <i>Spieler in Rot haben bessere Fähigkeiten und Fertigkeiten<br/>als Spieler in anderen Farben.</i>                                                                                                                                                   |
| <i>Ilie et al. (2008)</i>              | <i>UT2004 tournaments<br/><br/>(First-Person-Shooter)</i>                                               | <i>ja</i>   | <i>3 Monate</i>                       | <i>1347</i>             | <i>Teams in Rot gewinnen signifikant häufiger in virtuellen<br/>Umgebungen.</i>                                                                                                                                                                       |

|                                      |                                                      |      |               |              |                                                                                                                                  |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------|------|---------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Dijkstra &amp; Preenen (2007)</i> | 2003-2005 internationale Judo-Wettkämpfe             | nein | 72 Turniere   | 501          | <i>Blaue Athleten sind in Judokämpfen nicht signifikant erfolgreicher als weiße Athleten.</i>                                    |
| <i>Elliot et al. (2007)</i>          | Laborexperimente                                     | nein | 6 Experimente | 71           | <i>Die Farbe Rot ist ein Distraktor auf Teilnehmer/innen, die die Reaktions- und Performancezeiten signifikant sinken lässt.</i> |
| <i>Ioan et al. (2007)</i>            | Laborexperimente                                     | nein | 1 Experiment  | 50           | <i>Männer lassen sich leichter von der Farbe Rot ablenken und sind stärker beeinflusst.</i>                                      |
| <i>Sutter &amp; Kocher (2006)</i>    | Saison 2000/01 deutsche Bundesliga                   | ja   | 1 Saison      | 306          | <i>Weder Heim- noch Auswärtsteams mit roten Trikots gewinnen signifikant häufiger.</i>                                           |
| <i>Hill &amp; Barton (2005)</i>      | 2004 Olympische Spiele (Boxen, Wrestling, Taekwondo) | nein | 1 Turnier     | keine Angabe | <i>Athleten in roter (Schutz)Bekleidung gewinnen signifikant häufiger ihre Kämpfe.</i>                                           |
|                                      | 2004 Fußball-EM                                      | ja   | 1 Turnier     | keine Angabe | <i>Wenn Teams rote Trikots tragen, gewinnen sie signifikant häufiger ihre Matches.</i>                                           |
| <i>Rowe et al. (2005)</i>            | 2004 Olympische Spiele (Judo)                        | nein | 1 Turnier     | 602          | <i>Blaue Athleten sind in Judokämpfen signifikant erfolgreicher als weiße Athleten</i>                                           |

Tabelle 1: Ausgewählte Studien zum Einfluss von Farben (insbes. der Farbe Rot) auf den Menschen (mod. nach Piatti, Savage & Torgler, 2012, S. 1216)

### 2.7.1 Studien in Individualsportarten

Ein Großteil der Studien, in denen Farbeinflüsse (insbes. der Farbe Rot) auf sportliche Wettkämpfe nachgewiesen werden konnten, bezog sich auf Kampfsportarten, *„where the association of red with aggression and dominance clearly suggests a positive effect. However, considering the wide range of different sports it seems obvious that the association of red with aggression and dominance may also have a negative impact. For instance, this association could cause an increased number of awarded penalties for teams wearing red in several team sports [...]“* (vgl. Krenn, 2014, S. 222).

Hill und Barton (2005) untersuchten bei den Olympischen Sommerspielen 2004 die Gewinnchancen der Athleten in vier Kampfsportarten (Boxen, Taekwondo, Griechisch-römisches Wrestling und Freestyle Wrestling), je nachdem, ob sie rote oder blaue Sport(schutz)bekleidung trugen (randomisiert ausgewählt). Dabei konnten sie nachweisen, dass männliche Athleten in roter Bekleidung bei annähernd gleichen sportlichen Fähigkeiten und Fertigkeiten signifikant höhere Chancen auf einen Sieg haben als diejenigen in blauer Bekleidung. Diesen Effekt begründeten die Autoren mit der evolutionären oder kulturellen Assoziation der Farbe Rot mit Aggression und Dominanz, *„proposing that this association triggers a psychological effect in an athlete who wears red (or in his or her opponent)“* (vgl. Hagemann, Strauss & Leißing, 2008, S. 769).

Rowe, Harris und Roberts (2005) führten eine ähnliche Analyse bei Judokämpfen der Olympischen Sommerspiele 2004 durch, bei denen Athleten entweder blaue oder weiße Sportbekleidung trugen. Die Studienautor/innen konnten feststellen, dass Judokämpfer in blauer Bekleidung signifikant häufiger gewannen als Judokämpfer in weißer Bekleidung. Anders als Hill und Barton (2005) führten sie ihre und deren Ergebnisse auf Unterschiede in der Sichtbarkeit der Gegner zurück – Bewegungen der Gegner in weißer Kleidung könnten laut ihrer Meinung besser wahrgenommen und antizipiert werden. Den Effekt, dass Judokämpfer in blauer Kleidung signifikant häufiger gewinnen, widerlegten hingegen Dijkstra und Preenen (2008) unter anderem mit dem Hinweis auf die damalige Weltrangliste – Judokämpfer mit höherem Ranking kämpften häufiger in blauer als in weißer Bekleidung.

Hagemann, Strauss und Leißing (2008) folgen weder den Argumentationslinien von Rowe, Harris und Roberts (2005) noch denen von Hill und Barton (2005), sondern sind der Meinung, dass das Phänomen auf Wahrnehmungsunterschiede bei Schiedsrichter/innen zurückzuführen ist und diese aufgrund der Effekte von roter Bekleidung auf die Performance und auf Schiedsrichter/innen Athlet/innen begünstigen, die rot angezogen sind. Diese Hypothese

konnten die Autoren in ihrer Studie nachweisen, in der sie herausfanden, dass Taekwondo-Schiedsrichter/innen mehr Punkte für rot bekleidete Kämpfer/innen vergaben als für Kämpfer/innen mit blauer Schutzbekleidung, auch dann, wenn deren Performance nahezu ident ist. Das Geschlecht des/der Schiedsrichters/in spielte dabei keine Rolle.

Dreiskämper, et al. (2013) untersuchten in einer experimentellen Zweikampfsituation die physischen Parameter maximale Herzfrequenz (vor, während und nach dem Kampf) bei 14 männlichen Athletenpaaren, von denen jeweils eine Person eine rote, die andere eine blaue Schutz- bzw. Kampfausrüstung trug. Die Testpersonen, die in roter Farbe ausgestattet waren, wiesen signifikant höhere Herzfrequenzraten auf und es konnte zudem bei diesen eine frühzeitige Vorspannung der Muskulatur nachgewiesen werden.

Eine weitere Studie, die sich mit dem Einfluss der Farbe Rot auf die Kampfsport Taekwondo auseinandersetzt, ist jene von Falcó, Conchado und Estevan (2016). Sie analysierten 462 Taekwondo-Kämpfe, die bei Vorbereitungsturnieren für die Olympischen Spiele 2012 ausgetragen wurden, konnten aber im Gegensatz zu früheren Studien (u.a. Hagemann et al., 2008; Hill & Barton, 2005) keine konsistenten Ergebnisse feststellen. Analysiert man die gesamte Stichprobe, lassen sich bei den Autor/innen keine Zusammenhänge zwischen Kampfergebnis und der Farbe des/der gewinnenden Athlet/in beobachten. Bei einzelnen Turnierergebnissen gibt es zwar Erkenntnisse, dass die Schutzbekleidungsfarbe Rot mit siegreichen Kämpfen korreliert (z.B. im Federgewicht der Frauen), bei anderen wiederum sind in blau gekleidete Kämpfer/innen erfolgreicher.

Auch Krenn (2015) setzte sich in seiner Studie mit dem Einfluss von Farben auf Kampfsportarten (Boxen, Taekwondo und Wrestling) auseinander, in denen er Studienteilnehmern Fotos von zwei kämpfenden Athleten zeigten, die blaue, grüne oder rote Bekleidung trugen. Für jedes Foto wurden sechs Farbbedingungen erstellt (blau-rot, blau-grün, grün-rot und umgekehrt), sodass die insgesamt 108 Fotos in drei Experimenten zufällig präsentiert wurden. Die Studienteilnehmer hatten die Aufgabe, den Athleten zu bestimmen, der ihnen aggressiver, fairer oder erfolgsversprechender erschien. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass Athleten im Boxsport und Wrestling in roter Bekleidung aggressiver und erfolgsversprechender wirkten als ihre Konkurrenten in blau oder grün. Athleten in grün erschienen darüber hinaus im Boxsport und Wrestling als fairere Athleten als diejenigen mit roter Bekleidung. Für Taekwondo konnten hingegen keine signifikanten Einflüsse der Bekleidungsfarbe gefunden werden.

Neben den Kampfsportarten wurden auch mehrere Studien durchgeführt, die den Einfluss der Farbe Rot auf die Kraft- bzw. Ausdauerleistung untersuchten.

Aufgrund von Erkenntnissen der Evolutionsbiologie – die Farbe Rot steht in der Tierwelt für Bedrohung und Gefahr; werden diese Warnsignale registriert, reagiert Tier (sowie Mensch) mit erhöhter Anspannung und Aufmerksamkeit; eine sofortige Muskelaktivierung wird eingeleitet, worauf eine besonders starke und schnelle Kraftentwicklung folgt – versuchten Elliot und Aarts (2011) herauszufinden, ob die Wahrnehmung eines roten Farbreizes, verglichen mit anderen Farben, zu einer Verbesserung der Kraftentwicklung und Geschwindigkeit bei Menschen führe. In ihrer Studie führten sie daher zwei Experimente durch: Das erste Experiment testete die maximale Handgriffkraft, wobei eine Zange vier Sekunden so stark wie möglich zusammengedrückt werden musste, nachdem die Proband/innen kurz zuvor ihre (Proband/innen)Nummer 5cm groß auf Papier in Rot oder Grau gezeigt bekamen. Im zweiten Experiment wurden den Studienteilnehmer/innen die Farben Rot, Grau, Blau während der Kraftausübung auf einem Bildschirm gezeigt. Die Instruktion der Aufforderung zur Krafterbringung wurde ihnen in schwarzer Schrift auf farbigem Hintergrund (Rot/Blau/Grau) präsentiert. Die Aufgabe der Proband/innen war es dabei, so lange zu drücken, bis die am Bildschirm eingeblendete Instruktion verschwand. Beide Experimente kamen zum Ergebnis, dass die Teilnehmer/innen bei roter Farbwahrnehmung eine bessere Leistung der Maximalkraft bzw. der Schnelligkeit der Kraftentwicklung erbringen konnten. Aufgrund der Versuchsdurchführung kann diese Aussage aber nur für kurz andauernde Kraftleistungen und dem Einfluss von Farben als gültig angesehen werden. Elliot und Aarts (2011) sind daher überzeugt, dass die Farbe Rot nur bei denjenigen sportlichen Wettbewerben leistungssteigernd wirkt, in denen Kraft nur kurze Zeit aufgebracht werden muss (z.B. Gewichtheben).

Payen und Kolleg/innen (2011) ließen die Proband/innen ihrer Studie zwei Kraftleistungstests (fünfsekündige isometrische Kontraktionen der rechten Oberschenkelmuskulatur an einem Dynamometer) durchführen. Zwischen den zwei Kontraktionen wurde in der Ruhephase (90 Sekunden) die jeweilige Farbe auf einem Papier abgebildet für zwei Sekunden den Proband/innen gezeigt. Die Erwartung, dass es bei roten Farbreizen vor der Kontraktion zu einer Verlangsamung der Reaktion kommt und so der Krafteinsatz schwächer wäre, konnte jedoch nicht bestätigt werden. Der Farbeinsatz von roter Farbe in der Ruhephase führte zu einer Reduktion der Schnelligkeit der Kraftentwicklung von ca. 25 Prozent. Der höchste Punkt der Maximalkraft wurde jedoch nicht beeinflusst.

Briki, Rinaldi, Riera, Trong und Hue (2015) führten eine Pilotstudie mit zehn männlichen Radfahrern durch, die zwei identische, siebenminütige Radergometer-Tests absolvierten, während sie roten, grünen und grauen Reizen (auf einem vor den Probanden aufgestellten Bildschirm sichtbar) ausgesetzt wurden. Vor dem Experiment wurden den Proband/innen Fragen gestellt, welche Typisierung sie Farben (Rot, Grau, Grün) geben, nach dem Experiment wurden sie befragt, welchen Einfluss die verschiedenen Farben auf ihre Performance hatten. In zwei siebenminütigen Fahrradergometer-Tests konnte nachgewiesen werden, dass die Probanden bei kontinuierlicher Aussetzung roter Reize signifikant niedrigere Herzraten aufwiesen und kürzere Distanzen zurücklegten als bei grauen und grünen Reizen. Die Studie bestätigt Elliots und Aarts (2011) Auffassung, dass rote Farbreize negative Folgen auf die motorische Leistung über einen längeren Zeitraum haben können. Laut Autor/innen ist dieser negative Effekt auf die durch das Wahrnehmen der Farbe Rot aktivierte Vermeidungsmotivation zurückzuführen, welche nur bei explosiven Handlungen sinnvoll ist. Neben diesen Erkenntnissen konnten Briki und Kolleg/innen (2015) zudem zeigen, dass grüne Reize die Ausdauerleistung, Herzraten und wahrgenommene Anstrengung der Probanden nicht beeinflussten, sie dafür aber angaben, bei grünen Reizen mehr Freude empfunden zu haben als bei roten. Letztere Resultate gehen mit früheren Studien (z.B. Barton, Griffin & Pretty, 2012) einher, in denen nachgewiesen werden konnte, „*that green exercise was associated with higher levels of agreeable feelings*“ (vgl. Barton et al., 2012, S. 305).

### 2.7.2 Studien in Teamsportarten

Neben den Individualleistungen in Kampfsportarten überprüften Hill und Barton (2005) auch die Ergebnisse in Teamsportarten am Beispiel der Fußball-Europameisterschaft 2004 und konnten aufzeigen, dass Teams in roter Bekleidung bessere Leistungen vor allem im Hinblick auf geschossene Tore erzielten als Teams, die weiß oder blau bekleidet waren. Wie Attrill, Gresty, Hill und Barton (2008) anmerkten, handelte es sich dabei jedoch um eine sehr kleine Stichprobe von nur fünf Teams, sodass es nicht möglich war, Effekte von anderen Farbunterschieden zu überprüfen. Aus diesem Grund untersuchten die Autor/innen, ob die Trikotfarbe (Rot) im englischen Profifußball Einfluss auf den Langzeiterfolg hat. Dabei wurden die Heimspielergebnisse von 68 Mannschaften der höchsten bis dritthöchsten englischen Spielklasse seit 1947 bis zur Saison 2003 analysiert und es konnte festgestellt werden, dass in allen drei Spielklassen rot bekleidete Mannschaften ein besseres Durchschnittsrating erreicht sowie eine höhere Prozentzahl an gewonnenen Spielen und mehr Punkte pro Spiel erzielt hatten als Teams, die eine andere Farbe trugen. Bei Auswärtsspielen konnte der Effekt aufgrund der meist andersfarbigen Auswärtsdressen jedoch nicht nachgewiesen werden. Die aufgestellte Hypothese, dass die Verwendung von prädominanten roten Dressen den Langzeiterfolg begünstigt, konnte somit bestätigt werden. Ebenso konnte wie schon in früheren Studien (u.a. Hill & Barton, 2005) nachgewiesen werden, „*that ‘the red advantage’ applies across a range of sports, circumstances, and competitor colours, perhaps rendering visibility differences [...] a less likely explanation than psychological and/or hormonal responses*” (vgl. Attrill et al., 2008, S. 581). In anderen Studien – eine bezog sich auf die Ergebnisse in der deutschen Bundesliga der Saison 2000/01 (Kocher & Sutter, 2008), in der anderen wurden Resultate aus dem polnischen Profifußballs analysiert (Szmajke & Sorokowski, 2006) – wurden diese Erkenntnisse jedoch widerlegt. Auch im spanischen Profifußball konnten keine Leistungsvorteile von Mannschaften in roten Trikots nachgewiesen werden (Garcia-Rubio, Picazo-Tadeo & Gonzalez-Gomez, 2011).

Ein weiterer, in empirischen Farbstudien häufiger untersuchter Bereich im Fußball ist das Elfmeterschießen. Hier lassen sich in gewissen Studien Einflüsse der Trikotfarbe Rot beim Torhüter auf den Elfmeterschützen oder vice versa beim Schützen auf den Torhüter feststellen. Zum einen konnten Greenless, Leyland, Thelwell und Filby (2008) in ihrer Studie herausfinden, dass englische Torhüter rot gekleidete Elfmeterschützen als sicherere Schützen bewerteten und niedrigere Erwartungen hatten, deren Elfmeter zu halten als bei in weiß gekleideten Schützen. Zum anderen wiesen Greenless, Eynon und Thelwell (2013) nach, dass Elfmeterschützen bei rot angezogenen Torhütern weniger Elfmeter verwandelten als bei Torhütern mit Trikots in

blauer oder grüner Farbe. Jedoch konnten diese Ergebnisse in anderen Studien nicht bestätigt werden: Furley, Dicks und Memmert (2012), die den Einfluss von Elfmeterschützen in roten Trikots im Vergleich zu weiß gekleideten Schützen untersuchten, konnten bei der Analyse einer deutschen Stichprobe keine Farbvorteile beobachten. Auch Krenn, Pernhaupt und Handsteiner (2017) fanden keine positiven Effekte von in rot gekleideten Torhütern oder Elfmeter/Penaltyschützen im Fußball und Handball gegenüber Torhütern oder Elfmeter/Penaltyschützen in blauen Dressen, als in zwei unterschiedlichen Studiendesigns männlichen Amateurfußballern (Elfmeter im Fußball) bzw. Sportstudenten/innen (Penaltys im Handball) in Österreich kurze Videoausschnitte von Elfmeter/Penaltysequenzen gezeigt wurden.

In den Teamsportarten American Football, Rugby und Eishockey wurden ebenfalls Studien zum Einfluss von Farben auf die sportliche Leistung durchgeführt. Bereits 1988 konnten Frank und Gilovich (1988) nachweisen, dass Teams der NFL (National Football League – USA) und NHL (National Hockey League – USA) in schwarzer Bekleidung – eine Farbe, die in vielen Kulturen mit dem Bösen oder dem Tod in Verbindung gebracht wird – in einem Zeitraum von 17 Jahren signifikant häufiger von Schiedsrichtern bestraft wurden als Teams in anderen Farben. Außerdem konnte herausgefunden werden, dass diese Teams sich in beiden Sportarten in der Statistik der verursachten Penaltys (=Bestrafungen bzw. Strafstoße) im selben Zeitraum an der Spitze befanden. Interessant in diesem Zusammenhang ist auch die Tatsache, dass, sobald ein Team von nicht schwarzer zu schwarzer Bekleidung wechselte, dieser Wechsel von einem sofortigen Anstieg an verursachten Penaltys begleitet wurde.

23 Jahre später führten Caldwell und Burger (2011) ebenfalls Experimente im Eishockey (NHL) – einer Sportart, in der Aggressivität eine wichtige Rolle spielt – durch, in denen sie untersuchten, ob das Aggressionslevel der Teams in roter oder schwarzer Bekleidung höher sei als in anderer Bekleidung. In den von den Autoren analysierten Spielen in einem Zeitraum von zwei Meisterschaftssaisonen konnten sie jedoch keine Belege dafür finden, dass schwarze oder rote Bekleidung im Zusammenhang mit erhöhten Aggressionsleveln stehen.

### **2.7.3 Individuelle kognitive und psychomotorische Performance**

Bisher durchgeführte Studien, die sich mit dem Einfluss von Farben (insbes. der Farben Rot und Blau) auf kognitive Leistungen auseinandersetzten, führten zu zwei unterschiedlichen Sichtweisen. Manche Studienautoren/innen folgen der Hypothese, dass der Einfluss von Rot und Blau auf kognitive Aufgaben vom Schwierigkeitsgrad der jeweiligen Aufgabe abhängt, andere sind der Meinung, dass die Aufgabensorte hauptverantwortlich für den Einfluss ist (Xia, Song, Wang, Tan & Mo, 2016).

Elliot und Kollegen (2007) führten mehrere Experimente durch, in denen sie untersuchten, ob das Sehen der Farbe Rot in einem Leistungskontext die Performance bei anspruchsvollen Aufgaben, die mentale Manipulation und Flexibilität erfordern, unterminieren kann. Sie gingen davon aus, dass die Farbe Rot mit Scheitern und Gefahr assoziiert wird und in diesem Kontext Vermeidungsmotivation auslöst, die wiederum die Leistung der Testpersonen behindert. Die Experimente zeigten, dass Testpersonen, die die Farbe Rot vor oder während Buchstaben-, Kreuzworträtseln und mathematischen Aufgaben sahen eine schlechtere Leistung erzielten als Testpersonen, denen grüne oder achromatische Farben gezeigt wurden.

Mit dem Einfluss von Farben auf die kognitive Leistung von Menschen beschäftigten sich auch Mehta und Zhu (2009): Sie konnten nachweisen, dass, wenn eine Aufgabe als kreativ beschrieben wurde, deutlich mehr Teilnehmer die blaue (66%) gegenüber der roten Farbe wählten. Auch bei detailorientierten Aufgaben wurde signifikant öfter blau (74%) als rot als Hintergrundfarbe gewählt. Rot kann zwar bei Aufgaben, welche eine starke Aufmerksamkeit erfordern, vorteilhaft sein, dennoch gab es eine allgemeine Präferenz für Blau gegenüber Rot. Rot kann eine Vermeidungsmotivation aktivieren, die jedoch anschließend zu einer Leistungssteigerung bei kognitiven Aufgaben führt. Mehta und Zhu (2009) schlussfolgern aus ihrer Studie, dass, wenn die anstehende Aufgabe besondere Aufmerksamkeit der Menschen erfordert (z.B. Auswendiglernen, Verstehen), sich Rot besonders gut eignet. Hat die Aufgabe jedoch etwas mit Kreativität und Fantasie zu tun (z.B. Brainstorming für neue Produkte), wäre Blau vorteilhafter.

Xia und Kolleg/innen (2016) versuchten in zwei Experimenten beiden zu Beginn des Kapitels aufgestellten Hypothesen nachzugehen. Dabei konnten sie zeigen, dass beide Ansätze zusammen den Effekt von Farben auf kognitive Leistungen modulieren. Während Rot die Performance bei einfachen detail-orientierten Aufgaben verbesserte, konnte Blau die Performance bei schwierigen detail-orientierten Aufgaben sowie bei kreativen Aufgaben (einfach und schwierig) erhöhen.

Ausgehend von zahlreichen früheren Studien (u.a. Attril et al., 2008; Hackney, 2006; Hagemann, Strauss & Leissing, 2008; Hill & Barton, 2005), in denen herausgefunden werden konnte, dass Personen oder Teams in roter Bekleidung mit größerer Wahrscheinlichkeit siegreich in physischen Wettkämpfen sind als Personen oder Teams in andersfarbiger Bekleidung, untersuchten Feltman und Elliot (2011) den Einfluss der Farbe Rot (im Vergleich zur Farbe Blau) auf die wahrgenommene relative Dominanz und Bedrohung in einem imaginären, gleichgeschlechtlichen und kompetitiven Kontext. Die Autoren prognostizierten einen wechselseitigen Effekt: *„that wearing red would enhance perceptions of one’s relative dominance and threat, and that viewing an opponent’s red would enhance perceptions of the opponent’s relative dominance and threat“* (vgl. Feltman & Elliot, 2011, S. 309) Zwei Experimente wurden durchgeführt, bei denen die Teilnehmer/innen vor einem Bildschirm mit verschiedenen Farbreizen ausgesetzt wurden. Das erste Experiment befasste sich mit der Kleidung der Proband/innen: Sie sollten sich ihre Bekleidung in einer Farbe (rot oder blau) vorstellen und damit imaginär gegen ein Gegenüber in Weiß kämpfen. Die Proband/innen mussten anschließend ihre Selbstwahrnehmung betreffend Dominanz und Bedrohung beurteilen. Es kam zum Ergebnis, dass die Personen in Rot sich dominanter darstellten und sich bedrohlicher fühlten als die Teilnehmer/innen in Blau. Beim zweiten Experiment sollten sich die Testpersonen den/die Gegner/in in roter bzw. blauer Bekleidung vorstellen und die Fremdwahrnehmung bewerten. Der/Die rote Gegner/in wurde dabei einschüchternder und dominanter bewertet als der/die Proband/in selbst. Die Experimente zeigen, dass die Farbe Rot die Wahrnehmung der relativen Dominanz und Bedrohung in einem imaginären sportlichen Kontext beeinflusst und dieser Einfluss wechselseitig wirkt: Das Tragen sowie der Anblick von Rot führte zur Assoziation von Dominanz und Bedrohung. Die in Rot bekleidete Person wird als dominanter bewertet und hat dadurch einen Vorteil.

Eine weitere Studie (Wiedemann, Burt, Hill & Barton, 2015), die sich mit der wahrgenommenen Dominanz, aber auch der Aggression und dem Ärger in einem nicht-kompetitiven Kontext auseinandersetzte, ging der Frage nach, wie digital manipulierte T-Shirt-Farbe schnelle, soziale Urteile von Charakterzügen bei fremden Menschen beeinflusst. Die Autor/innen wollten dabei herausfinden, ob Männer, die auf Bildern (am Bildschirm) in roter Bekleidung präsentiert wurden, als aggressiver, dominanter etc. wahrgenommen werden als Männer in blauer oder grauer Bekleidung. Die Proband/innen sollten diese Eigenschaften anhand einer siebenstufigen Skala bewerten. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass Männer in roter Bekleidung als aggressiver und dominanter bewertet und öfter als verärgert kategorisiert

wurden als Männer in grau oder blau. Jedoch gaben hauptsächlich männliche Testpersonen eine „extremere“ Bewertung von Männern in roter Kleidung ab.

### 3. Forschungsfragen und Hypothesenbildung

#### 3.1 Fragestellungen

Dreiskämper et al. (2013) wiesen in einer experimentellen Zweikampfsituation nach, dass das Tragen von roter Bekleidung zu signifikant höheren Herzfrequenzwerten sowie signifikant höheren „*pre-contest*“-Werten bei Krafttests führte als bei blauer Bekleidung. Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll daher untersucht werden, ob bei Testpersonen, die einen Stufentest am Radergometer in roter bzw. blauer Bekleidung absolvieren, ähnliche Ergebnisse hinsichtlich Herzfrequenzwerte zu beobachten sind wie bei Dreiskämper et al. (2013). Als Leistungsparameter wurde bei diesem Experiment die maximal erreichte Wattleistung sowie die durchschnittliche Trittfrequenz berücksichtigt.

Zwei weitere Fragestellungen wurden in dieser Arbeit formuliert, um die Auswirkungen des Sehens bzw. Tragens von roter/blauer Bekleidung auf Befindlichkeiten (Aggressivität, Dominanz) zu untersuchen. Krenn (2015) zeigte in seiner Studie im Kampfsport auf, dass Proband/innen, die rot bekleidete Boxer und Wrestler sehen, diese als aggressiver wahrnehmen als blau bekleidete Kämpfer. Einige Jahre zuvor konnten Feltman und Elliot (2011) in Experimenten bereits nachweisen, dass Testpersonen rot bekleidete Konkurrent/innen dominanter und einschüchternder wahrnehmen als blau bekleidete Konkurrent/innen. Außerdem fanden sie heraus, dass die Testpersonen in roter Bekleidung sich selbst als dominanter und aggressiver einschätzten als blau bekleidete Testpersonen. Aus diesem Grund soll in dieser Arbeit einerseits untersucht werden, ob Testpersonen in roter Bekleidung sich dominanter und aggressiver fühlen als Testpersonen in Blau und andererseits, ob Testpersonen gleichgeschlechtliche Videokonkurrent/innen in roter Bekleidung als dominanter und aggressiver wahrnehmen als blaue Videokonkurrent/innen.

Die letzte Forschungsfrage bezieht sich auf die mittels Speichelproben erhobenen Cortisolwerte, welche einen Parameter für Stress darstellen. Dabei wurde untersucht, ob Testpersonen, die rote Bekleidung tragen, aufgrund der Farbe Rot ein höheres Maß an Aktiviertheit aufweisen als blau bekleidete Proband/innen.

Folgende Fragestellungen wurden daher wie folgt formuliert:

- **Fragestellung 1**

Gibt es einen Unterschied in der maximalen Leistung (Watt) und Herzfrequenz (Schläge pro Minute) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn die Testpersonen blaue oder rote Kleidung tragen? (Schober)

- **Fragestellung 2**

Gibt es einen Unterschied in der maximalen Leistung (Watt) und Herzfrequenz (Schläge pro Minute) zwischen Testpersonen, die rote Kleidung tragen, und denen, die blaue Kleidung tragen? (Schober)

- **Fragestellung 3**

Gibt es einen Unterschied in der wahrgenommenen Dominanz und Aggressivität der Testpersonen zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn sie blaue oder rote Kleidung tragen? (Leitgeb)

- **Fragestellung 4**

Gibt es einen Unterschied bei der subjektiven Bewertung der wahrgenommenen Dominanz und Aggressivität eines/einer Konkurrent/in, wenn diese/r blaue oder rote Kleidung trägt? (Leitgeb)

- **Fragestellung 5**

Gibt es einen Unterschied in der durchschnittlichen Trittfrequenz zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn die Testpersonen blaue oder rote Kleidung tragen? (Schober)

- **Fragestellung 6**

Gibt es einen Unterschied des Cortisolspiegels zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn ein rotes oder blaues Trikot getragen wird? (Leitgeb)

## 3.2 Hypothesenbildung

Folgende Hypothesen ergeben sich, um die formulierten Forschungsfragen zufriedenstellend zu beantworten.

- **Forschungsfrage 1**

*H0: Es lässt sich kein signifikanter Unterschied in der maximalen Leistung (Watt) und Herzfrequenz (Schläge pro Minute) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 feststellen, wenn die Testpersonen blaue oder rote Kleidung tragen.*

*H1: Es lässt sich ein signifikanter Unterschied in der maximalen Leistung (Watt) und Herzfrequenz (Schläge pro Minute) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 feststellen, wenn die Testpersonen blaue oder rote Kleidung tragen.*

- **Forschungsfrage 2**

*H0: Es lässt sich kein signifikanter Unterschied in der maximalen Leistung (Watt) und Herzfrequenz (Schläge pro Minute) zwischen Testpersonen, die rote Kleidung tragen, und denen, die blaue Kleidung tragen, feststellen.*

*H1: Es lässt sich ein signifikanter Unterschied in der maximalen Leistung (Watt) und Herzfrequenz (Schläge pro Minute) zwischen Testpersonen, die rote Kleidung tragen, und denen, die blaue Kleidung tragen, feststellen.*

- **Forschungsfrage 3**

*H0: Es lässt sich kein signifikanter Unterschied in der wahrgenommenen Dominanz/Aggressivität der Testpersonen zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 feststellen, wenn sie blaue oder rote Kleidung tragen.*

*H1: Es lässt sich ein signifikanter Unterschied in der wahrgenommenen Dominanz/Aggressivität der Testpersonen zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 feststellen, wenn sie blaue oder rote Kleidung tragen.*

- **Forschungsfrage 4**

*H0: Es lässt sich kein signifikanter Unterschied bei der subjektiven Bewertung der wahrgenommenen Dominanz/Aggressivität eines/einer Konkurrent/in feststellen, wenn diese/r blaue oder rote Kleidung trägt.*

*H1: Es lässt sich ein signifikanter Unterschied bei der subjektiven Bewertung der wahrgenommenen Dominanz/Aggressivität eines/einer Konkurrent/in feststellen, wenn diese/r blaue oder rote Kleidung trägt.*

- **Forschungsfrage 5**

*H0: Es lässt sich kein signifikanter Unterschied in der durchschnittlichen Trittfrequenz zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 feststellen, wenn die Testpersonen blaue oder rote Kleidung tragen.*

*H1: Es lässt sich ein signifikanter Unterschied in der durchschnittlichen Trittfrequenz zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 feststellen, wenn die Testpersonen blaue oder rote Kleidung tragen.*

- **Forschungsfrage 6**

*H0: Es lässt sich kein signifikanter Unterschied des Cortisolspiegels zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 feststellen, wenn ein rotes oder blaues Trikot getragen wird.*

*H1: Es lässt sich ein signifikanter Unterschied des Cortisolspiegels zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 feststellen, wenn ein rotes oder blaues Trikot getragen wird.*

## 4. Methodik der Studie (Leitgeb)

### 4.1 Teilnehmer/innen

Es wurden insgesamt 58 Personen (34 männlich, 24 weiblich), die sich freiwillig für die Studie zur Verfügung stellten und mindestens 18 Jahre alt waren, zu zwei verschiedenen Testzeitpunkten getestet. Zwei weitere Personen mussten aufgrund von Datenspeicherungsfehlern aus den Daten exkludiert werden. Wie in Tabelle 3 zu beobachten ist, lag das Durchschnittsalter bei den Männern bei  $27,24 \pm 6,63$  Jahren, bei den Frauen einige Jahre darunter bei  $23,00 \pm 3,86$  Jahren.

| Deskriptive Statistik |                             |    |         |         |                     |
|-----------------------|-----------------------------|----|---------|---------|---------------------|
| Geschlecht            |                             | N  | Minimum | Maximum | Std.-<br>Abweichung |
| männlich              | Alter                       | 34 | 20      | 55      | 6,629               |
|                       | Gültige Werte (Listenweise) | 34 |         |         |                     |
| weiblich              | Alter                       | 24 | 18      | 33      | 3,856               |
|                       | Gültige Werte (Listenweise) | 24 |         |         |                     |

Tabelle 3: Durchschnittsalter der Testpersonen (getrennt nach Geschlecht)

Jede/r Proband/in wurde im Vorhinein ersucht, eine Stunde vor der Testung nicht zu essen, zu trinken oder sich die Zähne zu putzen, um bei der Speichelprobe den Cortisolwert nicht zu verfälschen. Zudem mussten die Teilnehmer/innen auf einem Fragebogen (siehe Kap. 8.3) angeben, keine gesundheitlichen Probleme (z.B. Erkältung; Verletzungen) sowie visuelle Einschränkungen (z.B. Farbblindheit) vorzuweisen. Wurde eine dieser Fragen mit „Ja“ beantwortet, musste die Person von der Testung ausgeschlossen werden.

## 4.2 Materialien und experimentelles Design

Das Experiment wurde im Laborraum der Abteilung Sportpsychologie im Zentrum für Sportwissenschaft und Universitätssport der Universität Wien durchgeführt. Der Raum wurde im Vorhinein abgedunkelt, alle Gegenstände, die chromatische Farben enthielten, wurden entfernt, sofern dies möglich war, ansonsten unauffällig mit schwarzem Klebeband überklebt, damit diese nicht die Ergebnisse beeinflussen konnten. Auch die Proband/innen wurden gleich zu Beginn möglichst unauffällig gebeten, ihre mitgebrachten Gegenstände in der für die Testungen aufgebauten Umkleidekabinen abzulegen. Die Testleitung, die in den Ablauf der Experimente eingeweiht war, durfte während der gesamten Testungen nur Kleidung in achromatischen Farben (vorzugsweise schwarz) tragen.

Im abgedunkelten Laborraum befanden sich außer der Umkleidekabine ein Cycus2-Radergometer, vor dem ein Bildschirm aufgebaut war, ein Laptop, über den das jeweilige Video sowie die Erklärung des Testablaufs auf den Bildschirm projiziert wurde, ein Sessel inkl. Tisch, an dem die Proband/innen die Speichelprobe durchführen und die Fragebögen ausfüllen sollten und sonstige neutral gestaltete Alltagsgegenstände, die aufgrund ihrer Farben das Experiment nicht störten.



Abbildung 11: Aufbau des Experiments

Zur Beantwortung der Fragestellungen wurden zu zwei Testzeitpunkten jeweils ein anaerob-laktazider Stufentest auf einem Radergometer durchgeführt.

Beim (Laktat)-Stufentest handelt es sich um ein Messverfahren der Ausdauer, bei dem Proband/innen eine Belastung vorgegeben und diese regelmäßig (stufenförmig) erhöht wird.

Die Proband/innen versuchen dabei möglichst viele Belastungsstufen zu absolvieren und müssen dazu ihre gesamte Leistungsfähigkeit abrufen (Maier, Gross, Trösch, Steiner, Müller, Bourban et al., 2016). Am Ende der Testung ist eine maximale Ausbelastung erforderlich. Dadurch dass die Belastung regelmäßig gesteigert wird, steigt die Blutlaktatkonzentration exponentiell, während die Herzfrequenz linear mit der Zeit ansteigt (siehe Abb. 12). Ein Stufentest kann Auskunft über die aktuelle Ausdauerleistungsfähigkeit geben und eine Hilfestellung für die Einteilung von Trainingsbereichen sein, auch wenn es schwierig ist, allein aus den Schwellenwerten und der Kurvenform spezifische Trainingsempfehlungen abzuleiten. Der Stufentest kann auf einem motorisierten Laufband, einem Fahrradergometer oder anderen sportartspezifischen Ergometern (z.B. Ski- oder Ruderergometer) durchgeführt werden, solange die Intensitätssteuerung stufenförmig möglich ist (Maier et al., 2016).

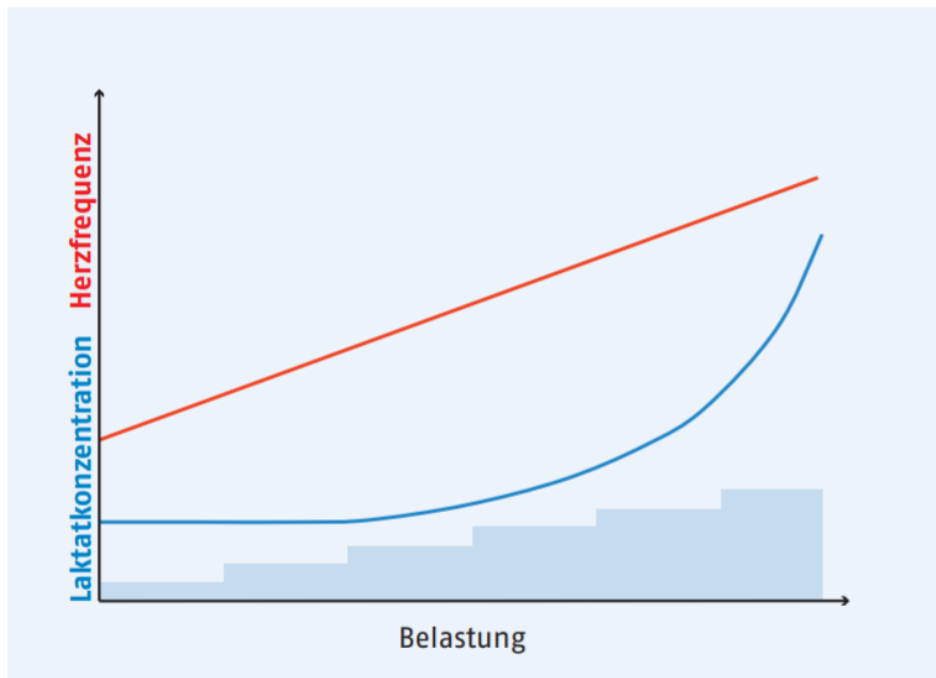


Abbildung 12: Herzfrequenz und Laktatkonzentration beim Stufentest (vgl. Maier et al., 2016, S. 25)

Bei dieser Studie, die auf einem Cyclus2-Radergometer durchgeführt wurde, wurde auf die Laktatmessung verzichtet und als physiologischer Parameter nur die Herzfrequenz berücksichtigt. Als Vorlage der Testung diente das sogenannte „*Steep Ramp Test Protocol*“ (siehe auch Meyer, Samek, Schwaibold, Westbrook, Hajric, Lehmann, ... Roskamm, 1996), bei dem Testpersonen nach einer 3-minütigen Aufwärmphase auf dem Ergometer alle zehn Sekunden einen Anstieg des Widerstands um 25 Watt bewältigen mussten. Sobald sie unter eine Trittfrequenz von 60 Umdrehungen pro Minute kamen, wurde die Testung abgebrochen. Die Anfangsbelastung wurde bei dieser Studie mit null Watt sehr gering eingestellt. Dadurch dass aber der Widerstand wie beim *Steep Ramp Test Protocol* vorgegeben alle zehn Sekunden

um 25 Watt erhöht wurde, kamen die Testpersonen ohnehin (je nach Leistungsniveau) nach zumeist zwei bis drei Minuten an ihre Leistungsgrenzen. Ersichtlich wurde dies in einem Absinken der Trittfrequenz pro Minute. Sobald eine Testperson nicht mehr in der Lage war, eine Trittfrequenz von mindestens 60 Umdrehungen pro Minute über drei Sekunden lang zu halten oder sie das Treten ganz einstellte, wurde die Testung von der Testleitung abgebrochen. Die Teilnehmer/innen hatten auch selbst die Möglichkeit, die Testung jederzeit ohne Angabe von Gründen abubrechen. Nach dem Stufentest folgte eine fünfminütige Cool-Down-Phase, in der die Proband/innen die Möglichkeit hatten, sich bei null Watt Widerstand auszuradeln. Während der Testung sahen die Proband/innen das Video einer gleichgeschlechtlichen Person, die denselben Test absolvierte und spezielle Bekleidung (je nach Testgruppe, blau oder rot) trug. Das Video war so erstellt worden, dass die Proband/innen zu keiner Zeit das Gesicht des/der Konkurrent/in erblicken konnten und diese Person über die gesamte Testdauer vor sich sahen. Ihre Aufgabe war es dabei, eine bessere Leistung als die Person im Video zu erzielen. Die Testleitung beobachtete den Ablauf der Testung und sollte nur bei technischen Problemen (z.B. fehlende Verbindung zwischen Herzfrequenzmonitor und Ergometer) bzw. bei etwaigen Anzeichen von körperlichen Problemen der Teilnehmer/innen das Testprotokoll unterbrechen. Sie durfte weder verbal noch nonverbal die Leistung der Proband/innen oder deren Motivation beeinflussen.

### 4.3 Ablauf der Testungen

Die Studie beinhaltete einen experimentellen Teil und eine abschließende Nachbesprechung. Die Ethikkommissionen der Universität Wien und der Universität Münster, mit deren Institut für Sportwissenschaft die Studie in Kooperation durchgeführt wurde, genehmigten das Protokoll der Studie.

Zur Gewährleistung der Integrität der Studienergebnisse, wurden die Proband/innen erst am Ende des zweiten Testzeitpunktes über den eigentlichen Zweck der Studie informiert. Befangenheit bei den Studienteilnehmer/innen hinsichtlich eines erwarteten Effekts sollte dabei vermieden werden. Aus diesem Grund wurde ihnen zu Studienbeginn eine Cover-Story mit dem Titel „Der Einfluss von Koffein auf psychologische und physiologische Parameter beim Radfahren in einer fiktiven Konkurrenzsituation vorgelegt“, sodass sie annehmen sollten, dass anstatt von Farben der Koffeinkonsum im Vordergrund stehen würde.

#### 4.3.1 Experimenteller Teil

Nach der Ankunft im Labor wurde den Studienteilnehmer/innen aufgetragen, sich die Teilnehmer/inneninformation (siehe Kap. 8.1) und die Einwilligungserklärung (siehe Kap. 8.2) sorgfältig durchzulesen und bei Zustimmung zur Teilnahme zu unterschreiben. Währenddessen wurde ein 15-Minuten-Timer gestellt, um zu gewährleisten, dass die Proband/innen vom Zeitpunkt des Eintreffens im Labor bis zur Durchführung der ersten Speichelprobe zur Bestimmung des Cortisolwerts (Parameter für Stress) etwas zur Ruhe kommen. Zusätzlich sollte der/die jeweilige Proband/in zwei Fragebögen zum aktuellen Gesundheitszustand (siehe Kap. 8.3) und zur Person bzw. zur sportlichen Vorgeschichte (siehe Kap. 8.4) ausfüllen. Sobald der Timer sich bemerkbar machte, wurde die erste Speichelprobe durchgeführt. Anschließend wurde der/die Teilnehmer/in per Zufall einer von vier Gruppen zugewiesen und dementsprechend bekam er/sie zur Absolvierung der später folgenden Radergometer-Aufgabe ein rotes oder blaues Trikot, eine gleichfarbige Hose und Stutzen überreicht.

Folgendermaßen wurden die Gruppen eingeteilt:

| <i>Group</i> | <i>Color participant<br/>Condition* 1</i> | <i>Color opponent<br/>Condition 1</i> | <i>Color participant<br/>Condition 2</i> | <i>Color opponent<br/>Condition 2</i> |
|--------------|-------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1            | Red                                       | Blue                                  | Blue                                     | Blue                                  |

|   |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|
| 2 | Red  | Red  | Blue | Red  |
| 3 | Blue | Blue | Red  | Blue |
| 4 | Blue | Red  | Red  | Red  |

Tabelle 2: Testgruppen

\*Anm.: Condition ist hier mit Testzeitpunkt zu übersetzen

Daraufhin wurde das Trikot auf einer Waage gewogen, um mittels Gewichtsunterschied nach der Belastungsphase die Menge des produzierten Schweißes auswerten zu können. Nachdem die Testperson sich in der Umkleidekabine umgezogen (zweiter 15-Minuten-Timer wurde gestartet) und den von der Testleitung zur Verfügung gestellten Herzfrequenzmonitor angelegt hatte, sollte sie einen weiteren Fragebogen zum aktuellen Befinden (siehe Kap. 8.5) ausfüllen. Bevor die eigentliche motorische Aufgabe beginnen konnte, wurden Größe und Gewicht des/der Proband/in gemessen und nach Ablauf des zweiten Timer die zweite Speichelprobe durchgeführt, die zur Bestimmung eines messgenauen Cortisolwerts notwendig ist.

Im Anschluss wurde die in Kapitel 4.2 beschriebene Testung am Radergometer durchgeführt. Danach bekam der/die Proband/in die Gelegenheit zu trinken und sollte im Anschluss einen weiteren Fragebogen zur eigenen Befindlichkeit, aber auch zur Verfassung des/der Konkurrent/in (siehe Kap. 8.6) ausfüllen. Daraufhin konnte er/sie sich umziehen gehen und sollte zuletzt nur noch das Trikot zum Abwiegen auf die Waage legen. Nachdem sich die Testleitung die Werte notiert hatte, wurde ein Termin für den zweiten Testzeitpunkt vereinbart, der mindestens 48 Stunden, maximal sieben Tage auseinanderliegen musste, um der Testperson genügend Zeit zur Regeneration vom Stufentest zu ermöglichen, und somit war die erste Testung beendet.

Der Ablauf der zweiten Testung war fast ident zur ersten Testung, wobei sich nur einige Kleinigkeiten änderten. Hatte die Testperson zur ersten Testung rote Bekleidung bekommen, erhielt sie beim zweiten Mal blaue Sportbekleidung und vice versa.

.

#### 4.3.2 Abschließende Nachbesprechung

Im Anschluss an die erste Testung wurde mit den Proband/innen ein Termin für die zweite Testung vereinbart. Am Ende der zweiten Testung wurde ihnen die Frage gestellt, was aus ihrer Sicht der eigentliche Zweck der Studie gewesen sein könnte. Von vielen

Studienteilnehmer/innen kam wie in der Coverstory beschrieben (siehe Kap. 8.1) die Antwort, dass es um den Einfluss von Koffein auf Ausdauerleistungen gegangen wäre, obwohl Koffein abgesehen von ein paar wenigen Fragen zum Koffeinkonsum (siehe Kap. 8.4 Angaben zur Person und sportlichen Vorgeschichte) keine Rolle spielte. Der eigentliche Zweck der Studie blieb also einem Großteil der Proband/innen bis zum Schluss unbekannt. Erst nach der Aufklärung gaben mehrere an, eine leise Vermutung gehabt zu haben, dass Farben eine Rolle spielten. Insgesamt gelang es drei von 58 Proband/innen auch ohne Aufklärung den eigentlichen Zweck der Studie herauszufinden.

## **4.4 Messungen**

### **4.4.1 Physiologische Parameter**

Mithilfe eines Herzfrequenzmonitors (Polar), der mit dem Testprogramm des Radergometers verbunden war, wurde die Herzfrequenz der Proband/innen erhoben. Aufgrund von immer wiederkehrenden Messungenauigkeiten des Brustgurts mussten jedoch mehrere Werte wegen unrealistischer Zahlen verworfen werden. Zusätzlich zur Testung der (maximalen) Herzfrequenz wurde auch die erreichte Wattanzahl und die durchschnittliche Trittfrequenz der Proband/innen erhoben

### **4.4.2 Psychologische Parameter**

Neben den physiologischen wurden auch mehrere psychologische Parameter mittels Fragebögen (siehe Kap. 8.5, 8.6) erhoben. Den ersten der beiden Fragebögen zur Befindlichkeit füllten die Studienteilnehmer/innen nach dem Anziehen der blauen/roten Bekleidung aus, den zweiten im Anschluss an den Ergometertest gegen den/die gleichgeschlechtliche/n Konkurrent/in. Auf dem ersten Fragebogen sollten sie auf einer sechsstufigen Skala (1....„Gar nicht“ bis 6....„Sehr“) ihr aktuelles Befinden zu acht Eigenschaften (kraftvoll, energisch, dominant, selbstbewusst, aggressiv, angespannt, besorgt, eingeschüchtert) bewerten sowie einschätzen, bis zu welcher Wattzahl sie glauben, den Test absolvieren zu können und wie sicher sie die angegebene Wattzahl zu erreichen glauben (Bewertung anhand einer zehnstufigen Skala von 1....„Gar nicht sicher“ bis 10....„Sehr sicher“).

Auf dem zweiten Fragebogen sollten die Proband/innen wiederum auf der gleichen sechsstufigen Skala ihr Leistungsverhalten und ihre Verfassung am Ergometer während des Tests zu denselben acht Eigenschaften einschätzen. Zusätzlich sollten sie im zweiten Teil des Fragebogens auch die Leistung des/der Kontrahent/in nach demselben Procedere beurteilen. Dieselben Fragebögen wurden den Proband/innen auch zum zweiten Testzeitpunkt vorgelegt.

### **4.4.3 Testosteron-Level**

Das Testosteron-Level der Testpersonen wurde mittels zweier Speichelproben pro Testtag gemessen, indem die Proband/innen jeweils über einen Strohhalm Speichel in ein Gefäß füllten (ca. ½-Füllung, ohne Schaum). Diese wurden pseudonymisiert an ein Labor zur Auswertung gesendet.

## **4.5 Statistische Analyse**

Die erhobenen Daten wurden mithilfe des Statistikprogramms SPSS Statistics 25 ausgewertet, ausgewählte Variablen wie beispielsweise das Dominanzverhalten der Proband/innen analysiert und in die Arbeit miteinbezogen. Für alle Analysen wurde das Signifikanzlevel  $p < 0,05$  verwendet.

## 5. Resultate der Datenauswertung

### 5.1 Gibt es einen Unterschied in der maximalen Leistung (Watt) und Herzfrequenz (Schläge pro Minute) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn die Testpersonen blaue oder rote Kleidung tragen? (SCHOBER)

Zur besseren Vergleichbarkeit der Daten wurden jene der Männer und jene der Frauen separat untersucht, da sich, wie in Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. ersichtlich, die maximale Leistung der Männer ( $L1_{\max} \text{ MW} = 461,76 \pm 67,205$  bzw.  $L2_{\max} \text{ MW} = 469,12 \pm 65,441$ ) naturgemäß stark von jener der Frauen ( $L1_{\max} \text{ MW} = 313 \pm 50,58$  bzw.  $L2_{\max} \text{ MW} = 310 \pm 45,069$ ) unterscheidet. Die Überprüfung der Variablen „maximale Leistung“ sowie „maximale Herzfrequenz“ ergab keine Normalverteilung der Daten. Außerdem entstanden durch die Aufteilung der Daten (Männer/Frauen, Gruppen) Stichprobengrößen von  $n < 20$ . Daher wurden nicht-parametrische Tests angewandt. Durch technische Schwierigkeiten wurden die Daten der maximalen Herzfrequenz in 20 Fällen nicht korrekt erfasst. Diese wurden für die Tests abhängiger Stichproben bezüglich der maximalen Herzfrequenz nicht berücksichtigt. Alle Tests wurden mit einem Signifikanzniveau von  $\alpha = 0.05$  berechnet.

**Deskriptive Statistiken**

| Geschlecht |       | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung | Minimum | Maximum |
|------------|-------|----|------------|---------------------|---------|---------|
| männlich   | L1max | 34 | 461,76     | 67,205              | 325     | 650     |
|            | H1max | 27 | 172,70     | 13,070              | 145     | 197     |
|            | L2max | 34 | 469,12     | 65,441              | 350     | 625     |
|            | H2max | 30 | 172,93     | 11,030              | 144     | 194     |
| weiblich   | L1max | 25 | 313,00     | 50,580              | 225     | 400     |
|            | H1max | 17 | 173,00     | 12,806              | 140     | 188     |
|            | L2max | 25 | 310,00     | 45,069              | 225     | 400     |
|            | H2max | 23 | 174,13     | 11,624              | 144     | 191     |

Tabelle 2: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variablen maximale Leistung in Watt (L1max, L2max) und maximale Herzfrequenz in Schlägen pro Minute (H1max, H2max) zu beiden Testzeitpunkten (getrennt nach Geschlecht)

Zur Beantwortung der Fragestellung wurde der Wilcoxon-Test bei verbundenen Stichproben verwendet. Desweiteren wurden zwei separate Auswertungen durchgeführt. Eine für jene Teilnehmer/innen, die bei der ersten Testung rote und bei der zweiten Testung blaue Kleidung trugen (Gruppen 1 und 2), und eine zweite mit jenen Teilnehmer/innen, die bei der ersten Testung blaue und bei der zweiten Testung rote Kleidung trugen (Gruppen 3 und 4).

### 5.1.1 Unterschiede maximaler Leistung zwischen Testzeitpunkt 1 und 2

Auffällig bei der Betrachtung von Tabelle 3 ist, dass sich Männer aller Gruppen hinsichtlich der maximalen Leistung im Mittel von der ersten zur zweiten Testung verbesserten (Gruppen 1 und 2 L1max MW = 464,71 ± 55,24, L2max MW = 473,53 ± 56,92 bzw. Gruppen 3 und 4 L1max MW = 458,82 ± 79,028, L2max MW = 464,71 ± 74,508), während sich Frauen der Gruppen 1 und 2 hinsichtlich der maximalen Leistung von der ersten zur zweiten Testung leicht verschlechterten (L1max MW = 323,33 ± 53,841, L2max MW = 315 ± 50,709) und Frauen der Gruppen 3 und 4 leicht verbesserten (L1max MW = 297,5 ± 43,221, L2max MW = 302,5 ± 36,228).

**Deskriptive Statistiken**

| Geschlecht | Gruppen |       | N  | Mittelwert | Std.-      | Minimum | Maximum |
|------------|---------|-------|----|------------|------------|---------|---------|
|            |         |       |    |            | Abweichung |         |         |
| männlich   | 1 und 2 | L1max | 17 | 464,71     | 55,240     | 375     | 600     |
|            |         | L2max | 17 | 473,53     | 56,920     | 400     | 625     |
|            | 3 und 4 | L1max | 17 | 458,82     | 79,028     | 325     | 650     |
|            |         | L2max | 17 | 464,71     | 74,508     | 350     | 625     |
| weiblich   | 1 und 2 | L1max | 15 | 323,33     | 53,841     | 225     | 400     |
|            |         | L2max | 15 | 315,00     | 50,709     | 225     | 400     |
|            | 3 und 4 | L1max | 10 | 297,50     | 43,221     | 225     | 350     |
|            |         | L2max | 10 | 302,50     | 36,228     | 250     | 350     |

Tabelle 3: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 hinsichtlich der Variablen maximale Leistung in Watt (L1max, L2max) zu beiden Testzeitpunkten

Beim Vergleich der Gruppen 1 und 2 ergab der Wilcoxon-Test weder bei Männern ( $p=0,083$ , **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) noch bei Frauen ( $p=0,19$ , **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) einen signifikanten Unterschied der maximalen Leistung zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2. Auch der Vergleich der Gruppen 3 und 4 ergab weder bei Männern ( $p=0,248$ , Tabellen 4-5) noch bei Frauen ( $p=0,577$ , Tabellen 4-5) einen signifikanten Unterschied.

**Ränge**

| Geschlecht | Gruppen |               | N              | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|------------|---------|---------------|----------------|----------------|-----------|
|            |         |               |                |                |           |
| männlich   | 1 und 2 | L2max - L1max | Negative Ränge | 2 <sup>a</sup> | 9,00      |
|            |         |               | Positive Ränge | 7 <sup>b</sup> | 36,00     |
|            |         |               | Bindungen      | 8 <sup>c</sup> |           |
|            |         |               | Gesamt         | 17             |           |
|            | 3 und 4 | L2max - L1max | Negative Ränge | 4 <sup>a</sup> | 26,00     |
|            |         |               | Positive Ränge | 8 <sup>b</sup> | 52,00     |

|          |         |               |                |                |      |       |
|----------|---------|---------------|----------------|----------------|------|-------|
|          |         |               | Bindungen      | 5 <sup>c</sup> |      |       |
|          |         |               | Gesamt         | 17             |      |       |
| weiblich | 1 und 2 | L2max - L1max | Negative Ränge | 6 <sup>a</sup> | 5,50 | 33,00 |
|          |         |               | Positive Ränge | 3 <sup>b</sup> | 4,00 | 12,00 |
|          |         |               | Bindungen      | 6 <sup>c</sup> |      |       |
|          |         |               | Gesamt         | 15             |      |       |
|          | 3 und 4 | L2max - L1max | Negative Ränge | 1 <sup>a</sup> | 3,50 | 3,50  |
|          |         |               | Positive Ränge | 3 <sup>b</sup> | 2,17 | 6,50  |
|          |         |               | Bindungen      | 6 <sup>c</sup> |      |       |
|          |         |               | Gesamt         | 10             |      |       |

a. L2max < L1max

b. L2max > L1max

c. L2max = L1max

Tabelle 4: Vergleich der Variablen „maximale Leistung“ in Watt (L1max, L2max) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)

#### Statistik für Test<sup>a</sup>

| Geschlecht | Gruppen |                                      | L2max - L1max       |
|------------|---------|--------------------------------------|---------------------|
| männlich   | 1 und 2 | Z                                    | -1,732 <sup>b</sup> |
|            |         | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,083                |
|            | 3 und 4 | Z                                    | -1,155 <sup>b</sup> |
|            |         | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,248                |
|            | 1 und 2 | Z                                    | -1,311 <sup>c</sup> |
|            |         | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,190                |
| weiblich   | 3 und 4 | Z                                    | -,557 <sup>b</sup>  |
|            |         | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,577                |

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf negativen Rängen.

c. Basiert auf positiven Rängen.

Tabelle 5: Vergleich der Variablen „maximale Leistung“ in Watt (L1max, L2max) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)

### 5.1.2 Unterschiede maximaler Herzfrequenzen zwischen Testzeitpunkt 1 und 2

Unterschiede der maximalen Herzfrequenzen wurden auf die gleiche Weise ermittelt, jedoch wurden jene Fälle ausgeschlossen, bei denen Unregelmäßigkeiten in der Herzfrequenzmessung festgestellt wurden. Auch hier ergab die Untersuchung sowohl für Männer der Gruppen 1 und 2 ( $p=0,538$ , Tabellen 7-8), als auch für Frauen der Gruppen 1 und 2 ( $p=0,083$ , Tabellen 7-8) keinen signifikanten Unterschied. Die Auswertung der Gruppen 3 und 4 hinsichtlich der Unterschiede der maximalen Herzfrequenz ergab keinen signifikanten Unterschied bei

Männern ( $p=0,447$ , Tabellen 7-8) und keinen signifikanten Unterschied bei Frauen ( $p=0,498$ , Tabellen 7-8).

### Deskriptive Statistiken

| Geschlecht | Gruppen | N     | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung | Minimum | Maximum |
|------------|---------|-------|------------|---------------------|---------|---------|
| männlich   | 1 und 2 | H1max | 12         | 178,75              | 12,425  | 155     |
|            |         | H2max | 12         | 177,75              | 10,056  | 162     |
|            | 3 und 4 | H1max | 12         | 167,17              | 10,667  | 145     |
|            |         | H2max | 12         | 166,25              | 10,897  | 144     |
| weiblich   | 1 und 2 | H1max | 10         | 177,20              | 6,512   | 168     |
|            |         | H2max | 10         | 173,80              | 8,854   | 163     |
|            | 3 und 4 | H1max | 5          | 171,60              | 18,022  | 140     |
|            |         | H2max | 5          | 173,60              | 14,170  | 150     |

Tabelle 6: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 hinsichtlich der Variablen maximale Herzfrequenz in Schlägen pro Minute (H1max, H2max) zu beiden Testzeitpunkten

### Ränge

| Geschlecht | Gruppen | N             | Mittlerer Rang | Rangsumme      |
|------------|---------|---------------|----------------|----------------|
| männlich   | 1 und 2 | H2max - H1max | Negative Ränge | 6 <sup>a</sup> |
|            |         |               | Positive Ränge | 4 <sup>b</sup> |
|            |         |               | Bindungen      | 2 <sup>c</sup> |
|            |         |               | Gesamt         | 12             |
|            | 3 und 4 | H2max - H1max | Negative Ränge | 7 <sup>a</sup> |
|            |         |               | Positive Ränge | 4 <sup>b</sup> |
|            |         |               | Bindungen      | 1 <sup>c</sup> |
|            |         |               | Gesamt         | 12             |
| weiblich   | 1 und 2 | H2max - H1max | Negative Ränge | 7 <sup>a</sup> |
|            |         |               | Positive Ränge | 3 <sup>b</sup> |
|            |         |               | Bindungen      | 0 <sup>c</sup> |
|            |         |               | Gesamt         | 10             |
|            | 3 und 4 | H2max - H1max | Negative Ränge | 2 <sup>a</sup> |
|            |         |               | Positive Ränge | 3 <sup>b</sup> |
|            |         |               | Bindungen      | 0 <sup>c</sup> |
|            |         |               | Gesamt         | 5              |

a.  $H2max < H1max$

b.  $H2max > H1max$

c.  $H2max = H1max$

Tabelle 7: Vergleich der Variablen „maximale Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H1max, H2max) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)

### Statistik für Test<sup>a</sup>

| Geschlecht | Gruppen |                                         | H2max - H1max       |
|------------|---------|-----------------------------------------|---------------------|
| männlich   | 1 und 2 | Z                                       | -,616 <sup>b</sup>  |
|            |         | Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,538                |
|            | 3 und 4 | Z                                       | -,761 <sup>b</sup>  |
|            |         | Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,447                |
| weiblich   | 1 und 2 | Z                                       | -1,736 <sup>b</sup> |
|            |         | Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,083                |
|            | 3 und 4 | Z                                       | -,677 <sup>c</sup>  |
|            |         | Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,498                |

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

c. Basiert auf negativen Rängen.

Tabelle 8: Vergleich der Variablen „maximale Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H1max, H2max) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, getrennt nach Gruppen und Geschlecht

## 5.2 Gibt es einen Unterschied in der maximalen Leistung (Watt) und Herzfrequenz (Schläge pro Minute) zwischen Testpersonen, die rote Kleidung tragen, und denen, die blaue Kleidung tragen? (SCHOBER)

Wie bereits für die erste Forschungsfrage wurden auch hier Frauen und Männer aufgrund der Leistungsunterschiede separat untersucht (siehe Tabelle 2). Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden die Gruppen wiederum zusammengefasst:

Gruppen 1 und 2 -> Rote Kleidung bei Testung 1, blaue Kleidung bei Testung 2

Gruppen 3 und 4 -> Blaue Kleidung bei Testung 1, rote Kleidung bei Testung 2

Zunächst wurden beide Gruppen auf Unterschiede zum Testzeitpunkt 1 getestet (L1max, H1max), dann zum Testzeitpunkt 2 (L2max, H2max). Aufgrund der Stichprobengröße  $n < 20$  und fehlender Normalverteilung der Daten wurde hier der Mann-Whitney-U Test für unabhängige Stichproben angewandt. Für die Tests bezüglich der maximalen Herzfrequenz wurden alle gültigen Fälle miteinbezogen.

### 5.2.1 Maximale Leistung, Testzeitpunkt 1

#### Deskriptive Statistiken

| Geschlecht | Gruppen       | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung | Minimum | Maximum |
|------------|---------------|----|------------|---------------------|---------|---------|
| männlich   | 1 und 2 L1max | 17 | 464,71     | 55,240              | 375     | 600     |
|            | 3 und 4 L1max | 17 | 458,82     | 79,028              | 325     | 650     |
| weiblich   | 1 und 2 L1max | 15 | 323,33     | 53,841              | 225     | 400     |
|            | 3 und 4 L1max | 10 | 297,50     | 43,221              | 225     | 350     |

Tabelle 9: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variable maximale Leistung in Watt (L1max) beim ersten Testzeitpunkt (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)

Bei der Betrachtung von Tabelle 9 fällt auf, dass sowohl die Männer ( $MW = 464,71 \pm 55,24$ ), als auch die Frauen ( $MW = 323,33 \pm 53,841$ ) jener Gruppen, die zum Testzeitpunkt 1 rote Kleidung (Gruppen 1 und 2) trugen im Mittel eine höhere maximale Leistung erzielten, als jene Männer ( $MW = 458,82 \pm 79,028$ ) und Frauen ( $MW = 297,5 \pm 43,221$ ) die zum Testzeitpunkt 1 blaue Kleidung trugen (Gruppen 3 und 4). Der Mann-Whitney-U Test ergab weder bei Männern ( $p=0,563$ , Tabellen 10-11) noch bei Frauen ( $p=0,261$ , Tabellen 10-11) signifikante Unterschiede.

| Ränge      |       |         |    |                |           |
|------------|-------|---------|----|----------------|-----------|
| Geschlecht |       | Gruppen | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
| männlich   | L1max | 1 und 2 | 17 | 18,53          | 315,00    |
|            |       | 3 und 4 | 17 | 16,47          | 280,00    |
|            |       | Gesamt  | 34 |                |           |
| weiblich   | L1max | 1 und 2 | 15 | 14,37          | 215,50    |
|            |       | 3 und 4 | 10 | 10,95          | 109,50    |
|            |       | Gesamt  | 25 |                |           |

Tabelle 10: Vergleich der Variable „maximale Leistung“ in Watt (L1max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 1 (getrennt nach Geschlecht)

| Statistik für Test |                                         |         |
|--------------------|-----------------------------------------|---------|
| Geschlecht         |                                         | L1max   |
| männlich           | Mann-Whitney-U                          | 127,000 |
|                    | Wilcoxon-W                              | 280,000 |
|                    | Z                                       | -,608   |
|                    | Asymptotische Signifikanz (2-seitig)    | ,543    |
|                    | Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)] | ,563    |
| weiblich           | Mann-Whitney-U                          | 54,500  |
|                    | Wilcoxon-W                              | 109,500 |
|                    | Z                                       | -1,153  |
|                    | Asymptotische Signifikanz (2-seitig)    | ,249    |
|                    | Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)] | ,261    |

Tabelle 11: Vergleich der Variable „maximale Leistung“ in Watt (L1max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 1 (getrennt nach Geschlecht)

## 5.2.2 Maximale Herzfrequenz, Testzeitpunkt 1

| Deskriptive Statistiken |         |       |    |            |                 |         |         |
|-------------------------|---------|-------|----|------------|-----------------|---------|---------|
| Geschlecht              | Gruppen |       | N  | Mittelwert | Std.-Abweichung | Minimum | Maximum |
| männlich                | 1 und 2 | H1max | 14 | 179,07     | 11,566          | 155     | 197     |
|                         | 3 und 4 | H1max | 13 | 165,85     | 11,268          | 145     | 183     |
| weiblich                | 1 und 2 | H1max | 11 | 174,45     | 11,003          | 147     | 188     |
|                         | 3 und 4 | H1max | 6  | 170,33     | 16,415          | 140     | 184     |

Tabelle 12: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variable maximale Herzfrequenz in Schlägen pro Minute (H1max) zum Testzeitpunkt 1, getrennt nach Gruppen und Geschlecht

Tabelle 12 zeigt, dass Männer ( $MW = 179,07 \pm 11,566$ ) und Frauen ( $MW = 174,45 \pm 11,003$ ) der Gruppen 1 und 2 zum ersten Testzeitpunkt im Mittel höhere maximale Herzfrequenzen erreichten als Männer ( $MW = 165,85 \pm 11,268$ ) und Frauen ( $MW = 170,33 \pm 16,415$ ) der Gruppen 3 und 4. Der Mann-Whitney-U Test ergab einen signifikanten Unterschied ( $p=0,008$ , **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Tabellen 13-14) der maximalen Herzfrequenzen jener Männer, die rote Kleidung trugen und jener, die blaue Kleidung trugen. Der Unterschied der maximalen Herzfrequenzen der Frauen ist nicht signifikant ( $p=0,808$ , Tabellen 13-14).

| Ränge      |       |         |    |                |           |
|------------|-------|---------|----|----------------|-----------|
| Geschlecht |       | Gruppen | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
| männlich   | H1max | 1 und 2 | 14 | 17,86          | 250,00    |
|            |       | 3 und 4 | 13 | 9,85           | 128,00    |
|            |       | Gesamt  | 27 |                |           |
| weiblich   | H1max | 1 und 2 | 11 | 9,23           | 101,50    |
|            |       | 3 und 4 | 6  | 8,58           | 51,50     |
|            |       | Gesamt  | 17 |                |           |

Tabelle 13: Vergleich der Variable „maximale Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H1max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 1 (getrennt nach Geschlecht)

| Statistik für Test |                                         |         |
|--------------------|-----------------------------------------|---------|
| Geschlecht         |                                         | H1max   |
| männlich           | Mann-Whitney-U                          | 37,000  |
|                    | Wilcoxon-W                              | 128,000 |
|                    | Z                                       | -2,622  |
|                    | Asymptotische Signifikanz (2-seitig)    | ,009    |
|                    | Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)] | ,008    |
| weiblich           | Mann-Whitney-U                          | 30,500  |
|                    | Wilcoxon-W                              | 51,500  |
|                    | Z                                       | -,252   |
|                    | Asymptotische Signifikanz (2-seitig)    | ,801    |
|                    | Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)] | ,808    |

Tabelle 14: Vergleich der Variable „maximalen Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H1max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 1 (getrennt nach Geschlecht)

### 5.2.3 Maximale Leistung, Testzeitpunkt 2

#### Deskriptive Statistiken

| Geschlecht | Gruppen       | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung | Minimum | Maximum |
|------------|---------------|----|------------|---------------------|---------|---------|
| männlich   | 1 und 2 L2max | 17 | 473,53     | 56,920              | 400     | 625     |
|            | 3 und 4 L2max | 17 | 464,71     | 74,508              | 350     | 625     |
| weiblich   | 1 und 2 L2max | 15 | 315,00     | 50,709              | 225     | 400     |
|            | 3 und 4 L2max | 10 | 302,50     | 36,228              | 250     | 350     |

Tabelle 15: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variable „maximale Leistung“ in Watt (L2max) zum zweiten Testzeitpunkt (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)

**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Tabelle 15 zeigt ein ähnliches Bild wie Tabelle 5. Männer (MW = 473,53 ± 56,92) und Frauen (MW = 315 ± 50,709) der Gruppen 1 und 2 erzielten auch zum Testzeitpunkt 2 im Mittel höhere maximale Leistungen als Männer (464,71 ± 74,508) und Frauen (MW = 302,5 ± 36,228) der Gruppen 3 und 4. Alle Gruppen haben im Vergleich zum Testzeitpunkt 1 im Mittel höhere maximale Leistungen erzielt. Der Mann-Whitney-U Test ergab weder bei Männern (p=0,610, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.-Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**), noch bei Frauen (p=0,531, **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.-Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) signifikante Unterschiede.

#### Ränge

| Geschlecht | Gruppen       | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|------------|---------------|----|----------------|-----------|
| männlich   | L2max 1 und 2 | 17 | 18,41          | 313,00    |
|            | 3 und 4       | 17 | 16,59          | 282,00    |
|            | Gesamt        | 34 |                |           |
| weiblich   | L2max 1 und 2 | 15 | 13,80          | 207,00    |
|            | 3 und 4       | 10 | 11,80          | 118,00    |
|            | Gesamt        | 25 |                |           |

Tabelle 16: Vergleich der Variable „maximalen Leistung“ in Watt (L2max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Geschlecht)

### Statistik für Test

| Geschlecht |                                         | L2max   |
|------------|-----------------------------------------|---------|
| männlich   | Mann-Whitney-U                          | 129,000 |
|            | Wilcoxon-W                              | 282,000 |
|            | Z                                       | -,538   |
|            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig)    | ,591    |
|            | Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)] | ,610    |
| weiblich   | Mann-Whitney-U                          | 63,000  |
|            | Wilcoxon-W                              | 118,000 |
|            | Z                                       | -,675   |
|            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig)    | ,499    |
|            | Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)] | ,531    |

Tabelle 17: Vergleich der Variable „maximalen Leistung“ in Watt (L2max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Geschlecht)

#### 5.2.4 Maximale Herzfrequenz, Testzeitpunkt 2

##### Deskriptive Statistiken

| Geschlecht | Gruppen |       | N  | Mittelwert | Std.-Abweichung | Minimum | Maximum |
|------------|---------|-------|----|------------|-----------------|---------|---------|
| männlich   | 1 und 2 | H2max | 14 | 178,14     | 9,469           | 162     | 194     |
|            | 3 und 4 | H2max | 16 | 168,37     | 10,487          | 144     | 185     |
| weiblich   | 1 und 2 | H2max | 14 | 172,43     | 11,264          | 144     | 190     |
|            | 3 und 4 | H2max | 9  | 176,78     | 12,347          | 150     | 191     |

Tabelle 18: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variable „maximale Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H2max) zum zweiten Testzeitpunkt (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)

Wie Tabelle 18 zeigt, haben Männer ( $MW = 178,14 \pm 9,469$ ) der Gruppen 1 und 2 zum zweiten Testzeitpunkt im Mittel eine höhere maximale Herzfrequenz erreicht als jene der Gruppen 3 und 4 ( $MW = 168,37 \pm 10,487$ ). Frauen ( $MW = 172,43 \pm 11,264$ ) der Gruppen 1 und 2 erreichten zum zweiten Testzeitpunkt im Mittel niedrigere maximale Herzfrequenzen als Frauen ( $MW = 176,78 \pm 12,347$ ) der Gruppen 3 und 4. Der Mann-Whitney-U Test ergab bei den Männern signifikante Unterschiede ( $p=0,012$ , Tabellen 19-20) der maximalen Herzfrequenzen zwischen jenen Gruppen, die zum Testzeitpunkt 2 blaue Kleidung trugen (1 und 2) und jenen, die rote Kleidung trugen (3 und 4). Bei den Frauen konnte kein signifikanter Unterschied ( $p=0,277$ , Tabellen 19-20) in den erreichten maximalen Herzfrequenzen festgestellt werden.

### Ränge

| Geschlecht | Gruppen | N       | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|------------|---------|---------|----------------|-----------|
| männlich   | H2max   | 1 und 2 | 14             | 19,79     |
|            |         | 3 und 4 | 16             | 11,75     |
|            |         | Gesamt  | 30             |           |
| weiblich   | H2max   | 1 und 2 | 14             | 10,75     |
|            |         | 3 und 4 | 9              | 13,94     |
|            |         | Gesamt  | 23             |           |

Tabelle 19: Vergleich der Variable „maximalen Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H2max) der der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Geschlecht)

### Statistik für Test

| Geschlecht | H2max                                   |
|------------|-----------------------------------------|
| männlich   | Mann-Whitney-U                          |
|            | Wilcoxon-W                              |
|            | Z                                       |
|            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig)    |
|            | Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)] |
| weiblich   | Mann-Whitney-U                          |
|            | Wilcoxon-W                              |
|            | Z                                       |
|            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig)    |
|            | Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)] |

Tabelle 20: Vergleich der Variable „maximalen Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H2max) der der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Geschlecht)

### 5.3 Gibt es einen Unterschied in der wahrgenommenen Dominanz und Aggressivität der Testpersonen zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn sie blaue oder rote Kleidung tragen? (Leitgeb)

Das Dominanzverhalten wurde wie mehrere andere Variablen mittels Fragebogen zu zwei Zeitpunkten pro Messtag erfasst. Den ersten Fragebogen füllten die Testpersonen nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung aus, den zweiten im Anschluss an den Stufentest. Dabei mussten sie wie bereits erwähnt ihr Dominanzverhalten auf einer Skala von 1 (=gar nicht) bis 6 (=sehr) angeben.

#### 5.3.1 Dominanzverhalten

| Deskriptive Statistiken |                |    |            |                     |                    |
|-------------------------|----------------|----|------------|---------------------|--------------------|
| Gruppe                  |                | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung | Minimum<br>Maximum |
| 1                       | Dominant_A_pre | 17 | 3,06       | 1,029               | 1 5                |
|                         | Dominant_B_pre | 17 | 2,59       | 1,064               | 1 4                |
| 2                       | Dominant_A_pre | 14 | 3,50       | 1,286               | 2 6                |
|                         | Dominant_B_pre | 14 | 2,93       | 1,385               | 1 6                |
| 3                       | Dominant_A_pre | 13 | 2,54       | 1,450               | 1 5                |
|                         | Dominant_B_pre | 13 | 2,69       | 1,316               | 1 5                |
| 4                       | Dominant_A_pre | 14 | 3,14       | 1,351               | 1 5                |
|                         | Dominant_B_pre | 14 | 2,64       | 1,216               | 1 5                |

Tabelle 21: Mittelwerte der verschiedenen Gruppen hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen (1...“gar nicht“ ... 6...“sehr“) vor („pre“) dem ersten (=A) und zweiten (=B) Stufentest

| Deskriptive Statistiken |                 |    |            |                     |                    |
|-------------------------|-----------------|----|------------|---------------------|--------------------|
| Gruppe                  |                 | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung | Minimum<br>Maximum |
| 1                       | Dominant_A_post | 17 | 3,12       | 1,269               | 1 5                |
|                         | Dominant_B_post | 17 | 3,12       | 1,269               | 1 6                |
| 2                       | Dominant_A_post | 14 | 3,21       | 1,251               | 1 5                |
|                         | Dominant_B_post | 14 | 3,29       | 1,267               | 1 6                |
| 3                       | Dominant_A_post | 13 | 2,85       | 1,068               | 1 5                |
|                         | Dominant_B_post | 13 | 3,23       | 1,423               | 1 5                |
| 4                       | Dominant_A_post | 14 | 3,00       | ,961                | 2 5                |
|                         | Dominant_B_post | 14 | 3,21       | 1,122               | 1 5                |

Tabelle 22: Mittelwerte der verschiedenen Gruppen hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen (1...“gar nicht“ ... 6...“sehr“) nach („post“) dem ersten (=A) und zweiten (=B) Stufentest

## Ränge

| Gruppe |                                      |                | N              | Mittlerer Rang | Rangsumme |
|--------|--------------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------|
| 1      | Dominant_B_pre -<br>Dominant_A_pre   | Negative Ränge | 9 <sup>a</sup> | 6,83           | 61,50     |
|        |                                      | Positive Ränge | 3 <sup>b</sup> | 5,50           | 16,50     |
|        |                                      | Bindungen      | 5 <sup>c</sup> |                |           |
|        |                                      | Gesamt         | 17             |                |           |
|        | Dominant_B_post -<br>Dominant_A_post | Negative Ränge | 4 <sup>d</sup> | 4,50           | 18,00     |
|        |                                      | Positive Ränge | 4 <sup>e</sup> | 4,50           | 18,00     |
|        |                                      | Bindungen      | 9 <sup>f</sup> |                |           |
|        |                                      | Gesamt         | 17             |                |           |
| 2      | Dominant_B_pre -<br>Dominant_A_pre   | Negative Ränge | 5 <sup>a</sup> | 3,70           | 18,50     |
|        |                                      | Positive Ränge | 1 <sup>b</sup> | 2,50           | 2,50      |
|        |                                      | Bindungen      | 8 <sup>c</sup> |                |           |
|        |                                      | Gesamt         | 14             |                |           |
|        | Dominant_B_post -<br>Dominant_A_post | Negative Ränge | 3 <sup>d</sup> | 4,17           | 12,50     |
|        |                                      | Positive Ränge | 4 <sup>e</sup> | 3,88           | 15,50     |
|        |                                      | Bindungen      | 7 <sup>f</sup> |                |           |
|        |                                      | Gesamt         | 14             |                |           |
| 3      | Dominant_B_pre -<br>Dominant_A_pre   | Negative Ränge | 4 <sup>a</sup> | 4,75           | 19,00     |
|        |                                      | Positive Ränge | 5 <sup>b</sup> | 5,20           | 26,00     |
|        |                                      | Bindungen      | 4 <sup>c</sup> |                |           |
|        |                                      | Gesamt         | 13             |                |           |
|        | Dominant_B_post -<br>Dominant_A_post | Negative Ränge | 2 <sup>d</sup> | 3,75           | 7,50      |
|        |                                      | Positive Ränge | 5 <sup>e</sup> | 4,10           | 20,50     |
|        |                                      | Bindungen      | 6 <sup>f</sup> |                |           |
|        |                                      | Gesamt         | 13             |                |           |
| 4      | Dominant_B_pre -<br>Dominant_A_pre   | Negative Ränge | 7 <sup>a</sup> | 5,71           | 40,00     |
|        |                                      | Positive Ränge | 3 <sup>b</sup> | 5,00           | 15,00     |
|        |                                      | Bindungen      | 4 <sup>c</sup> |                |           |
|        |                                      | Gesamt         | 14             |                |           |
|        | Dominant_B_post -<br>Dominant_A_post | Negative Ränge | 3 <sup>d</sup> | 4,33           | 13,00     |
|        |                                      | Positive Ränge | 5 <sup>e</sup> | 4,60           | 23,00     |
|        |                                      | Bindungen      | 6 <sup>f</sup> |                |           |
|        |                                      | Gesamt         | 14             |                |           |

a. Dominant\_B\_pre < Dominant\_A\_pre

b. Dominant\_B\_pre > Dominant\_A\_pre

c. Dominant\_B\_pre = Dominant\_A\_pre

d. Dominant\_B\_post < Dominant\_A\_post

e. Dominant\_B\_post > Dominant\_A\_post

f. Dominant\_B\_post = Dominant\_A\_post

Tabelle 23: Rangvergleiche hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen vor der ersten und zweiten Testung bzw. nach der ersten und zweiten Testung

### Statistik für Test<sup>a</sup>

| Gruppe |                                         | Dominant_B_p<br>re -<br>Dominant_A_p<br>re | Dominant_B_p<br>ost -<br>Dominant_A_p<br>ost |
|--------|-----------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1      | Z                                       | -1,890 <sup>b</sup>                        | ,000 <sup>c</sup>                            |
|        | Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,059                                       | 1,000                                        |
| 2      | Z                                       | -1,725 <sup>b</sup>                        | -,264 <sup>d</sup>                           |
|        | Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,084                                       | ,792                                         |
| 3      | Z                                       | -,428 <sup>d</sup>                         | -1,127 <sup>d</sup>                          |
|        | Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,668                                       | ,260                                         |
| 4      | Z                                       | -1,308 <sup>b</sup>                        | -,722 <sup>d</sup>                           |
|        | Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,191                                       | ,470                                         |

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

c. Die Summe der negativen Ränge ist gleich der Summe der positiven Ränge.

d. Basiert auf negativen Rängen.

Tabelle 24: Mittelwert-Vergleiche hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen vor der ersten und zweiten bzw. nach der ersten und zweiten Testung

### **Gruppe 1:**

Testzeitpunkt 1 (rote Kleidung → blaue/r Konkurrent/in)

Testzeitpunkt 2 (blaue Kleidung → blaue/r Konkurrent/in)

Tabelle 24 zeigt relativ knapp keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,059$ ) zwischen dem Dominanzverhalten der Testpersonen vor Testzeitpunkt 1 ( $MW = 3,06 \pm 1,03$ ) und vor Testzeitpunkt 2 ( $MW = 2,59 \pm 1,06$ ). Die Proband/innen der Gruppe 1 fühlten sich somit vor den beiden Stufentests in roter Bekleidung deutlich dominanter als in blauer Bekleidung, auch wenn es sich dabei um kein signifikantes Ergebnis handelt.

Beim Vergleich der Mittelwerte des Dominanzverhaltens jeweils nach den Testungen konnte festgestellt werden, dass die beiden Mittelwerte exakt übereinstimmen ( $MW = 3,12$ ) und somit ein eindeutig nicht signifikantes Ergebnis ( $p = 1,000$ ) herauskommt. Demnach fühlten sich

Proband/innen der Gruppe 1 an beiden Testtagen nach der Konkurrenzsituation gegen eine/n blaue/n Gegner/in im Schnitt ähnlich dominant.

### **Gruppe 2:**

Testzeitpunkt 1 (rote Kleidung → rote/r Konkurrent/in)

Testzeitpunkt 2 (blaue Kleidung → rote/r Konkurrent/in)

Auch bei Proband/innen der Gruppe 2 konnte laut Wilcoxon-Test kein signifikantes Ergebnis ( $p = 0,084$ ) hinsichtlich ihres Dominanzverhaltens vor Testzeitpunkt 1 ( $MW = 3,50 \pm 1,29$ ) und vor Testzeitpunkt 2 ( $MW = 2,93 \pm 1,39$ ) ermittelt werden. Wiederum fühlten sich Testpersonen in rot vor dem ersten Testzeitpunkt deutlich dominanter – wenn auch nicht signifikant – als vor dem zweiten Testzeitpunkt in blau: beide Mittelwerte zeigen, dass das Dominanzverhalten der Testpersonen vor den Testungen bei Gruppe 2 stärker ausgeprägt ist als bei Gruppe 1.

Wenn man die Mittelwerte nach den beiden Testzeitpunkten vergleicht, so fällt auf, dass sich wieder ein ähnlich knappes, nicht signifikantes Ergebnis ( $p = 0,793$ ) herauskristallisierte. Testpersonen dieser Gruppe kamen nach dem ersten Testzeitpunkt ( $MW = 3,21 \pm 1,25$ ) im Durchschnitt auf einen geringfügig geringeren Wert hinsichtlich ihres Dominanzverhaltens als nach dem zweiten Testzeitpunkt ( $MW = 3,29 \pm 1,27$ ), beide Male trug der/die Konkurrent/in im Video rote Bekleidung.

### **Gruppe 3:**

Testzeitpunkt 1 (blaue Kleidung → blaue/r Konkurrent/in)

Testzeitpunkt 2 (rote Kleidung → blaue/r Konkurrent/in)

Testpersonen der Gruppe 3 wiesen wie schon die anderen Gruppen zuvor ebenfalls keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,668$ ) im Dominanzverhalten vor den beiden Testzeitpunkten ( $MW = 2,54 \pm 1,45$  (=A) bzw.  $2,69 \pm 1,32$  (=B)) vor, wiederum zeigten Proband/innen in roter Kleidung aber im Schnitt ein stärkeres Dominanzverhalten als zuvor vor der ersten Testung in blauer Kleidung.

Beim Vergleich der Mittelwerte nach Testzeitpunkt 1 ( $MW = 2,85 \pm 1,07$ ) und Testzeitpunkt 2 ( $MW = 3,23 \pm 1,42$ ) fällt auf, dass der/die Konkurrent/in, der/die jeweils blaue Kleidung trug, in den Testpersonen nach der zweiten Testung ein deutlich erhöhtes Dominanzverhalten auslöste, wenngleich es sich um keinen signifikanten Unterschied handelt ( $p = 0,260$ ).

#### Gruppe 4:

Testzeitpunkt 1 (blaue Kleidung → rote/r Konkurrent/in)

Testzeitpunkt 2 (rote Kleidung → rote/r Konkurrent/in)

Auch bei Proband/innen der vierten Gruppe konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,191$ ) hinsichtlich Dominanzverhalten vor den beiden Testzeitpunkten gefunden werden ( $MW = 3,14 \pm 1,35$  (=A) bzw.  $2,64 \pm 1,22$  (=B)). Auffällig war hier aber, dass sich die Testpersonen dieser Gruppe im Gegensatz zu den anderen Gruppen im Schnitt in der bei der ersten Testung getragenen blauen Kleidung dominanter fühlten als bei der zweiten Testung in roter Kleidung.

Beim Vergleich der Mittelwerte nach den Testungen gaben die Proband/innen an, sich nach der zweiten Testung ( $MW = 3,21 \pm 1,22$ ) gegen eine/n rot bekleidete/n Konkurrenten/in dominanter zu fühlen als nach der ersten Testung ( $MW = 3,00 \pm 0,96$ ). Wiederum handelte es sich hier um ein nicht signifikantes Ergebnis ( $p = 0,470$ ).

#### 5.3.2 Aggressivität

Dadurch dass die Gruppen 1 und 2 bzw. 3 und 4 jeweils dieselben Farben bei Testung 1 und 2 trugen (aber jeweils eine/n andersfarbige/n Konkurrent/in, im Video sahen), wurden die vier Gruppen in dieser Auswertung zu zwei verschmolzen (Gruppe 1+2: Testung A → rote Kleidung; Testung B → blaue Kleidung; Gruppe 3+4 → umgekehrt).

#### Deskriptive Statistik

| Gruppe 1+2 bzw. 3+4 |                  | N  | Minimum | Maximum | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
|---------------------|------------------|----|---------|---------|------------|---------------------|
| <b>Gruppe 1+2</b>   | Aggressiv_A_pre  | 31 | 1       | 3       | 1,29       | ,588                |
| Test A (rote        | Aggressiv_B_pre  | 31 | 1       | 3       | 1,39       | ,615                |
| Bekleidung          | Aggressiv_A_post | 31 | 1       | 5       | 2,10       | 1,375               |
| Test B (blaue       | Aggressiv_B_post | 31 | 1       | 5       | 1,90       | 1,044               |
| Bekleidung)         |                  |    |         |         |            |                     |
| <b>Gruppe 3+4</b>   | Aggressiv_A_pre  | 27 | 1       | 6       | 1,78       | 1,188               |
| Test A (blaue       | Aggressiv_B_pre  | 27 | 1       | 4       | 1,67       | ,961                |
| Bekleidung)         | Aggressiv_A_post | 27 | 1       | 5       | 2,59       | 1,394               |
| Test B (rote        | Aggressiv_B_post | 27 | 1       | 5       | 2,19       | 1,331               |
| Bekleidung)         |                  |    |         |         |            |                     |

Tabelle 25: Mittelwerte der beiden zusammengelegten Gruppen hinsichtlich der Variable Aggressivität der Testpersonen (1...“gar nicht“ ... 6...“sehr“) vor („pre“) und nach („post“) dem ersten (=A) und zweiten (=B) Stufentest

Hinsichtlich der Variable Aggressivität lässt sich feststellen, dass die Proband/innen vorwiegend sehr niedrige Werte angaben, was sich in den jeweiligen Mittelwerten niederschlägt (kein MW > 3). Demnach fühlten sich nur wenige Teilnehmer/innen vor und nach den Stufentests besonders aggressiv, weder in roter noch in blauer Bekleidung. Auch lässt sich keine eindeutige Aussage treffen, ob rote oder blaue Bekleidung zu einem höheren Aggressivitätslevel führte. Aus den Daten kann lediglich abgelesen werden, dass Proband/innen, die blaue Bekleidung tragen, sich im Schnitt geringfügig aggressiver fühlten, wobei diese Erkenntnis auch nicht auf jeden Vergleichszeitpunkt zutrifft (MW Aggressiv\_A\_post (=rote Bekleidung) > MW Aggressiv\_B\_post).

### 5.3.3 Dominanzverhalten (getrennt nach Geschlecht)

Wie in Tabelle 26 ersichtlich können auf den ersten Blick keine relevanten Auffälligkeiten herausgearbeitet werden, wenn man nach Unterschieden zwischen den zwei Testzeitpunkten bei gleichgeschlechtlichen Gruppen sucht. Bei Männern und Frauen der Gruppe 1+2 lässt sich vor den Testungen ein dominanteres Verhalten in roter als in blauer Bekleidung feststellen. Frauen der Gruppe 1+2 weisen gar ein signifikant höheres Dominanzverhalten ( $p = 0,013$ ) vor dem ersten Testzeitpunkt in Rot als vor dem zweiten Testzeitpunkt in Blau vor. Andere Vergleiche liefern jedoch keine signifikanten Ergebnisse.

| Deskriptive Statistiken |            |                 |    |            |                     |         |         |
|-------------------------|------------|-----------------|----|------------|---------------------|---------|---------|
| Gruppe 1+2<br>bzw. 3+4  | Geschlecht |                 | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung | Minimum | Maximum |
| <b>Gruppe 1+2</b>       | männlich   | Dominant_A_pre  | 17 | 3,47       | 1,231               | 2       | 6       |
|                         |            | Dominant_A_post | 17 | 3,41       | 1,176               | 2       | 5       |
|                         |            | Dominant_B_pre  | 17 | 3,12       | 1,166               | 1       | 6       |
|                         |            | Dominant_B_post | 17 | 3,41       | ,870                | 2       | 5       |
|                         | weiblich   | Dominant_A_pre  | 14 | 3,00       | 1,038               | 1       | 5       |
|                         |            | Dominant_A_post | 14 | 2,86       | 1,292               | 1       | 5       |
|                         |            | Dominant_B_pre  | 14 | 2,29       | 1,139               | 1       | 4       |
|                         |            | Dominant_B_post | 14 | 2,93       | 1,592               | 1       | 6       |

|                   |          |                 |    |      |       |   |   |
|-------------------|----------|-----------------|----|------|-------|---|---|
| <b>Gruppe 3+4</b> | männlich | Dominant_A_pre  | 17 | 3,00 | 1,173 | 1 | 5 |
| Test A            |          | Dominant_A_post | 17 | 2,88 | ,781  | 2 | 4 |
| (blaue            |          | Dominant_B_pre  | 17 | 2,71 | 1,160 | 1 | 5 |
| Bekleidung)       |          | Dominant_B_post | 17 | 3,18 | 1,237 | 1 | 5 |
| Test B (rote      | weiblich | Dominant_A_pre  | 10 | 2,60 | 1,776 | 1 | 5 |
| Bekleidung)       |          | Dominant_A_post | 10 | 3,00 | 1,333 | 1 | 5 |
|                   |          | Dominant_B_pre  | 10 | 2,60 | 1,430 | 1 | 5 |
|                   |          | Dominant_B_post | 10 | 3,30 | 1,337 | 1 | 5 |

Tabelle 26: Mittelwerte der beiden zusammengelegten Gruppen getrennt nach Geschlecht hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen (1...“gar nicht“ ... 6...“sehr“) vor („pre“) und nach („post“) dem ersten (=A) und zweiten (=B) Stufentest

### Statistik für Test<sup>a</sup>

|                           |            |                                      | Dominant_B_pre - Dominant_A_pre | Dominant_B_post - Dominant_A_post |
|---------------------------|------------|--------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Gruppe 1+2 bzw. 3+4       | Geschlecht |                                      |                                 |                                   |
| <b>Gruppe 1+2</b>         | männlich   | Z                                    | -1,098 <sup>b</sup>             | ,000 <sup>c</sup>                 |
| Test A (rote Bekleidung)  |            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,272                            | 1,000                             |
| Test B (blaue Bekleidung) | weiblich   | Z                                    | -2,486 <sup>b</sup>             | -,378 <sup>d</sup>                |
|                           |            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,013                            | ,705                              |
| <b>Gruppe 3+4</b>         | männlich   | Z                                    | -,792 <sup>b</sup>              | -,921 <sup>d</sup>                |
| Test A (blaue Bekleidung) |            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,428                            | ,357                              |
| Test B (rote Bekleidung)  | weiblich   | Z                                    | ,000 <sup>c</sup>               | -1,000 <sup>d</sup>               |
|                           |            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 1,000                           | ,317                              |

a. Wilcoxon-Test

b. Basiert auf positiven Rängen.

c. Die Summe der negativen Ränge ist gleich der Summe der positiven Ränge.

d. Basiert auf negativen Rängen.

Tabelle 27: Mittelwert-Vergleiche hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen (getrennt nach Geschlecht) vor der ersten und zweiten bzw. nach der ersten und zweiten Testung

### 5.3.4 Aggressivität (getrennt nach Geschlecht)

Wie Tabelle 28 veranschaulicht steigt das Aggressivitätslevel sowohl bei männlichen als auch bei weiblichen Proband/innen von vor der Testung im Vergleich zu nach der Testung bei allen Gruppen an, wobei mit Sicherheit auch mehrere signifikante Ergebnisse nachgewiesen hätten werden können (aber keine Forschungsfrage!). Interessant ist in diesem Zusammenhang aber

die Tatsache, dass die Farbe der Bekleidung (jeweils vor dem Stufentest) bei drei Gruppen eine Rolle spielte: Mit Ausnahme der Frauen der Gruppe 1+2 ( $MW\_A\_pre = 1,21 \pm 0,43$ ;  $MW\_B\_pre = 1,21 \pm 0,43$ ), die sowohl in roter als auch in blauer Kleidung im Schnitt dieselben Werte angaben, lässt sich der Trend feststellen, dass blaue Bekleidung bei gleichgeschlechtlichen Gruppen kein höheres Aggressivitätslevel bewirkt als rote Bekleidung. Ein signifikanter Unterschied ( $p = 0,044$ ) in der wahrgenommenen Aggressivität konnte jedoch nur bei Männern der Gruppe 3+4 jeweils nach dem Stufentest nachgewiesen werden

### Deskriptive Statistiken

| Gruppe 1+2<br>bzw. 3+4                                                                      |          |                  |    | Std.-      |            |         |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|----|------------|------------|---------|---------|
| Geschlecht                                                                                  |          |                  | N  | Mittelwert | Abweichung | Minimum | Maximum |
| <b>Gruppe 1+2</b><br><br>Test A (rote<br>Bekleidung)<br><br>Test B<br>(blaue<br>Bekleidung) | männlich | Aggressiv_A_pre  | 17 | 1,35       | ,702       | 1       | 3       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_A_post | 17 | 2,29       | 1,532      | 1       | 5       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_B_pre  | 17 | 1,53       | ,717       | 1       | 3       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_B_post | 17 | 2,06       | 1,144      | 1       | 5       |
|                                                                                             | weiblich | Aggressiv_A_pre  | 14 | 1,21       | ,426       | 1       | 2       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_A_post | 14 | 1,86       | 1,167      | 1       | 4       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_B_pre  | 14 | 1,21       | ,426       | 1       | 2       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_B_post | 14 | 1,71       | ,914       | 1       | 4       |
| <b>Gruppe 3+4</b><br><br>Test A<br>(blaue<br>Bekleidung)<br><br>Test B (rote<br>Bekleidung) | männlich | Aggressiv_A_pre  | 17 | 2,00       | 1,323      | 1       | 6       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_A_post | 17 | 2,88       | 1,317      | 1       | 5       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_B_pre  | 17 | 1,88       | 1,054      | 1       | 4       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_B_post | 17 | 2,24       | 1,348      | 1       | 5       |
|                                                                                             | weiblich | Aggressiv_A_pre  | 10 | 1,40       | ,843       | 1       | 3       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_A_post | 10 | 2,10       | 1,449      | 1       | 4       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_B_pre  | 10 | 1,30       | ,675       | 1       | 3       |
|                                                                                             |          | Aggressiv_B_post | 10 | 2,10       | 1,370      | 1       | 5       |

Tabelle 28: Mittelwerte der beiden zusammengelegten Gruppen getrennt nach Geschlecht hinsichtlich der Variable Aggressivität der Testpersonen (1...“gar nicht“ ... 6...“sehr“) vor („pre“) und nach („post“) dem ersten (=A) und zweiten (=B) Stufentest

### Statistik für Test<sup>a</sup>

| Gruppe 1+2                | Geschlecht |                                      | Aggressiv_B_pre -<br>Aggressiv_A_pre | Aggressiv_B_post -<br>Aggressiv_A_post |
|---------------------------|------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>Gruppe 1+2</b>         | männlich   | Z                                    | -1,134 <sup>b</sup>                  | -,921 <sup>c</sup>                     |
| Test A (rote Bekleidung)  |            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,257                                 | ,357                                   |
| Test B (blaue Bekleidung) | weiblich   | Z                                    | ,000 <sup>d</sup>                    | -,541 <sup>c</sup>                     |
|                           |            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | 1,000                                | ,589                                   |

|                              |          |                                         |                    |                     |
|------------------------------|----------|-----------------------------------------|--------------------|---------------------|
| <b>Gruppe 3+4</b>            | männlich | Z                                       | -,086 <sup>c</sup> | -2,012 <sup>c</sup> |
| Test A (blaue<br>Bekleidung) |          | Asymptotische<br>Signifikanz (2-seitig) | ,931               | ,044                |
| Test B (rote<br>Bekleidung)  | weiblich | Z                                       | -,447 <sup>c</sup> | -,108 <sup>c</sup>  |
|                              |          | Asymptotische<br>Signifikanz (2-seitig) | ,655               | ,914                |

Tabelle 29: Mittelwert-Vergleiche hinsichtlich der Variable Aggressivität der Testpersonen (getrennt nach Geschlecht) vor der ersten und zweiten bzw. nach der ersten und zweiten Testung

## 5.4 Gibt es einen Unterschied bei der subjektiven Bewertung der wahrgenommenen Dominanz und Aggressivität eines/einer Konkurrent/in, wenn diese/r blaue oder rote Kleidung trägt? (Leitgeb)

Zur Beantwortung der Fragestellung wurden hierfür die Gruppen folgendermaßen zusammengelegt:

Gruppe 1 und 3 (→ jeweils bei beiden Testungen blau bekleidete/r Konkurrent/in)

Gruppe 2 und 4 (→ jeweils bei beiden Testungen rot bekleidete/r Konkurrent/in)

### 5.4.1 Dominanzverhalten

Wie in Tabelle 30 zu beobachten ist, wurden die Konkurrent/innen im Video in roter Bekleidung zu beiden Testzeitpunkten ( $MW = 3,04 \pm 1,37$  (= Testzeitpunkt A) bzw.  $3,14 \pm 1,41$  (= Testzeitpunkt B) im Schnitt als dominanter wahrgenommen als diejenigen in blauer Bekleidung ( $MW = 2,83 \pm 1,34$  (= Testzeitpunkt A) bzw.  $2,40 \pm 1,04$  (= Testzeitpunkt B)).

| Deskriptive Statistik         |                            |    |         |         |            |                     |
|-------------------------------|----------------------------|----|---------|---------|------------|---------------------|
| Gruppe 1+3 bzw. 2+4           |                            | N  | Minimum | Maximum | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
| 1 und 3<br>(blauer<br>Gegner) | Dominant_A_post_Konkurrent | 30 | 1       | 5       | 2,83       | 1,341               |
|                               | Dominant_B_post_Konkurrent | 30 | 1       | 4       | 2,40       | 1,037               |
| 2 und 4<br>(roter<br>Gegner)  | Dominant_A_post_Konkurrent | 28 | 1       | 6       | 3,04       | 1,374               |
|                               | Dominant_B_post_Konkurrent | 28 | 1       | 6       | 3,14       | 1,407               |

Tabelle 30: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 hinsichtlich der Variablen Dominanzverhalten des/der Konkurrent/in (jeweils nach dem Stufentest erhoben; 1...“gar nicht“...6...“sehr“)

Aus den Mittelwerten der beiden Testzeitpunkte wurde jeweils wiederum der Mittelwert gebildet (siehe Tabelle 31), um die beiden Gruppen optimal vergleichen zu können.

| Deskriptive Statistik         |                            |    |         |         |            |                     |
|-------------------------------|----------------------------|----|---------|---------|------------|---------------------|
| Gruppe 1+3 bzw. 2+4           |                            | N  | Minimum | Maximum | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
| 1 und 3<br>(blauer<br>Gegner) | Dominanzverhalten_GegnerIn | 30 | 1,00    | 4,50    | 2,6167     | 1,00587             |
|                               |                            |    |         |         |            |                     |
| 2 und 4<br>(roter<br>Gegner)  | Dominanzverhalten_GegnerIn | 28 | 1,50    | 5,50    | 3,0893     | 1,17105             |
|                               |                            |    |         |         |            |                     |

Tabelle 31: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten des/der Konkurrent/in

## Statistik für Test

|                                         | Dominanzverhalten<br>GegnerIn |
|-----------------------------------------|-------------------------------|
| Mann-Whitney-U                          | 327,500                       |
| Wilcoxon-W                              | 792,500                       |
| Z                                       | -1,455                        |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,146                          |

Tabelle 32: MW-Vergleich hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten\_GegnerIn

Mittels Mann-Whitney-U-Test konnte kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,146$ ) zwischen den beiden Mittelwerten ermittelt werden. Trotzdem kann festgehalten werden, dass rot bekleidete Konkurrent/innen ( $MW = 3,09 \pm 1,17$ ) im Video auf die Proband/innen der Studie etwas dominanter wirkten als Konkurrent/innen in blau ( $MW = 2,62 \pm 1,01$ ).

### 5.4.2 Aggressivität

Wie in Tabelle 33 zu beobachten ist, wurden die Konkurrent/innen im Video in roter Bekleidung zu beiden Testzeitpunkten ( $MW = 1,64 \pm 0,91$  (= Testzeitpunkt A) bzw.  $1,43 \pm 0,57$  (= Testzeitpunkt B) im Schnitt zwar als aggressiver wahrgenommen als diejenigen in blauer Bekleidung ( $MW = 1,50 \pm 0,78$  (= Testzeitpunkt A) bzw.  $1,23 \pm 0,50$  (= Testzeitpunkt B), jedoch wurde die wahrgenommene Aggressivität des/der Konkurrent/in weitaus geringer eingeschätzt als dessen/deren wahrgenommene Dominanz. Die neu berechneten Mittelwerte zur Variable Aggressivität sind in Tabelle 34 angeführt. Es lässt sich kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,324$ ) zwischen den Mittelwerten feststellen. Rot bekleidete Videokonkurrent/innen ( $MW = 1,54 \pm 0,67$ ) wirken demnach etwas aggressiver als blau bekleidete Videokonkurrent/innen ( $MW = 1,37 \pm 0,57$ ).

### Deskriptive Statistiken

| Gruppe 1+3 bzw. 2+4                  |                             | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung | Minimum | Maximum |
|--------------------------------------|-----------------------------|----|------------|---------------------|---------|---------|
| <b>1 und 3</b><br>(blauer<br>Gegner) | Aggressiv_A_post_Konkurrent | 30 | 1,50       | ,777                | 1       | 4       |
|                                      | Aggressiv_B_post_Konkurrent | 30 | 1,23       | ,504                | 1       | 3       |
| <b>2 und 4</b><br>(roter<br>Gegner)  | Aggressiv_A_post_Konkurrent | 28 | 1,64       | ,911                | 1       | 4       |
|                                      | Aggressiv_B_post_Konkurrent | 28 | 1,43       | ,573                | 1       | 3       |

Tabelle 33: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 hinsichtlich der Variablen Aggressivität des/der Konkurrent/in (jeweils nach dem Stufentest erhoben; 1...“gar nicht“...6...“sehr“)

| Gruppe 1+3 bzw. 2+4 |                                              | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
|---------------------|----------------------------------------------|----|------------|---------------------|
| <b>1 und 3</b>      | Aggressivität_GegnerIn<br>(blauer<br>Gegner) | 30 | 1,367      | ,5713               |
| <b>2 und 4</b>      | Aggressivität_GegnerIn<br>(roter<br>Gegner)  | 28 | 1,536      | ,6657               |

Tabelle 34: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 hinsichtlich der Variable Aggressivität des/der Konkurrent/in

### Statistik für Test<sup>a</sup>

| Aggressivität_G<br>egnerIn              |         |
|-----------------------------------------|---------|
| Mann-Whitney-U                          | 362,500 |
| Wilcoxon-W                              | 827,500 |
| Z                                       | -,987   |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,324    |

Tabelle 35: Tabelle 10: MW-Vergleich hinsichtlich der Variable Aggressivität\_GegnerIn

### 5.4.3 Dominanzverhalten\_Konkurrent/in (getrennt nach Geschlecht)

#### Deskriptive Statistik

| Geschlecht                            | Gruppe 1+3 bzw. 2+4                | N  | Minimum | Maximum | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
|---------------------------------------|------------------------------------|----|---------|---------|------------|---------------------|
| Männlich<br>(blauer G.)<br>(roter G.) | 1 und 3 Dominant_A_post_Konkurrent | 17 | 1       | 5       | 2,94       | 1,391               |
|                                       | Dominant_B_post_Konkurrent         | 17 | 1       | 4       | 2,53       | 1,125               |
|                                       | 2 und 4 Dominant_A_post_Konkurrent | 17 | 1       | 6       | 3,47       | 1,463               |
|                                       | Dominant_B_post_Konkurrent         | 17 | 1       | 6       | 3,47       | 1,546               |
| Weiblich<br>(blaue G.)<br>(rote G.)   | 1 und 3 Dominant_A_post_Konkurrent | 13 | 1       | 5       | 2,69       | 1,316               |
|                                       | Dominant_B_post_Konkurrent         | 13 | 1       | 4       | 2,23       | ,927                |
|                                       | 2 und 4 Dominant_A_post_Konkurrent | 11 | 1       | 4       | 2,36       | ,924                |
|                                       | Dominant_B_post_Konkurrent         | 11 | 1       | 5       | 2,64       | 1,027               |

Tabelle 36: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (getrennt nach Geschlecht) hinsichtlich der Variablen Dominanzverhalten des/der Konkurrent/in (jeweils nach dem Stufentest erhoben; 1...“gar nicht“...6...“sehr“)

Aus den beiden Mittelwerten der Variablen Dominant\_A\_post\_Konkurrent und Dominant\_B\_post\_Konkurrent wurden zur besseren Vergleichbarkeit der Daten bei allen Gruppen wiederum Mittelwerte berechnet. Dabei konnte festgestellt werden, dass Männer ihre Konkurrenten in roter Bekleidung als dominanter ( $MW = 3,47 \pm 1,22$ ) wahrnahmen als Gegner

in Blau ( $MW = 2,74 \pm 1,06$ ). Es handelt sich dabei relativ knapp um kein signifikantes Ergebnis ( $p = 0,076$ ).

| Männer Gruppe 1+3 bzw. 2+4 |                                           | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
|----------------------------|-------------------------------------------|----|------------|---------------------|
| <b>1 und 3</b>             | Dominanzverhalten_GegnerIn<br>(blauer G.) | 17 | 2,735      | 1,0624              |
| <b>2 und 4</b>             | Dominanzverhalten_GegnerIn<br>(roter G.)  | 17 | 3,471      | 1,2180              |

Tabelle 37: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Männer) hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten\_GegnerIn

### Statistik für Test<sup>a</sup>

| Dominanzverhalt<br>en_GegnerIn              |                   |
|---------------------------------------------|-------------------|
| Mann-Whitney-U                              | 93,500            |
| Wilcoxon-W                                  | 246,500           |
| Z                                           | -1,775            |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig)     | ,076              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-<br>seitige Sig.)] | ,079 <sup>b</sup> |

Tabelle 38: MW-Vergleich hinsichtlich der neu berechneten Variable Dominanzverhalten\_GegnerIn zwischen den Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Männer)

Auch Frauen nahmen ihre Konkurrentinnen in Rot ( $MW = 2,50 \pm 0,84$ ) als dominanter wahr als Gegenerinnen in blauer Farbe ( $MW = 2,46 \pm 0,95$ ). Die Unterschiede sind aber so gering, dass ein signifikantes Ergebnis in weiter Ferne ist ( $p = 0,929$ ).

| Frauen Gruppe 1+3 bzw. 2+4 |                                          | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
|----------------------------|------------------------------------------|----|------------|---------------------|
| <b>1 und 3</b>             | Dominanzverhalten_GegnerIn<br>(blaue G.) | 13 | 2,462      | ,9456               |
| <b>2 und 4</b>             | Dominanzverhalten_GegnerIn<br>(rote G.)  | 11 | 2,500      | ,8367               |

Tabelle 39: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Frauen) hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten\_GegnerIn

### Statistik für Test<sup>a</sup>

|                                             | Dominanzverhalten<br>GegnerIn |
|---------------------------------------------|-------------------------------|
| Mann-Whitney-U                              | 70,000                        |
| Wilcoxon-W                                  | 136,000                       |
| Z                                           | -,088                         |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig)     | ,929                          |
| Exakte Signifikanz [2*(1-<br>seitige Sig.)] | ,955 <sup>b</sup>             |

Tabelle 40: MW-Vergleich hinsichtlich der neu berechneten Variable Dominanzverhalten\_GegnerIn zwischen den Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Frauen)

#### 5.4.4 Aggressivität\_Konkurrent/in (getrennt nach Geschlecht)

| Deskriptive Statistik                 |                     |                             |    |         |         |            |                     |
|---------------------------------------|---------------------|-----------------------------|----|---------|---------|------------|---------------------|
| Geschlecht                            | Gruppe 1+3 bzw. 2+4 |                             | N  | Minimum | Maximum | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
| Männlich<br>(blauer G.)<br>(roter G.) | 1 und 3             | Aggressiv_A_post_Konkurrent | 17 | 1       | 4       | 1,59       | ,870                |
|                                       |                     | Aggressiv_B_post_Konkurrent | 17 | 1       | 3       | 1,35       | ,606                |
|                                       | 2 und 4             | Aggressiv_A_post_Konkurrent | 17 | 1       | 4       | 1,94       | 1,029               |
|                                       |                     | Aggressiv_B_post_Konkurrent | 17 | 1       | 3       | 1,71       | ,588                |
| Weiblich<br>(blaue G.)<br>(rote G.)   | 1 und 3             | Aggressiv_A_post_Konkurrent | 13 | 1       | 3       | 1,38       | ,650                |
|                                       |                     | Aggressiv_B_post_Konkurrent | 13 | 1       | 2       | 1,08       | ,277                |
|                                       | 2 und 4             | Aggressiv_A_post_Konkurrent | 11 | 1       | 2       | 1,18       | ,405                |
|                                       |                     | Aggressiv_B_post_Konkurrent | 11 | 1       | 1       | 1,00       | ,000                |

Tabelle 41: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (getrennt nach Geschlecht) hinsichtlich der Variablen Dominanzverhalten des/der Konkurrent/in (jeweils nach dem Stufentest erhoben; 1...“gar nicht“...6...“sehr“)

Bei der Bewertung der Aggressivität des/der Konkurrent/in getrennt nach Geschlecht fällt auf, dass sowohl Männer als auch Frauen im Schnitt viel niedrigere Werte vergaben als bei der Bewertung des Dominanzverhalten des/der Gegner/in, wobei die Männer ihre Konkurrenten (sowohl in roter als auch in blauer Bekleidung) im Schnitt etwas aggressiver bewerteten als die Frauen ihre Konkurrentinnen.

Die beiden Mittelwerte der Variablen Aggressiv\_A\_post\_Konkurrent und Aggressiv\_B\_post\_Konkurrent wurden bei allen Gruppen wiederum zu neuen Mittelwerten zusammengefasst.

Wie die Berechnung der Unterschiede mittels Mann-Whitney-U-Test (Tabelle 43 und 45) zeigt, stuften Männer im Schnitt ihre Konkurrenten in Rot als aggressiver als ihre Konkurrenten in blauer Bekleidung ein, wobei dieser Unterschied nicht signifikant ist ( $p = 0,101$ ).

| Männer Gruppe 1+3 bzw. 2+4 |                                       | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
|----------------------------|---------------------------------------|----|------------|---------------------|
| <b>1 und 3</b>             | Aggressivität_GegnerIn<br>(blauer G.) | 17 | 1,471      | ,6725               |
| <b>2 und 4</b>             | Aggressivität_GegnerIn<br>(roter G.)  | 17 | 1,824      | ,7058               |

Tabelle 42: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Männer) hinsichtlich der Variable Aggressivität\_GegnerIn

#### Statistik für Test<sup>a</sup>

| Aggressivität_GegnerIn                  |                   |
|-----------------------------------------|-------------------|
| Mann-Whitney-U                          | 99,000            |
| Wilcoxon-W                              | 252,000           |
| Z                                       | -1,641            |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,101              |
| Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)] | ,122 <sup>b</sup> |

Tabelle 43: MW-Vergleich hinsichtlich der neu berechneten Variable Aggressivität\_GegnerIn zwischen den Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Männer)

Bei weiblichen Testpersonen konnte hingegen genau das Gegenteil herausgefunden werden. Frauen schätzten ihre Konkurrentinnen in Blau ( $MW = 1,23 \pm 0,39$ ) als aggressiver ein als diejenigen, die rote Bekleidung trugen ( $MW = 1,09 \pm 0,20$ ). Es handelt sich dabei laut Mann-Whitney-U-Test um keinen signifikanten Unterschied ( $p = 0,400$ ).

| Frauen Gruppe 1+3 bzw. 2+4 |                                      | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
|----------------------------|--------------------------------------|----|------------|---------------------|
| <b>1 und 3</b>             | Aggressivität_GegnerIn<br>(blaue G.) | 13 | 1,231      | ,3881               |
| <b>2 und 4</b>             | Aggressivität_GegnerIn<br>(rote G.)  | 11 | 1,091      | ,2023               |

Tabelle 44: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Frauen) hinsichtlich der Variable Aggressivität\_GegnerIn

### Statistik für Test<sup>a</sup>

|                                             | Aggressivität_<br>GegnerIn |
|---------------------------------------------|----------------------------|
| Mann-Whitney-U                              | 60,500                     |
| Wilcoxon-W                                  | 126,500                    |
| Z                                           | -,841                      |
| Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig)     | ,400                       |
| Exakte Signifikanz [2*(1-<br>seitige Sig.)] | ,531 <sup>b</sup>          |

Tabelle 45: MW-Vergleich hinsichtlich der neu berechneten Variable Aggressivität\_GegnerIn zwischen den Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Frauen)

## 5.5 Gibt es einen Unterschied in der durchschnittlichen Trittfrequenz zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn die Testpersonen blaue oder rote Kleidung tragen? (SCHÖBER)

Bei der Betrachtung der durchschnittlichen Trittfrequenzen ist anzumerken, dass die Teilnehmer/innen dazu angehalten waren, eine Mindestfrequenz von 60 Umdrehungen pro Minute einzuhalten. Jede Trittfrequenz, die diesen Wert überstieg, war erlaubt. Die Daten der durchschnittlichen Trittfrequenzen (T1mean, T2mean) sind nicht normalverteilt, daher wurden nicht-parametrische Testverfahren angewandt. Da ein Mann-Whitney-U Test keine signifikanten Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Trittfrequenzen der Männer und Frauen zum ersten Testzeitpunkt ( $p=0,510$ , Tabellen 47-48) und zweiten Testzeitpunkt ( $p=0,782$ , Tabellen 47-48) zeigte, wurden Unterschiede in den durchschnittlichen Trittfrequenzen zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 sowohl nach Geschlechtern getrennt, als auch gemischtgeschlechtlich durchgeführt. Auch die Betrachtung der deskriptiven Statistiken (Tabelle 46) zeigt keine nennenswerten Unterschiede in den mittleren Trittfrequenzen von Frauen und Männern zu beiden Testzeitpunkten. Die Testgruppen wurden wie folgt zusammengefasst:

Gruppen 1 und 2 -> Rote Kleidung bei Testung 1, blaue Kleidung bei Testung 2

Gruppen 3 und 4 -> Blaue Kleidung bei Testung 1, rote Kleidung bei Testung 2

### Deskriptive Statistiken

| Gruppen | Geschlecht |        | N  | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung | Minimum | Maximum |
|---------|------------|--------|----|------------|---------------------|---------|---------|
| 1 und 2 | männlich   | T1mean | 17 | 71,4458    | 9,44723             | 62,06   | 94,09   |
|         |            | T2mean | 17 | 73,7593    | 7,44294             | 63,13   | 91,95   |
|         | weiblich   | T1mean | 15 | 76,0772    | 9,32092             | 65,63   | 91,95   |
|         |            | T2mean | 15 | 75,3631    | 9,83766             | 63,03   | 94,07   |
| 3 und 4 | männlich   | T1mean | 17 | 74,0828    | 7,94624             | 62,22   | 89,65   |
|         |            | T2mean | 17 | 72,7627    | 8,75903             | 63,34   | 92,01   |
|         | weiblich   | T1mean | 10 | 72,9952    | 10,80839            | 62,45   | 92,94   |
|         |            | T2mean | 10 | 72,7560    | 8,31440             | 65,29   | 86,70   |

Tabelle 46: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variablen „mittlere Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) zu beiden Testzeitpunkten (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)

## Mann-Whitney-Test

|        |            | Ränge |                |           |
|--------|------------|-------|----------------|-----------|
|        | Geschlecht | N     | Mittlerer Rang | Rangsumme |
| T1mean | m          | 34    | 28,74          | 977,00    |
|        | f          | 25    | 31,72          | 793,00    |
|        | Gesamt     | 59    |                |           |
| T2mean | m          | 34    | 29,47          | 1002,00   |
|        | f          | 25    | 30,72          | 768,00    |
|        | Gesamt     | 59    |                |           |

Tabelle 47: Vergleich der Variablen „durchschnittliche Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) beider Testzeitpunkte von Männern und Frauen

| Statistik für Test                   |         |          |
|--------------------------------------|---------|----------|
|                                      | T1mean  | T2mean   |
| Mann-Whitney-U                       | 382,000 | 407,000  |
| Wilcoxon-W                           | 977,000 | 1002,000 |
| Z                                    | -,660   | -,276    |
| Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,510    | ,782     |

Tabelle 48: Vergleich der Variablen „durchschnittliche Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) beider Testzeitpunkte von Männern und Frauen

### 5.5.1 Mittlere Trittfrequenz, gemischte Geschlechter

Ein Wilcoxon-Test ergab zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 der Gruppen 1 und 2 keinen signifikanten Unterschied ( $p=0,184$ , Tabellen 49-50) zwischen den mittleren Trittfrequenzen der Teilnehmer/innen. Auch bei den Gruppen 3 und 4 konnte kein signifikanter Unterschied ( $p=0,597$ , Tabellen 49-50) festgestellt werden.

|         |                 | Ränge          |    |                |           |
|---------|-----------------|----------------|----|----------------|-----------|
| Gruppen |                 |                | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
| 1 und 2 | T2mean - T1mean | Negative Ränge | 12 | 16,08          | 193,00    |
|         |                 | Positive Ränge | 20 | 16,75          | 335,00    |
|         |                 | Bindungen      | 0  |                |           |
|         |                 | Gesamt         | 32 |                |           |
| 3 und 4 | T2mean - T1mean | Negative Ränge | 15 | 14,07          | 211,00    |
|         |                 | Positive Ränge | 12 | 13,92          | 167,00    |
|         |                 | Bindungen      | 0  |                |           |
|         |                 | Gesamt         | 27 |                |           |

Tabelle 49: Vergleich der Variablen „mittlere Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen)

## Statistik für Test

| Gruppen |                                      | T2mean - T1mean |
|---------|--------------------------------------|-----------------|
| 1 und 2 | Z                                    | -1,328          |
|         | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,184            |
| 3 und 4 | Z                                    | -,529           |
|         | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,597            |

Tabelle 50: Vergleich der Variablen „mittlere Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen)

### 5.5.2 Mittlere Trittfrequenz, getrennte Geschlechter

Ein Wilcoxon-Test ergab einen signifikanten Unterschied ( $p=0,031$ , Tabellen 51-52) in der durchschnittlichen Trittfrequenz zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 bei Männern der Gruppen 1 und 2, jedoch keinen signifikanten Unterschied ( $p=0,332$ , Tabellen 51-52) in der durchschnittlichen Trittfrequenz der Männer der Gruppen 3 und 4. Bei weiblichen Teilnehmerinnen konnte sowohl in den Gruppen 1 und 2 ( $p=0,691$ , Tabellen 51-52), als auch in den Gruppen 3 und 4 ( $p=0,508$ , Tabellen 51-52) kein signifikanter Unterschied in der durchschnittlichen Trittfrequenz zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 nachgewiesen werden.

| Ränge   |            |                 |                |    |                |           |
|---------|------------|-----------------|----------------|----|----------------|-----------|
| Gruppen | Geschlecht |                 |                | N  | Mittlerer Rang | Rangsumme |
| 1 und 2 | männlich   | T2mean - T1mean | Negative Ränge | 5  | 6,20           | 31,00     |
|         |            |                 | Positive Ränge | 12 | 10,17          | 122,00    |
|         |            |                 | Bindungen      | 0  |                |           |
|         |            |                 | Gesamt         | 17 |                |           |
|         | weiblich   | T2mean - T1mean | Negative Ränge | 7  | 9,57           | 67,00     |
|         |            |                 | Positive Ränge | 8  | 6,63           | 53,00     |
|         |            |                 | Bindungen      | 0  |                |           |
|         |            |                 | Gesamt         | 15 |                |           |
| 3 und 4 | männlich   | T2mean - T1mean | Negative Ränge | 10 | 9,70           | 97,00     |
|         |            |                 | Positive Ränge | 7  | 8,00           | 56,00     |
|         |            |                 | Bindungen      | 0  |                |           |
|         |            |                 | Gesamt         | 17 |                |           |
|         | weiblich   | T2mean - T1mean | Negative Ränge | 5  | 4,20           | 21,00     |
|         |            |                 | Positive Ränge | 5  | 6,80           | 34,00     |
|         |            |                 | Bindungen      | 0  |                |           |
|         |            |                 | Gesamt         | 10 |                |           |

Tabelle 51: Vergleich der Variablen „mittlere Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)

### Statistik für Test

| Gruppen | Geschlecht |                                         | T2mean -<br>T1mean |
|---------|------------|-----------------------------------------|--------------------|
| 1 und 2 | männlich   | Z                                       | -2,154             |
|         |            | Asymptotische<br>Signifikanz (2-seitig) | ,031               |
|         | weiblich   | Z                                       | -,398              |
|         |            | Asymptotische<br>Signifikanz (2-seitig) | ,691               |
| 3 und 4 | männlich   | Z                                       | -,970              |
|         |            | Asymptotische<br>Signifikanz (2-seitig) | ,332               |
|         | weiblich   | Z                                       | -,663              |
|         |            | Asymptotische<br>Signifikanz (2-seitig) | ,508               |

Tabelle 52: Vergleich der Variablen „mittlere Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)

## 5.6 Gibt es einen Unterschied des Cortisolspiegels zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, wenn ein rotes oder blaues Trikot getragen wird? (Leitgeb)

Zur Beantwortung der letzten Fragestellung wurden die Cortisolwerte der Testpersonen mithilfe von Speichelproben zu beiden Testzeitpunkten jeweils zwei Mal erhoben. Die erste Speichelprobe wurde wie in der Allgemeinen Teilnehmer/inneninformation (siehe Kap. 8.1) beschrieben nach dem Ausfüllen der ersten Fragebögen (Einverständniserklärung, Gesundheitsstatus, Demographie) entnommen, die zweite fand nach dem Anziehen der blauen oder roten Bekleidung, dem Ausfüllen des Fragebogens zum aktuellen Befinden und vor dem Stufentest statt. Die Proband/innen der Gruppe 1 und 2 bekamen zur ersten Testung rote Bekleidung zum Tragen, diejenigen der Gruppe 3 und 4 blaue Kleidung. Zum zweiten Testzeitpunkt lief es genau umgekehrt ab: Testpersonen der Gruppe 1 und 2 erhielten Bekleidung in blauer Farbe, Testpersonen der anderen beiden Gruppen rote Ausstattung. Dementsprechend wurden die Proband/innen der Gruppe 1 und 2 in einem, Proband/innen der Gruppe 3 und 4 im anderen Teil zusammengefasst. Von den insgesamt 58 Proband/innen absolvierten zwar alle die Speichelproben, es wurde jedoch nur ein Teil – die Speichelproben von ca. 40 Proband/innen – ins Labor zur Auswertung geschickt. Einige Proben mussten schließlich aufgrund von Viskosität von den Daten exkludiert werden. Alle Testungen fanden in einem Zeitraum zwischen 13:00 und 19:00 statt, damit die Cortisolwerte der Studienteilnehmer/innen optimal verglichen werden konnten.

### 5.6.1 Cortisolwerte: Rote vs. Blaue Bekleidung

*Speichelprobe A\_1:*

Proband/innen aller Gruppen in privater Bekleidung

*Speichelprobe A\_2*

Proband/innen der Gruppe 1+2 in roter Bekleidung

Proband/innen der Gruppe 3+4 in blauer Bekleidung

| Deskriptive Statistik |                          |    |         |         |                     |
|-----------------------|--------------------------|----|---------|---------|---------------------|
|                       |                          | N  | Minimum | Maximum | Std.-<br>Abweichung |
| Gruppe 1+2 bzw. 3+4   |                          |    |         |         |                     |
| Gruppe 1+2            | Cortisolwert_Testung_A_1 | 18 | 2,22    | 10,25   | 4,7194              |
|                       |                          |    |         |         | 2,49718             |

|            |                          |    |      |       |        |         |
|------------|--------------------------|----|------|-------|--------|---------|
|            | Cortisolwert_Testung_A_2 | 18 | 2,09 | 8,82  | 4,3156 | 1,83032 |
| Gruppe 3+4 | Cortisolwert_Testung_A_1 | 18 | 1,08 | 11,52 | 3,7372 | 2,53831 |
|            | Cortisolwert_Testung_A_2 | 18 | 1,12 | 9,50  | 3,1983 | 2,10507 |

Tabelle 53: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 hinsichtlich der Variablen Cortisolwert\_Testung\_A\_1 und Cortisolwert\_Testung\_A\_2 (Einheit = ng/ml)

Wie in Tabelle 53 zu beobachten ist, sank der Cortisolwert bei beiden Gruppen jeweils von der ersten zur zweiten Speichelprobe im Schnitt etwas ab. Die Werte der Proband/innen der Gruppe 1+2, die nach der ersten Speichelprobe rote Bekleidung anzogen, verminderten sich im Schnitt von  $4,72 \pm 2,50$  ng/ml auf  $4,32 \pm 1,83$  ng/ml, die Werte der Testpersonen der anderen Gruppe von  $3,74 \pm 2,54$  ng/ml auf  $3,20 \pm 2,11$  ng/ml.

#### *Speichelprobe B\_1:*

Proband/innen aller Gruppen in privater Bekleidung

#### *Speichelprobe B\_2*

Proband/innen der Gruppe 1+2 in blauer Bekleidung

Proband/innen der Gruppe 3+4 in roter Bekleidung

### Deskriptive Statistik

| Gruppe 1+2 bzw. 3+4 |                          | N  | Minimum | Maximum | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
|---------------------|--------------------------|----|---------|---------|------------|---------------------|
| Gruppe 1+2          | Cortisolwert_Testung_B_1 | 18 | 1,46    | 8,29    | 4,0850     | 1,75390             |
|                     | Cortisolwert_Testung_B_2 | 19 | 1,11    | 7,40    | 3,6563     | 1,53625             |
| Gruppe 3+4          | Cortisolwert_Testung_B_1 | 17 | 1,84    | 9,41    | 3,6059     | 1,93018             |
|                     | Cortisolwert_Testung_B_2 | 17 | 1,43    | 6,23    | 3,1853     | 1,54083             |

Tabelle 54: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 hinsichtlich der Variablen Cortisolwert\_Testung\_B\_1 und Cortisolwert\_Testung\_B\_2

Auch beim zweiten Testzeitpunkt kann ein Absinken des durchschnittlichen Cortisolwerts bei beiden Gruppen entdeckt werden (siehe Tabelle 54). Der durchschnittliche Wert der Teilnehmer/innen der Gruppe 1+2, die diesmal nach der ersten Speichelprobe blaue Kleidung trugen, verminderte sich von  $4,09 \pm 1,75$  ng/ml auf  $3,66 \pm 1,54$  ng/ml. Proband/innen der Gruppe 3+4 – diesmal vor der zweiten Speichelprobe rot gekleidet – erzielten ebenfalls einen geringeren Wert bei der zweiten Speichelprobe (MW =  $3,19 \pm 1,54$  ng/ml) als bei der ersten (MW =  $3,61 \pm 1,93$  ng/ml).

Vergleicht man die Speichelproben zu den beiden Testzeitpunkten, die jeweils in blauer bzw. roter Kleidung durchgeführt wurden (A2 und B2), so fällt auf, dass die Cortisolwerte der

Teilnehmer/innen der Gruppe 1+2 in roter Kleidung ( $MW = 4,32 \pm 1,83 \text{ ng/ml}$ ) im Durchschnitt höher lagen als in blauer Kleidung ( $MW = 3,66 \pm 1,54 \text{ ng/ml}$ ). Die beiden Werte unterschieden sich jedoch knapp nicht signifikant voneinander ( $p = 0,079$ ). Bei Proband/innen der Gruppe 3+4 konnten jedoch andere Effekte beobachtet werden: Lag der Mittelwert der Testpersonen in blauer Kleidung zum ersten Testzeitpunkt noch bei  $3,20 \pm 2,11 \text{ ng/ml}$ , veränderte sich der Wert im Vergleich dazu bei der Speichelprobe zum zweiten Testzeitpunkt in roter Bekleidung nur minimal auf  $3,19 \pm 1,54 \text{ ng/ml}$ . Die Unterschiede der beiden Werte in Gruppe 3+4 sind laut Wilcoxon-Test wiederum nicht signifikant ( $p = 0,636$ ). Demnach ist der Cortisolwert in den ersten beiden Gruppen bei roter Bekleidung im Vergleich zu blauer Bekleidung erhöht, wobei in der anderen Gruppe dieser Rot > Blau-Effekt nicht gefunden werden konnte.

| Test bei gepaarten Stichproben |              |                       |                      |                         |                                        |                                             |        |      |    |                            |   |   |
|--------------------------------|--------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------|--------|------|----|----------------------------|---|---|
|                                |              |                       | Gepaarte Differenzen |                         |                                        |                                             |        |      |    |                            |   |   |
|                                |              |                       | Mittelwe<br>rt       | Std.-<br>Abweichu<br>ng | Standardfehl<br>er des<br>Mittelwertes | 95%<br>Konfidenzinterv<br>all der Differenz |        | T    | df | Sig.<br>(2-<br>seiti<br>g) |   |   |
| Gruppe 1+2 bzw. 3+4            |              |                       |                      |                         |                                        | Untere                                      | Obere  |      |    |                            |   |   |
| Grupp<br>e 1+2                 | Paare<br>n 1 | Cortisolwert_Testung_ | ,86722               | 1,97207                 | ,46482                                 | -                                           | 1,8479 | 1,86 | 1  | ,079                       |   |   |
|                                |              | A_2 -                 |                      |                         |                                        | ,11346                                      | 1      |      |    |                            | 6 | 7 |
|                                |              | Cortisolwert_Testung_ |                      |                         |                                        |                                             |        |      |    |                            |   |   |
|                                |              | B 2                   |                      |                         |                                        |                                             |        |      |    |                            |   |   |

Tabelle 55: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 1+2

| Statistik für Test <sup>a</sup> |                                         | Cortisolwert_Tes<br>tung_B_2 -<br>Cortisolwert_Tes<br>tung_A_2 |
|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Gruppe 3+4                      | Z                                       | -,474 <sup>b</sup>                                             |
| Gruppe 3+4                      | Asymptotische Signifikanz<br>(2-seitig) | ,636                                                           |

Tabelle 56: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 3+4

## 5.6.2 Cortisolwerte: Rote vs. blaue Bekleidung (getrennt nach Geschlecht)

- Männer

### Deskriptive Statistik

| Männer Gruppe 1+2 bzw. 3+4 |                          | N  | Minimum | Maximum | Mittelwert | Std.-<br>Abweichung |
|----------------------------|--------------------------|----|---------|---------|------------|---------------------|
| Gruppe 1+2                 | Cortisolwert_Testung_A_1 | 11 | 2,22    | 9,58    | 4,7000     | 2,60157             |
|                            | Cortisolwert_Testung_A_2 | 11 | 2,09    | 8,82    | 4,3727     | 2,22396             |
|                            | Cortisolwert_Testung_B_1 | 10 | 1,46    | 6,70    | 3,7920     | 1,69985             |
|                            | Cortisolwert_Testung_B_2 | 11 | 1,11    | 4,86    | 3,2418     | 1,17499             |
| Gruppe 3+4                 | Cortisolwert_Testung_A_1 | 11 | 1,84    | 7,28    | 3,4682     | 1,65715             |
|                            | Cortisolwert_Testung_A_2 | 11 | 1,28    | 5,51    | 3,0064     | 1,49207             |
|                            | Cortisolwert_Testung_B_1 | 11 | 1,84    | 4,85    | 2,8455     | ,99885              |
|                            | Cortisolwert_Testung_B_2 | 11 | 1,43    | 6,04    | 2,6755     | 1,29695             |

Tabelle 57: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 (Männer) hinsichtlich der Variablen Cortisolwert

Werden die weiblichen Probandinnen aus dem Datensatz exkludiert, kommen Männer der Gruppe 1+2 in roter Bekleidung auf einen Cortisolwert im Schnitt von  $4,37 \pm 2,22$  ng/ml. Im Vergleich zur Speichelprobe zum zweiten Testzeitpunkt in blauer Bekleidung verringert sich dieser Wert auf  $3,24 \pm 1,17$  ng/ml. Aufgrund von Normalverteilung der Daten wurde auf den t-Test für verbundene Stichproben zurückgegriffen, der keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Mittelwerten nachweisen konnte ( $p = 0,137$ ). Probanden der Gruppe 3+4 erreichten ebenfalls zum ersten Testzeitpunkt (blaue Bekleidung) einen höheren Cortisol-Mittelwert von  $3,01 \pm 1,49$  ng/ml als zum zweiten Testzeitpunkt ( $2,68 \pm 1,30$  ng/ml; in roter Bekleidung). Der Unterschied zwischen den Mittelwerten ist laut Wilcoxon-Test aber wiederum nicht signifikant ( $p = 0,213$ ).

### Test bei gepaarten Stichproben

|            |           |                                                     | Gepaarte Differenzen |                     |                                    |                                                               | T     |    | df | Sig.<br>(2-seitig) |
|------------|-----------|-----------------------------------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------|----|----|--------------------|
|            |           |                                                     | Mittelwert           | Std.-<br>Abweichung | Standardfehler<br>des Mittelwertes | 95%<br>Konfidenzintervall<br>der Differenz<br>Untere    Obere |       |    |    |                    |
| Gruppe 1+2 |           |                                                     |                      |                     |                                    |                                                               |       |    |    |                    |
| Gruppe 1+2 | Paare n 1 | Cortisolwert_Testung_A_2 - Cortisolwert_Testung_B_2 | 1,13091              | 2,32206             | ,70013                             | - ,42907    2,69089                                           | 1,615 | 15 | 10 | ,137               |

Tabelle 58: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 1+2 (Männer)

### Statistik für Test<sup>a</sup>

|            |                                      |                                                     |
|------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|            |                                      | Cortisolwert_Testung_B_2 - Cortisolwert_Testung_A_2 |
| Gruppe 3+4 |                                      |                                                     |
| Gruppe 3+4 | Z                                    | -1,245 <sup>b</sup>                                 |
|            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,213                                                |

Tabelle 59: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 3+4 (Männer)

- Frauen

### Deskriptive Statistik

| Frauen Gruppe 1+2 bzw. 3+4 |                          | N | Minimum | Maximum | Mittelwert | Std.-Abweichung |
|----------------------------|--------------------------|---|---------|---------|------------|-----------------|
| Gruppe 1+2                 | Cortisolwert_Testung_A_1 | 7 | 2,71    | 10,25   | 4,7500     | 2,52711         |
|                            | Cortisolwert_Testung_A_2 | 7 | 2,79    | 6,12    | 4,2257     | 1,11048         |
|                            | Cortisolwert_Testung_B_1 | 8 | 2,54    | 8,29    | 4,4513     | 1,86538         |
|                            | Cortisolwert_Testung_B_2 | 8 | 2,68    | 7,40    | 4,2263     | 1,85882         |
| Gruppe 3+4                 | Cortisolwert_Testung_A_1 | 7 | 1,08    | 11,52   | 4,1600     | 3,65200         |
|                            | Cortisolwert_Testung_A_2 | 7 | 1,12    | 9,50    | 3,5000     | 2,94470         |
|                            | Cortisolwert_Testung_B_1 | 6 | 3,34    | 9,41    | 5,0000     | 2,51438         |
|                            | Cortisolwert_Testung_B_2 | 6 | 2,45    | 6,23    | 4,1200     | 1,61645         |

Tabelle 60: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 (Frauen) hinsichtlich der Variablen Cortisolwert

Bei Frauen der Gruppe 1+2 unterscheiden sich die Mittelwerte der Cortisolwerte vom ersten Testzeitpunkt in roter Bekleidung (MW =  $4,23 \pm 1,11$  ng/ml) zum zweiten Testzeitpunkt in blauer Bekleidung (MW =  $4,23 \pm 1,86$  ng/ml) nur sehr geringfügig voneinander. Demnach kann laut Wilcoxon-Test auch kein signifikanter Unterschied ( $p = 0,310$ ) festgestellt werden. Frauen der Gruppe 3+4 erreichen hingegen in roter Bekleidung zum zweiten Testzeitpunkt (MW =  $3,50 \pm 2,94$  ng/ml) einen höheren durchschnittlichen Cortisolwert als Frauen in blauer Bekleidung zum ersten Testzeitpunkt (MW =  $4,12 \pm 1,62$ ), wobei der Unterschied wiederum nicht signifikant ist ( $p = 0,888$ ).

## Statistik für Test<sup>a</sup>

| Gruppe 1+2 |                                      | Cortisolwert_Testung_B_2 - Cortisolwert_Testung_A_2 |
|------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Gruppe 1+2 | Z                                    | -1,014 <sup>b</sup>                                 |
|            | Asymptotische Signifikanz (2-seitig) | ,310                                                |

Tabelle 61: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 1+2 (Frauen)

## Test bei gepaarten Stichproben

|            |           |                            | Gepaarte Differenzen |                 |                                 |                                      | T       | d      | Sig. (2-seitig) |       |
|------------|-----------|----------------------------|----------------------|-----------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------|--------|-----------------|-------|
|            |           |                            | Mittelwert           | Std.-Abweichung | Standardfehler des Mittelwertes | 95% Konfidenzintervall der Differenz |         |        |                 |       |
|            |           |                            |                      |                 |                                 | Untere                               |         |        |                 | Obere |
| Gruppe 3+4 |           |                            |                      |                 |                                 |                                      |         |        |                 |       |
| Gruppe 3+4 | Paare n 1 | Cortisolwert_Testung_A_2 - | -,24167              | 3,99047         | 1,62910                         | -4,4294                              | 3,94607 | -5,148 | ,888            |       |
|            |           | Cortisolwert_Testung_B_2   |                      |                 |                                 |                                      |         |        |                 |       |
|            |           |                            |                      |                 |                                 |                                      |         |        |                 |       |

Tabelle 62: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 3+4 (Frauen)

## **6. Diskussion**

### **6.1 Diskussion der Unterschiede der physiologischen Parameter (Leistung, Herzfrequenz, Trittfrequenz) (Schober)**

Eines der Ziele dieser Studie war es festzustellen, ob das Tragen roter Farbe einen Einfluss auf die physiologischen Parameter der maximalen Ausdauerleistung, der maximalen Herzfrequenz und der durchschnittlichen Trittfrequenz in einer fiktiven Konkurrenzsituation hat. Vergleiche mit bisherigen Untersuchungen stellten sich als äußerst schwierig heraus. Die meisten Studien zum Einfluss von Farben auf physiologische Parameter untersuchten die Effekte von wahrgenommenen Farben, jedoch nicht jene Effekte, die eintreten können, wenn Teilnehmer/innen die Farbe selbst tragen.

#### **6.1.1 Herzfrequenz**

Dreiskämper, Strauss, Hagemann und Büsch (2013) konnten bereits einen positiven Effekt auf die Parameter maximale Herzfrequenz sowie maximale Zugkraft in einer Kampfsportsituation nachweisen, wenn die Teilnehmer/innen rote Kleidung trugen. In Kapitel 5.2.2 konnte festgestellt werden, dass Männer der Gruppen, die bei der ersten Testung rote Kleidung trugen (Gruppen 1 und 2), signifikant höhere Herzraten aufwiesen als jene, die bei der ersten Testung blaue Kleidung trugen (Gruppen 3 und 4). Beim zweiten Testzeitpunkt (siehe 5.2.4), als die Teilnehmer die jeweils andere Farbe trugen, erreichten die Teilnehmer der Gruppen 1 und 2 abermals signifikant höhere maximale Herzraten als jene der Gruppen 3 und 4. Wäre die Ursache für diesen Unterschied das Tragen der roten Kleidung, so müsste der Effekt bei der zweiten Testung umgekehrt sein. Außerdem konnte beim Vergleich innerhalb der Gruppen der Männer zwischen dem ersten und dem zweiten Testzeitpunkt (siehe 5.1.2) kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Die Untersuchungen der Herzfrequenzen der Frauen ergaben weder zwischen den Gruppen noch innerhalb der Gruppen - zwischen beiden Testungen - signifikante Unterschiede. Ein weiterer erschwerender Faktor zur Beurteilung dieses Ergebnisses ist die Tatsache, dass die Herzfrequenzmessung via Brustgurt in zahlreichen Fällen nicht korrekt funktioniert hat, wodurch die Anzahl an Datensätzen, die für die Auswertung herangezogen werden konnten, stark reduziert wurde.

Die genannten Umstände führen zum Entschluss an der  $H_0$ , dass es keinen Unterschied in der maximalen Herzfrequenz gibt, wenn rote oder blaue Kleidung getragen wird, festzuhalten. Die Ergebnisse von Dreiskämper und Kollegen konnten somit nicht bestätigt werden.

### **6.1.2 Leistung**

Bezüglich der maximalen Leistung konnte weder innerhalb der Gruppen, also zwischen den beiden Testzeitpunkten (siehe 5.1), noch zwischen den jeweiligen Gruppen (siehe 5.2) signifikante Unterschiede festgestellt werden. Bei der Betrachtung der Deskriptiven Statistiken (siehe Tabelle 3) fällt auf, dass Männer beider Gruppen zum zweiten Testzeitpunkt im Mittel höhere maximale Leistungen erzielt haben als bei der ersten Testung. Die maximalen Leistungen der Frauen haben sich kaum verändert, beziehungsweise leicht verschlechtert. Möglicherweise waren die Männer ehrgeiziger als die Frauen, vielleicht fand bei den Männern aber auch ein stärker ausgeprägter Übungseffekt statt.

Jedenfalls können die Erkenntnisse von Hill und Barton (2005) nicht auf Ausdauerleistungen in einer fiktiven Konkurrenzsituation übertragen werden, und die  $H_0$ , dass es keinen Unterschied in der maximalen Leistung gibt, wenn rote oder blaue Kleidung getragen wird, bleibt bestehen.

### **6.1.3 Trittfrequenz**

Eine weitere untersuchte Variable war die Trittfrequenz. Hierzu wurden bislang noch keinerlei vergleichbare Studien durchgeführt. Da die durchschnittlichen Trittfrequenzen der Frauen sich nicht von jenen der Männer unterschieden, wurde zunächst gemischtgeschlechtlich getestet. Dieser Test ergab keinen signifikanten Unterschied der durchschnittlichen Trittfrequenzen zwischen der ersten und der zweiten Testung. Die getrennte Betrachtung von Männern und Frauen ergab jedoch, dass Männer der Gruppen 1 und 2 während der ersten Testung, bei der sie rote Kleidung trugen, signifikant geringere durchschnittliche Trittfrequenzen aufwiesen, als während der zweiten Testung, bei der sie blaue Kleidung trugen. Interessanterweise war bei Männern der Gruppen 3 und 4, zwar nicht statistisch signifikant, das Gegenteil der Fall. Sie zeigten in der zweiten Testung, bei der sie rote Kleidung trugen, ebenfalls eine geringere durchschnittliche Trittfrequenz als bei der ersten Testung, bei der sie blaue Kleidung trugen. Dieselben Untersuchungen bei den Frauen ergaben bei keiner der beiden Gruppen einen statistisch signifikanten Unterschied.

Dennoch wären an dieser Stelle weitere Studien wünschenswert. Noch ist unklar, ob sich Farben in einem kompetitiven Kontext auf Männer und Frauen unterschiedlich auswirken. In dem Fall, dass sich die getragene Farbe auf Männer stärker auswirkt als Frauen, könnte hier durchaus ein Effekt durch Farben gegeben sein.

## **6.2 Diskussion der Unterschiede der psychologischen Parameter und Cortisolwerte (Leitgeb)**

### **6.2.1 Einfluss des Tragens von roter Kleidung**

Ein weiteres Ziel der vorliegenden Studie war es herauszufinden, ob die Farbe Rot Auswirkungen auf die wahrgenommene Dominanz und Aggressivität der Teilnehmer/innen hat und es einen Unterschied in der Wahrnehmung bei blauer Bekleidung gibt. Schon Feltman und Elliot (2011) konnten nachweisen, dass Testpersonen in roter Bekleidung sich selbst als dominanter und bedrohlicher einschätzten als Teilnehmer/innen in blauer Bekleidung. In dieser Studie konnten deren Erkenntnisse nicht bestätigt werden: die Studienteilnehmer/innen von drei aus vier Testgruppen fühlten sich in roter Bekleidung vor der motorischen Aufgabe zwar dominanter als in blauer Bekleidung, jedoch handelte es sich bei keiner Gruppe um einen signifikanten Unterschied. Teilnehmer/innen der vierten Gruppe bewerteten die eigene Dominanz vor dem Stufentest hingegen in blauer Bekleidung als höher als in Rot. Auch das Betrachten eines/einer roten Konkurrent/in hatte keine besonderen Auswirkungen auf die eigene wahrgenommene Dominanz der Proband/innen. So konnten nur geringe Unterschiede in den Mittelwerten zwischen den verschiedenen Gruppen jeweils nach dem Stufentest entdeckt werden (siehe Tab. 22: min. MW = 2,85; max. MW = 3,29). Hinsichtlich der Variable Aggressivität lassen sich kaum Unterschiede in den Mittelwerten zwischen den verschiedenen Testzeitpunkten feststellen. Weder in roter noch in blauer Bekleidung schätzten sich Proband/innen als besonders aggressiv ein, wobei sie sich nach der sportlichen Testung im Schnitt aggressiver fühlten als zuvor. Beim Vergleich der beiden Variablen getrennt nach Geschlecht konnten ebenso wenig eindeutige Auffälligkeiten entdeckt werden, wobei Männer bei beiden Variablen tendenziell höhere Werte angaben als Frauen.

### **6.2.2 Einfluss des Sehens von Konkurrent/innen mit roter Bekleidung**

Auch die zweite These von Feltman und Elliot (2011), die aufzeigten, dass das Sehen der Farbe Rot bei einem/einer Konkurrent/in dessen/deren wahrgenommene Dominanz und Bedrohung erhöht, konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden. Zwar zeigten die ausgewerteten Daten, dass die Videokonkurrent/innen in Rot als dominanter und aggressiver wahrgenommen wurden als diejenigen in Blau. Die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant, womit das Ergebnis sich von Feltman und Elliot (2011) unterscheidet. Auch eine Geschlechtertrennung konnte keine signifikanten Ergebnisse vorweisen.

### **6.2.3 Einfluss des Tragens von roter Bekleidung auf die Cortisolwerte**

Nach dem Auswerten der Speichelproben konnten wiederum keine eindeutigen Ergebnisse hinsichtlich des Einflusses von roter Bekleidung auf die Cortisolwerte festgestellt werden. Bei Proband/innen, die zum ersten Testzeitpunkt rote Bekleidung trugen, konnten beinahe signifikant höhere Cortisolwerte gemessen werden als zum zweiten Testzeitpunkt in blauer Bekleidung. Jedoch wurden bei Testpersonen, die zunächst blaue Bekleidung anzogen, bei der zweiten Testung in Rot minimal schlechtere Cortisol-Mittelwerte nachgewiesen. Ein gewisser Geschlechterunterschied kann hierbei aber wiederum hervorgehoben werden: Während Männer, die zum ersten Testzeitpunkt Rot trugen, ein ähnliches Ergebnis im Vergleich zum zweiten Testzeitpunkt in Blau erzielten (wie oben beschrieben), unterscheiden sich die Cortisol-Mittelwerte bei den Frauen (1. Rot → 2. Blau) nicht voneinander.

### **6.3 Limitationen (Schober)**

Wie bereits in 6.1.1 angesprochen gab es bei der Erfassung der Herzfrequenzen zahlreiche Unregelmäßigkeiten. Manche davon können auf Softwareprobleme zurückgeführt werden, die meisten jedoch kamen durch Verrutschen des Brustgurts zustande. Die Verwendung einer Pulsuhr statt, oder am Besten zusätzlich zum Brustgurt könnte hier Abhilfe verschaffen.

Bei der Nachbesprechung der zweiten Testung gaben viele Teilnehmer/innen an, dass sie die gezeigten Videos der KonkurrentInnen unrealistisch empfanden. Die Person in den Testvideos absolvierte tatsächlich nicht denselben Stufentest wie die Teilnehmer/innen. Der Widerstand des Radergometers betrug bei während der Aufnahme der Videos stets 0 Watt, dies fiel den Teilnehmer/innen auf. Um zu gewährleisten, dass die Teilnehmer/innen keine bessere Leistung als die Person im Video erzielen können, aber dennoch der Eindruck entsteht, dass das Video „echt“ ist könnte ein ähnlicher Stufentest durchgeführt werden, der anstelle des 10 Sekunden Intervalls auf einen 15 oder 20 Sekunden Intervall eingestellt wird.

Aufgrund des hohen zeitlichen Aufwands (circa 50 Minuten pro ProbandIn), der durch die notwendigen Leerläufe aufgrund der Speichelproben für die Kortisoltestungen entstand, beschränkt sich diese Studie auf eine relativ geringe Stichprobenanzahl. Diese könnte in demselben Zeitraum drastisch erhöht werden, wenn auf Speichelproben verzichtet wird und ausschließlich die anderen physiologischen und psychologischen Parameter untersucht werden.

Da die Testungen im Sommer durchgeführt wurden und im Labor keine Temperaturregulierung möglich war, konnte nicht ausgeschlossen werden, dass Temperaturunterschiede zwischen der ersten und zweiten Testung jedes/jeder Proband/in die Testergebnisse ebenfalls beeinflusst haben.

## **6.4 Ausblick (Schober)**

Auswirkungen von Farben auf physiologische und psychologische Funktionen des Menschen stellen in der Gegenwart eine große Forschungslücke dar. Durch die Überlegungen von Elliot und Maier und ihrer Color-in-Context Theory im Allgemeinen, sowie durch die Erkenntnis, dass die verschiedenen Attribute von Farben zu Forschungszwecken streng kontrolliert werden müssen im Speziellen, ist eine seriöse wissenschaftliche Auseinandersetzung auf den Menschen in seiner Ganzheit überhaupt möglich geworden. Die Ergebnisse dieser Studie geben durchaus Anlass Folgestudien durchzuführen bei denen bestimmte, in Kapitel 6.3 angesprochene, Umstände berücksichtigt werden sollten.

## 7. Verzeichnisse

### 7.1 Literaturverzeichnis

- Abramov, I., Gordon J., Feldman, O., Chavarga A. (2012). Sex and vision II: Color appearance of monochromatic lights. *Biology of Sex Differences*, 3(1), 21. **DOI:** 10.1186/2042-6410-3-21
- Akers, A., Barton, J., Cossey, R., Gainsford, P., Griffin, M. & Micklewright, D. (2012). Visual color perception in green exercise: Positive effects on mood and perceived exertion. *Environmental Science & Technology*, 46(16), 8661-8666. **DOI:** 10.1021/es301685g
- Allen, M.S. & Jones, M.V. (2014). The home advantage over the first 20 seasons of the English Premier League: Effects of shirt colour, team ability and time trends. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 12(1), 10-18. **DOI:** 10.1080/1612197X.2012.756230
- Attrill, M.J., Gresty, K.A., Hill, R.A., & Barton, R.A. (2008). Red shirt colour is associated with long-term team success in English football. *Journal of Sports Sciences*, 26(6), 577–582. **DOI:** 10.1080/02640410701736244
- Bartel, S. (2003). *Farben im Webdesign: Symbolik, Farbpsychologie, Gestaltung*. Berlin: Springer.
- Barton, J., Griffin, M. & Pretty, J. (2012). Exercise-, nature- and socially interactive-based initiatives improve mood and self-esteem in the clinical population. *Perspectives in Public Health*, 132(2), 89-96. **DOI:** 10.1177/1757913910393862
- Barton, R.A. & Hill, R.A. (2005). Sporting contests: Seeing red? Putting sportswear in context-Reply. *Nature*, 437, E10-E11. **DOI:** 10.1038/nature04306
- Boller, E., Brinkmann, D. & Walter, E. (1947). *Einführung in die Farbenlehre* (Sammlung Dalp; 10). Bern: Francke.
- Briki, W., Rinaldi, K., Riera, F., Trong, T.T. & Hue, O. (2015). Perceiving red decreases motor performance over time: A pilot study. *Revue europeenne de psychologie appliquee*, 65(5), 301-305. **DOI:** 10.1016/j.erap.2015.09.001

- Caldwell, D.F. & Burger, J.M. (2011). On Thin Ice: Does uniform color really affect aggression in professional hockey? *Social Psychological and Personality Science*, 2(3), 306-310. **DOI:** 10.1177/1948550610389824
- Chantal, Y. & Bernache-Assollant, I. (2017). Yellow and social perceptions of racing cyclists' sportpersonship: Proposing an inter-contextual analysis. *Journal of Sports Sciences*, 35(6), 525-530. **DOI:** 10.1080/02640414.2016.1175654
- Chantal, Y. & Bernache-Assollant, I. (2015). Competitive cycling and doping: Proposing a functional analysis based on the color yellow. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 37(5), 500-513. **DOI:** 10.1123/jsep.2015-0094
- Die Farbe Cyan oder Türkis [Lexikoneintrag]. Zugriff am 1. August 2019 unter <https://www.bilder-plus.de/cyan.php>
- Dijkstra, P.D., & Preenen, P.T.Y. (2008). No effect of blue on winning contests in judo. *Proceedings of the Royal Society of London, Biological Sciences*, 275, 1157–1162. **DOI:** 10.1098/rspb.2007.1700
- Dreiskämper, D., Strauss, B., Hagemann, N., & Büsch, D. (2013). Influence of red jersey color on physical parameters in combat sports. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 35, 44-49.
- Düchting, H. (2003). *Grundlagen der künstlerischen Gestaltung. Wahrnehmung, Farben- und Formenlehre, Techniken*. Köln: Deubner.
- Elliot, A. J. (2015). Color and psychological functioning: a review of theoretical and empirical work. *Frontiers in Psychology*, 6, 368. **DOI:** 10.3389/fpsyg.2015.00368
- Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2014). Color psychology - Effects of perceiving color on psychological functioning in humans. *Annual review of psychology*, 65, 95-120. **DOI:** 10.1146/annurev-psych-010213-115035
- Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2012). Color-in-Context Theory. *Advances in experimental social psychology*, 45, 61-125. **DOI:** 10.1016/B978-0-12-394286-9.00002-0
- Elliot, A. J. & Aarts, H. (2011). Perception of the color red enhances the force and velocity of motor output. *Emotion*, 11(2), 445-449. **DOI:** 10.1037/a0022599

- Elliot, A. J., & Niesta, D. (2008). Romantic red: Red enhances men's attraction to women. *Journal of Personality and Social Psychology*, 95, 1150–1164. **DOI:** 10.1037/0022-3514.95.5.1150
- Elliot, A. J., Maier, M. A., Moller A. C., Friedman R. & Meinhardt J. (2007). Color and psychological functioning: the effect of red on performance attainment. *Journal of Experimental Psychology General*, 136(1), 154-168. **DOI:** 10.1037/0096-3445.136.1.154
- Fairchild, M. (2013). *Color appearance models* (Third ed., Wiley-IS & T series in imaging science and technology). Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons.
- Falcó, C., Conchado, A. & Estevan, I. (2016). The effect of color on the use of electronic body protectors in Taekwondo matches. *Perceptual and Motor Skills*, 122(3), 812-824. **DOI:** 10.1177/0031512516649958
- Feltman, R., & Elliot, A.J. (2011). The influence of red on perceptions of relative dominance and threat in a competitive context. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 33(2), 308-314.
- Fernandez-Maloigne, C., & Trémeau, A. (2013). Color Appearance Models. *In Digital Color* (pp. 65-92). John Wiley and Sons.
- Frank, M.G. & Gilovich, T. (1988). Dark side of self- and social perception: Black uniforms and aggression in professional sports. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(1), 74-85.
- Furley, P., Dicks, M. & Memmert, D. (2012). Nonverbal behavior in soccer: The influence of dominant and submissive body language on the impression formation and expectancy of success of soccer players. *Journal of Sport and Exercise Psychology* 34, 61-82. **DOI:** 10.1123/jsep.34.1.61
- García-Rubio, M.A., Picazo-Tadeo, A.J., & González-Gómez, F. (2011). Does a red shirt improve sporting performance? Evidence from Spanish football. *Applied Economics Letters*, 18(11), 1001–1004. **DOI:** 10.1080/13504851.2010.520666
- Gilchrist, A.L. (2007). Lightness and brightness. *Current Biology*, 17(8), 267-269. **DOI:** 10.1016/j.cub.2007.01.040

- Goldschmied, N. & Lucena, J. (2018). Sweating the uniform colors and success in sport connection: Time to put the effect to rest? *Current Psychology*. **DOI:** 10.1007/s12144-018-0015-4
- Greenless, I.A., Eynon, M. & Thelwell, R.C. (2013). Color of soccer goalkeepers' uniforms influences the outcome of penalty kicks. *Perceptual and Motor Skills*, 117(1), 1-10. <https://doi.org/10.2466/30.24.PMS.117x14z6>
- Hackney, A.C. (2006). Testosterone and human performance: Influence of the color red. *European Journal of Applied Physiology*, 96(3), 330–333. **DOI:** 10.1007/s00421-005-0059-7
- Hagemann, N., Strauss, B. & Leissing, J. (2008). When referees see red... *Psychological science*, 19(8), 769-771. **DOI:** 10.1111/j.1467-9280.2008.02155.x
- Heller, E. (2015). *Wie Farben wirken. Farbpsychologie, Farbsymbolik, Kreative Farbgestaltung* (8. Aufl.). Reinbeck: Rowohlt.
- Kocher, M.G., & Sutter, M. (2008). Shirt colour and team performance in football. In P. Andersson, P. Ayton, & C. Schmidt (Hrsg.). *Myths and facts about football: The economics and psychology of the World's Greatest Sport*. Cambridge Scholars Publishing, 125-131.
- Krenn, B., Pernhaupt, N. & Handsteiner, M. (2017). Do red and blue uniforms matter in football and handball penalties? *Journal of Sports Science and Medicine*, 16(4), 565-573.
- Krenn, B. (2015). The effect of uniform color on judging athletes' aggressiveness, fairness, and chance of winning. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 37(2), 207-212. **DOI:** 10.1123/jsep.2014-0274.
- Krenn, B. (2014). The impact of uniform color on judging tackles in association football. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(2), 222-225. **DOI:** 10.1016/j.psychsport.2013.11.007
- Kuratorium für gutes Sehen e. V. Das Auge – Aufbau und Funktion. Zugriff am 1. August 2019 unter <https://www.sehen.de/sehen/das-auge/>
- Lichtenfeld, S., Elliot, A.J., Maier, M.A. & Pekrun, R. (2012). Fertile green: Green facilitates creative performance. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 38(6), 784-797. **DOI:** 10.1177/0146167212436611

- Maier, T., Gross, M., Trösch, S., Steiner, T., Müller, B., Bourban, P., ... Seidel, R. (2016). *Manual Leistungsdiagnostik*. [Manual]. Zugriff am 16. Juli 2019 unter [https://www.swissolympic.ch/dam/jcr:b15b191a-eb0d-46e8-b9c0-417b887a440d/Leistungsdiagnostik\\_Manual\\_160201\\_DE.pdf](https://www.swissolympic.ch/dam/jcr:b15b191a-eb0d-46e8-b9c0-417b887a440d/Leistungsdiagnostik_Manual_160201_DE.pdf)
- Mehta, P.H., Jones, A.C., & Josephs, R.A. (2008). The social endocrinology of dominance: Basal testosterone predicts cortisol changes and behavior following victory and defeat. *Journal of Personality and Social Psychology*, 94(6), 1078-1093. **DOI:** 10.1037/0022-3514.94.6.1078
- Mehta, R. & Zhu, R.J. (2009). Blue or Red? Exploring the effect of color on cognitive task performances. *Science (New York, N.Y.)*, 323(5918), 1226-1229 **DOI:** 10.1126/science.1169144
- Mentzel, S. V., Schücker, L., Hagemann, N., & Strauss, B. (2017). Emotionality of colors: An Implicit Link between Red and Dominance. *Frontiers in Psychology*, 8, 317.
- Meyer, K., Samek, L., Schwaibold, M., Westbrook, S., Hajric, R., Lehmann, M., Essfeld, D. & Roskamm, H. (1996). Physical responses to different modes of interval exercise in patients with chronic heart failure – application to exercise training. *European heart journal*, 17(7), 1040-1047.
- Parramón, J. (1993). *Das große Buch der Farben: Geschichte der Farben, Farbentheorie, Kontraste, Farben der Körper und der Schatten, Farbenskalen und Farbmischungen in der Praxis* (1. Aufl.. ed.). Stuttgart: Ed. Fischer.
- Payen, V., Elliot, A. J., Coombes, S. A., Chalabaev, A., Brisswalter, J. & Cury, F. (2011). Viewing red prior to a strength test inhibits motor output. *Neuroscience Letters*, 495(1), 44-48. **DOI:** 10.1016/j.neulet.2011.03.032
- Piatti, M., Savage, D.A. & Torgler, B. (2012). The red mist? Red shirts, success and team sports. *Sport in Society*, 15(9), 1209-1227. **DOI:** 10.1080/17430437.2012.690400
- Rowe, C., Harris, J.M., & Roberts, S.C. (2005a). Sporting contests: Seeing red? Putting sportswear in context. *Nature*, 437(7063), E10; discussion E10–11. **DOI:** 10.1038/nature04307
- Rowe, C., Harris, J.M., & Roberts, S.C. (2005b). Corrigendum: Sporting contests: Seeing red? Putting sportswear in context. *Nature*, 441(7090), E3. **DOI:** 10.1038/nature04848

- Sherman, G. D., Lee, J. J., Cuddy, A. J., Renshon, J., Oveis, C., Gross, J. J., & Lerner, J. S. (2012). Leadership is associated with lower levels of stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(44), 17903-17907. **DOI:** 10.1073/pnas.1207042109
- Sorokowski, P. & Wrembel, M. (2014). Color studies in applied psychology and social sciences: an overview. *Polish Journal of Applied Psychology*, 12(2), 9-26. **DOI:** <http://dx.doi.org/10.1515/pjap-2015-0006>
- Sorokowski, P., Szmajke, A., Hamamura, T., Jiang, F. & Sorokowska, A. (2014). „Red wins”, “black wins” and “blue loses” effects are in the eye of beholder, but they are culturally universal: a cross-cultural analysis of the influence of outfit colours on sports performance. *Polish Psychological Bulletin*, 45(3), 318-325. **DOI:** 10.2478/ppb-2014-0039
- Sorokowski, P. & Szmajke, A. (2011). The influence of the “red win” effect in sports: a hypothesis of erroneous perception of opponents dressed in red – Preliminary test. *Human Movement*, 12(4), 367-373.
- Tiryaki, M. Ş. (2005) Assessing whether black uniforms affect the decisions of Turkish soccer referees: Is finding of Frank and Gilovich’s study valid for Turkish culture? *Perceptual and Motor Skills*, 100(1), 51-57.
- Wiedemann, D., Burt, M.D., Hill, R.A. & Barton, R.A. (2015). Red clothing increases perceived dominance, aggression and anger. *Biology letters*, 11(5), 20150166. **DOI:** 10.1098/rsbl.2015.0166
- Xia, T., Song, L., Wang, T., Tan, L. & Mo, L. (2016). Exploring the effect of red and blue on cognitive task performances, *Frontiers in Psychology*, 7(784), 1-7. **DOI:** 10.3389/fpsyg.2016.00784

## 7.2 Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Ausgewählte Studien zum Einfluss von Farben (insbes. der Farbe Rot) auf den Menschen (mod. nach Piatti, Savage & Torgler, 2012, S. 1216).....                                                                             | 35 |
| Tabelle 2: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variablen maximale Leistung in Watt (L1max, L2max) und maximale Herzfrequenz in Schlägen pro Minute (H1max, H2max) zu beiden Testzeitpunkten (getrennt nach Geschlecht)..... | 58 |
| Tabelle 3: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 hinsichtlich der Variablen maximale Leistung in Watt (L1max, L2max) zu beiden Testzeitpunkten .....                                                                 | 59 |
| Tabelle 4: Vergleich der Variablen „maximale Leistung“ in Watt (L1max, L2max) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen und Geschlecht) .....                                                              | 60 |
| Tabelle 5: Vergleich der Variablen „maximale Leistung“ in Watt (L1max, L2max) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen und Geschlecht) .....                                                              | 60 |
| Tabelle 6: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 hinsichtlich der Variablen maximale Herzfrequenz in Schlägen pro Minute (H1max, H2max) zu beiden Testzeitpunkten .....                                              | 61 |
| Tabelle 7: Vergleich der Variablen „maximale Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H1max, H2max) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen und Geschlecht) .....                                           | 61 |
| Tabelle 8: Vergleich der Variablen „maximale Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H1max, H2max) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2, getrennt nach Gruppen und Geschlecht .....                                            | 62 |
| Tabelle 9: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variable maximale Leistung in Watt (L1max) beim ersten Testzeitpunkt (getrennt nach Gruppen und Geschlecht).....                                                             | 63 |
| Tabelle 10: Vergleich der Variable „maximale Leistung“ in Watt (L1max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 1 (getrennt nach Geschlecht) .....                                                              | 64 |
| Tabelle 11: Vergleich der Variable „maximale Leistung“ in Watt (L1max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 1 (getrennt nach Geschlecht) .....                                                              | 64 |
| Tabelle 12: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variable maximale Herzfrequenz in Schlägen pro Minute (H1max) zum Testzeitpunkt 1, getrennt nach Gruppen und Geschlecht.....                                                | 64 |
| Tabelle 13: Vergleich der Variable „maximale Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H1max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 1 (getrennt nach Geschlecht) .....                                           | 65 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 14: Vergleich der Variable „maximalen Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H1max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 1 (getrennt nach Geschlecht).....                                                                        | 65 |
| Tabelle 15: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variable „maximale Leistung“ in Watt (L2max) zum zweiten Testzeitpunkt (getrennt nach Gruppen und Geschlecht).....                                                                                       | 66 |
| Tabelle 16: Vergleich der Variable „maximalen Leistung“ in Watt (L2max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Geschlecht).....                                                                                           | 66 |
| Tabelle 17: Vergleich der Variable „maximalen Leistung“ in Watt (L2max) der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Geschlecht).....                                                                                           | 67 |
| Tabelle 18: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variable „maximale Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H2max) zum zweiten Testzeitpunkt (getrennt nach Gruppen und Geschlecht).....                                                                    | 67 |
| Tabelle 19: Vergleich der Variable „maximalen Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H2max) der der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Geschlecht).....                                                                    | 68 |
| Tabelle 20: Vergleich der Variable „maximalen Herzfrequenz“ in Schlägen pro Minute (H2max) der der Gruppen 1 und 2 mit den Gruppen 3 und 4 zum Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Geschlecht).....                                                                    | 68 |
| Tabelle 21: Mittelwerte der verschiedenen Gruppen hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen (1...„gar nicht“ ... 6...„sehr“) vor („pre“) dem ersten (=A) und zweiten (=B) Stufentest .....                                                     | 69 |
| Tabelle 22: Mittelwerte der verschiedenen Gruppen hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen (1...„gar nicht“ ... 6...„sehr“) nach („post“) dem ersten (=A) und zweiten (=B) Stufentest .....                                                   | 69 |
| Tabelle 23: Rangvergleiche hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen vor der ersten und zweiten Testung bzw. nach der ersten und zweiten Testung.....                                                                                          | 70 |
| Tabelle 24: Mittelwert-Vergleiche hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen vor der ersten und zweiten bzw. nach der ersten und zweiten Testung.....                                                                                           | 71 |
| Tabelle 25: Mittelwerte der beiden zusammengelegten Gruppen hinsichtlich der Variable Aggressivität der Testpersonen (1...„gar nicht“ ... 6...„sehr“) vor („pre“) und nach („post“) dem ersten (=A) und zweiten (=B) Stufentest.....                              | 73 |
| Tabelle 26: Mittelwerte der beiden zusammengelegten Gruppen getrennt nach Geschlecht hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen (1...„gar nicht“ ... 6...„sehr“) vor („pre“) und nach („post“) dem ersten (=A) und zweiten (=B) Stufentest..... | 75 |

|                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 27: Mittelwert-Vergleiche hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten der Testpersonen (getrennt nach Geschlecht) vor der ersten und zweiten bzw. nach der ersten und zweiten Testung.....                                                            | 75 |
| Tabelle 28: Mittelwerte der beiden zusammengelegten Gruppen getrennt nach Geschlecht hinsichtlich der Variable Aggressivität der Testpersonen (1...“gar nicht“ ... 6...“sehr“) vor („pre“) und nach („post“) dem ersten (=A) und zweiten (=B) Stufentest..... | 76 |
| Tabelle 29: Mittelwert-Vergleiche hinsichtlich der Variable Aggressivität der Testpersonen (getrennt nach Geschlecht) vor der ersten und zweiten bzw. nach der ersten und zweiten Testung.....                                                                | 77 |
| Tabelle 30: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 hinsichtlich der Variablen Dominanzverhalten des/der Konkurrent/in (jeweils nach dem Stufentest erhoben; 1...“gar nicht“...6...“sehr“)......                                                | 78 |
| Tabelle 31: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten des/der Konkurrent/in.....                                                                                                       | 78 |
| Tabelle 32: MW-Vergleich hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten_GegnerIn .....                                                                                                                                                                           | 79 |
| Tabelle 33: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 hinsichtlich der Variablen Aggressivität des/der Konkurrent/in (jeweils nach dem Stufentest erhoben; 1...“gar nicht“...6...“sehr“)......                                                    | 79 |
| Tabelle 34: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 hinsichtlich der Variable Aggressivität des/der Konkurrent/in.....                                                                                                           | 80 |
| Tabelle 35: Tabelle 10: MW-Vergleich hinsichtlich der Variable Aggressivität_GegnerIn ...                                                                                                                                                                     | 80 |
| Tabelle 36: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (getrennt nach Geschlecht) hinsichtlich der Variablen Dominanzverhalten des/der Konkurrent/in (jeweils nach dem Stufentest erhoben; 1...“gar nicht“...6...“sehr“)......                     | 80 |
| Tabelle 37: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Männer) hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten_GegnerIn.....                                                                                                           | 81 |
| Tabelle 38: MW-Vergleich hinsichtlich der neu berechneten Variable Dominanzverhalten_GegnerIn zwischen den Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Männer) .....                                                                                                                | 81 |
| Tabelle 39: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Frauen) hinsichtlich der Variable Dominanzverhalten_GegnerIn.....                                                                                                           | 81 |
| Tabelle 40: MW-Vergleich hinsichtlich der neu berechneten Variable Dominanzverhalten_GegnerIn zwischen den Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Frauen).....                                                                                                                 | 82 |

|                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 41: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (getrennt nach Geschlecht) hinsichtlich der Variablen Dominanzverhalten des/der Konkurrent/in (jeweils nach dem Stufentest erhoben; 1...“gar nicht“...6...“sehr“) | 82 |
| Tabelle 42: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Männer) hinsichtlich der Variable Aggressivität_GegnerIn                                                                                          | 83 |
| Tabelle 43: MW-Vergleich hinsichtlich der neu berechneten Variable Aggressivität_GegnerIn zwischen den Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Männer)                                                                                                | 83 |
| Tabelle 44: Neu berechnete Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Frauen) hinsichtlich der Variable Aggressivität_GegnerIn                                                                                          | 83 |
| Tabelle 45: MW-Vergleich hinsichtlich der neu berechneten Variable Aggressivität_GegnerIn zwischen den Gruppen 1+3 bzw. 2+4 (Frauen)                                                                                                | 84 |
| Tabelle 46: Mittelwerte der Stichproben hinsichtlich der Variablen „mittlere Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) zu beiden Testzeitpunkten (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)                             | 85 |
| Tabelle 47: Vergleich der Variablen „durchschnittliche Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) beider Testzeitpunkte von Männern und Frauen                                                                       | 86 |
| Tabelle 48: Vergleich der Variablen „durchschnittliche Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) beider Testzeitpunkte von Männern und Frauen                                                                       | 86 |
| Tabelle 49: Vergleich der Variablen „mittlere Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen)                                                        | 86 |
| Tabelle 50: Vergleich der Variablen „mittlere Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen)                                                        | 87 |
| Tabelle 51: Vergleich der Variablen „mittlere Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)                                         | 87 |
| Tabelle 52: Vergleich der Variablen „mittlere Trittfrequenz“ in Umdrehungen pro Minute (T1mean, T2mean) zwischen Testzeitpunkt 1 und Testzeitpunkt 2 (getrennt nach Gruppen und Geschlecht)                                         | 88 |
| Tabelle 53: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 hinsichtlich der Variablen Cortisolwert_Testung_A_1 und Cortisolwert_Testung_A_2 (Einheit = ng/ml)                                                                | 90 |
| Tabelle 54: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 hinsichtlich der Variablen Cortisolwert_Testung_B_1 und Cortisolwert_Testung_B_2                                                                                  | 90 |
| Tabelle 55: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 1+2                                                                                     | 91 |

|                                                                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 56: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 3+4.....           | 91 |
| Tabelle 57: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 (Männer) hinsichtlich der Variablen Cortisolwert.....                                        | 92 |
| Tabelle 58: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 1+2 (Männer).....  | 92 |
| Tabelle 59: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 3+4 (Männer).....  | 93 |
| Tabelle 60: Mittelwerte der zusammengelegten Gruppen 1+2 bzw. 3+4 (Frauen) hinsichtlich der Variablen Cortisolwert.....                                        | 93 |
| Tabelle 61: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 1+2 (Frauen) ..... | 94 |
| Tabelle 62: MW-Vergleich der erhobenen Cortisolwerte jeweils nach dem Anziehen der roten/blauen Bekleidung bei den zusammengelegten Gruppen 3+4 (Frauen) ..... | 94 |

### 7.3 Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Kuratorium Gutes Sehen e.V. (2019). Das Auge – die Anatomie des Auges.<br>Zugriff am 8. Jänner 2020 unter <a href="https://www.sehen.de/sehen/das-auge/">https://www.sehen.de/sehen/das-auge/</a> ..... | 16 |
| Abbildung 2: Das Lichtspektrum (vgl. Ertel, 2019. Zugriff am 8. Jänner 2020 unter<br><a href="https://www.bilder-plus.de/cyan.php">https://www.bilder-plus.de/cyan.php</a> ) .....                                   | 19 |
| Abbildung 3: Computergenerierte, belichtete Farbwürfel (vgl. Fairchild, 2013, S. 89) .....                                                                                                                           | 20 |
| Abbildung 4: Parameter für die Farbwahrnehmung (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau,<br>2013, S. 68) .....                                                                                                             | 22 |
| Abbildung 5: Bartelson-Breneman Effekt (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 69)<br>.....                                                                                                                     | 23 |
| Abbildung 6: Simultaner Kontrast (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 70) .....                                                                                                                              | 24 |
| Abbildung 7: Effekt der Frequenz (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 70) .....                                                                                                                              | 24 |
| Abbildung 8: Effekt der Frequenz (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 71) .....                                                                                                                              | 25 |
| Abbildung 9: Helmholtz-Kohlrausch Effekt (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S.<br>72) .....                                                                                                                   | 25 |
| Abbildung 10: Chromatische Anpassung (vgl. Fernandez-Maloigne & Trémeau, 2013, S. 73)<br>.....                                                                                                                       | 26 |
| Abbildung 11: Aufbau des Experiments .....                                                                                                                                                                           | 50 |
| Abbildung 12: Herzfrequenz und Laktatkonzentration beim Stufentest (vgl. Maier et al., 2016,<br>S. 25) .....                                                                                                         | 51 |

## 8. Anhang

### 8.1 Allgemeine Teilnehmer/inneninformation



institut für  
sportwissenschaft



Forschungskooperation:  
Universität Münster, Institut für Sportwissenschaft  
Universität Wien, Institut für Sportwissenschaft  
Projektleitung: Dr. Dennis Dreiskämper  
Ansprechpartner für eventuelle Rückfragen:  
Versuchsleitung: Björn Krenn  
Telefon: +43/1/4277/48823, E-Mail: [bjoern.krenn@univie.ac.at](mailto:bjoern.krenn@univie.ac.at)

### Allgemeine Teilnehmer/inneninformation über die Untersuchung Institut für Sportwissenschaft

#### Der Einfluss von Koffein auf psychologische und physiologische Parameter beim Radfahren in einer fiktiven Konkurrenzsituation

Herzlich Willkommen bei unserer Studie zum Effekt von Koffein auf psychologische und physiologische Parameter beim Radfahren in einer fiktiven Konkurrenzsituation. Wir danken Ihnen für Ihr Interesse und Ihre Teilnahme an der Studie.

#### Ziel der Untersuchung

Ziel dieser Studie ist die Untersuchung des Effekts von regelmäßiger Koffeineinnahme auf **psychologische und physiologische Parameter beim Radfahren in einer fiktiven Konkurrenzsituation**.

#### Ablauf der Studie

Das Experiment findet an zwei Tagen statt. An beiden Tagen werden Sie gebeten, mindestens eine Stunde vor der Untersuchung nichts zu essen, zu trinken oder Ihre Zähne zu putzen. In der Untersuchung bitten wir Sie zunächst, einen Fragebogen zu Ihren demografischen Daten, Ihrem momentanen Gesundheitsstand und Ihrem Koffeinkonsum auszufüllen. Danach wird Ihnen eine Speichelprobe abgenommen. Mithilfe der Speichelprobe wird der Cortisol-Wert (Parameter für Stress) analysiert. Hier werden **keine** weiteren Daten anhand der Speichelprobe ausgewertet oder analysiert. Anschließend werden Sie ersucht, das Ihnen zur Verfügung gestellte Trikot zu wiegen, um mittels Gewichtsunterschied des Trikots nach der Belastungsphase (Fahrrad-Ergometer) die Menge des produzierten Schweißes auswerten zu können. Danach werden Sie gebeten, sich für eine Fahrradergometer-Aufgabe umzuziehen. Währenddessen wird ein Herzfrequenzmonitor angelegt und das bevorstehende Belastungsprotokoll erklärt. Vor dem Beginn der eigentlichen Aufgabe wird Ihnen ein/e Konkurrent/in in einer anderen Versuchsgruppe gezeigt, der/die die Untersuchung bereits durchgeführt hat. Danach werden Sie ersucht, einen

Fragenbogen zu Ihrem aktuellen Befinden auszufüllen und Ihnen wird eine zweite Speichelprobe abgenommen, was notwendig ist, um einen messgenauen Cortisol-Wert zu generieren.

Anschließend können Sie mit der eigentlichen Aufgabe auf dem Fahrradergometer beginnen, die ca. zehn Minuten in Anspruch nehmen wird. Das sogenannte Steep-Ramp-Protokoll ist ein maximaler anaerober Belastungs-Test, in dem alle zehn Sekunden die Belastungsintensität gesteigert wird (Für eine Übersicht siehe Tabelle 1). Das Protokoll endet, sobald Sie die Vorgabe von **60 Umdrehungen pro Minute für einen Zeitraum von drei Sekunden nicht mehr aufrechterhalten können**. Der/Die Versuchsleiter/in beobachtet die verhaltensbezogenen und verbalen Hinweise des/der Teilnehmers/in auf Anzeichen, die ein Stoppen des Protokolls erfordern. Sie haben die Möglichkeit, den Test jederzeit ohne Angabe von Gründen zu beenden. Zudem ist der/die Versuchsleiter/in in Erster Hilfe geschult, sodass er/sie im Fall von Kreislaufproblemen zunächst selbst Erste Hilfe leisten kann und falls nötig, über den Notruf eine/n Notarzt/Notärztin alarmiert. Nach dem Belastungs-Test haben Sie fünf Minuten Zeit, um auszuradeln. Daraufhin wird Ihr Trikot ein weiteres Mal gewogen, um die Menge an Schweiß zu messen, die während der Belastung produziert wurde. Zudem wird der Termin für die zweite Messung (mind. 48 Stunden, max. sieben Tage später) fixiert, an welchem das gleiche Experiment noch einmal durchgeführt wird.

Insgesamt wird das Experiment ca. 90 Minuten in Anspruch nehmen, mit jeweils 40-50 Minuten je Messung.

*Tabelle 1. Überblick über das Steep-Ramp-Protokoll: Das Protokoll endet, sobald Sie die Vorgabe von 60 Umdrehungen pro Minute für drei Sekunden nicht mehr aufrechterhalten können.*

| <i>Phase</i>                  | <i>Dauer in Sekunden</i> | <i>Wattvorgabe</i> |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------|
| <i>1 – Aufwärmen (5 min.)</i> | <i>180</i>               | <i>0</i>           |
| <i>1</i>                      | <i>10</i>                | <i>25</i>          |
| <i>2</i>                      | <i>10</i>                | <i>50</i>          |
| <i>3</i>                      | <i>10</i>                | <i>75</i>          |
| <i>4</i>                      | <i>10</i>                | <i>100</i>         |
| <i>5</i>                      | <i>10</i>                | <i>125</i>         |
| <i>6</i>                      | <i>10</i>                | <i>150</i>         |
| <i>7</i>                      | <i>10</i>                | <i>175</i>         |
| <i>8</i>                      | <i>10</i>                | <i>200</i>         |
| <i>...</i>                    | <i>...</i>               | <i>...</i>         |

Der Ablauf der Studie ist hier im Überblick dargestellt:

| Ablauf                                                  | Dauer  |
|---------------------------------------------------------|--------|
| Erster Tag                                              |        |
| Einverständniserklärung/ Datenschutzerklärung           |        |
| Fragebogen zu Demographie und Gesundheitsstatus         | 15 min |
| Erste Speichelprobe                                     |        |
| Erste Messung des Trikots                               |        |
| Umziehen und Herzfrequenzmonitor anlegen                |        |
| Erklärung der Fahrradergometer-Aufgabe                  | 15 Min |
| Fragebogen zu aktuellem Befinden                        |        |
| Zweite Speichelprobe                                    |        |
| Fahrradergometer-Aufgabe                                | 10 min |
| Cool-Down                                               | 5 min  |
| Zweite Messung des Trikots                              | 5 min  |
| Nachbesprechung                                         |        |
| Zweiter Tag (mind. 48 Stunden, max. sieben Tage später) |        |
| Einverständniserklärung/ Datenschutzerklärung           |        |
| Fragebogen zu Demographie und Gesundheitsstatus         | 15 min |
| Erste Speichelprobe                                     |        |
| Erste Messung des Trikots                               |        |
| Umziehen und Herzfrequenzmonitor anlegen                |        |
| Erklärung der Fahrradergometer-Aufgabe                  | 15 Min |
| Fragebogen zu aktuellem Befinden                        |        |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| Zweite Speichelprobe         |             |
| <hr/>                        |             |
| Fahrradergometer-Aufgabe     | 10 min      |
| <hr/>                        |             |
| Cool-Down                    | 5 min       |
| <hr/>                        |             |
| Zweite Messung des Trikots   | 5 min       |
| Nachbesprechung              |             |
| <hr/>                        |             |
| Gesamtdauer (über zwei Tage) | Ca. 100 min |

Vor der Durchführung der Studie werden Ihnen folgende Formulare zur Kenntnisnahme und Unterschrift vorgelegt:

- ❖ Teilnahmeinformationen
- ❖ Einverständniserklärung

Vor Beginn der Aufgabe füllen Sie einen Fragebogen aus (Fragen zu Demographie, neurophysiologischen Erkrankungen, Gesundheitsstatus)

Erhobene Daten:

- ❖ Cortisol-Level (Speichelprobe)
- ❖ Schweißproduktion (Trikot-Gewicht)
- ❖ Physiologische Parameter
  - Herzfrequenz
  - Radumdrehungen pro Minute (rpm)
  - Wattzahl/ Belastung
- ❖ Psychologische Parameter
  - Aktuelles Befinden
  - Subjektive Bewertung der Leistung

Sollten Sie zum Ablauf noch Fragen haben, wenden Sie sich damit bitte an den/die Versuchsleiter/in.

### **Risiken und Unannehmlichkeiten**

Sie müssen einen Belastungs-Test durchführen, der maximale Beanspruchung erfordert. Dafür müssen Sie vollständig gesund sein. Bitte beachten Sie, dass Sie mit vorhandenen Gesundheitsproblemen (z.B. Erkältung) nicht an der Testung teilnehmen dürfen. Sie können die Messung jederzeit stoppen lassen. Es ist kein Grund dafür erforderlich. Um

gesundheitlichen Risiken vorzubeugen, werden zwischen dem ersten und zweiten Mess-Termin mindestens 48 Stunden eingeplant.

### **Ein- und Ausschlusskriterien**

An der Studie können Personen über 18 Jahre mit visueller Einschränkung (nicht durch Sehhilfe korrigierte Sehschwäche, Farbenblindheit) nicht teilnehmen. Personen, die eine der Fragen des Fragebogens über den aktuellen Gesundheitszustand mit „Ja“ beantworten, werden ebenfalls von der Messung ausgeschlossen.

Sollten Sie noch Fragen zum Ablauf haben, wenden Sie sich damit gerne an die Versuchsleitung.

### **Freiwilligkeit, Anonymität und Datenschutz**

Die Teilnahme an der Studie ist freiwillig. Sie können jederzeit und ohne Angabe von Gründen Ihre Einwilligung zur Teilnahme an dieser Studie widerrufen, ohne dass Ihnen daraus Nachteile entstehen. Auch wenn Sie die Studie vorzeitig abbrechen, haben Sie Anspruch für den bis dahin erbrachten Zeitaufwand entschädigt zu werden.

Die im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten und persönlichen Mitteilungen werden vertraulich behandelt. Diejenigen Mitarbeiter/innen, die durch direkten Kontakt mit Ihnen über personenbezogene Daten verfügen, unterliegen der Schweigepflicht. Die Erhebung der Messdaten erfolgt anonym, d.h. in namentlich nicht gekennzeichnete Form. Ihre Antworten und Ergebnisse werden unter einer Nummer gespeichert. Es existiert eine schriftliche Codierungsliste, die Ihren Namen mit der Nummer verbindet. Die Codierungsliste, die die Zuordnung Ihres Namens zu der für von Ihnen verwendeten Nummer erlaubt, ist nur dem/der Versuchsleiter/in zugänglich. Sie wird in einem abschließbaren Schrank aufbewahrt und nach Abschluss der Datenauswertung vernichtet. Solange die Codierungsliste existiert, können Sie die Löschung aller von Ihnen erhobenen Daten verlangen, es sei denn, die Studie ist bereits zur Veröffentlichung eingereicht. Die Vernichtung der Codierungsliste erfolgt nach einem Zeitraum von sechs Monaten nach der Datenerhebung. Nach Vernichtung der Codierungsliste sind die Daten vollständig anonymisiert; ein Rückschluss auf die einzelne Versuchsperson ist dann nicht mehr möglich. Die anonymisierten Daten werden mindestens vier Jahre gespeichert.

Bitte machen Sie sich bewusst, dass die Ergebnisse der Studie als wissenschaftliche Publikation veröffentlicht werden können. Dies geschieht in anonymisierter Form, d. h. ohne dass Ihre Daten Ihrer Person zugeordnet werden können.

Sollten Sie noch Fragen haben, wenden Sie sich damit gerne an den/die Versuchsleiter/in.  
Björn Krenn (Versuchsleitung)

Telefon: +43/1/4277/48823, E-Mail: [bioern.krenn@univie.ac.at](mailto:bioern.krenn@univie.ac.at)

## 8.2 Einwilligungserklärung



institut für  
sportwissenschaft



Forschungskooperation:  
Universität Münster, Institut für Sportwissenschaft  
Universität Wien, Institut für Sportwissenschaft  
Projektleitung: Dr. Dennis Dreiskämper  
Ansprechpartner für eventuelle Rückfragen:  
Versuchsleitung: Björn Krenn  
Telefon: +43/1/4277/48823, E-Mail: bjoern.krenn@univie.ac.at

### Einwilligungserklärung

#### Der Einfluss von Koffein auf psychologische und physiologische Parameter beim Radfahren in einer fiktiven Konkurrenzsituation

Ich (Name des Teilnehmers/der Teilnehmerin in Blockschrift)

\_\_\_\_\_

Geboren am

\_\_\_\_\_

bin mündlich und schriftlich über die Studie und den Versuchsablauf aufgeklärt worden. Ich habe alle Informationen vollständig gelesen und verstanden. Sofern ich Fragen zu dieser vorgesehenen Studie hatte, wurden sie von Herrn XY oder Herrn YZ vollständig und zu meiner Zufriedenheit beantwortet.

Mit der beschriebenen Handhabung der erhobenen Daten bin ich einverstanden. Die Aufzeichnung und Auswertung der Daten erfolgt pseudonymisiert, d.h. unter Verwendung einer Nummer und ohne Angabe meines Namens. Es existiert eine Codierungsliste, die meinen Namen mit dieser Nummer verbindet. Diese Codierungsliste ist nur dem Versuchsleiter zugänglich und wird nach Abschluss der Datenauswertung, also nach sechs Monaten, gelöscht. Mir ist bekannt, dass ich meine Einverständnis zur Aufbewahrung bzw. Speicherung dieser Daten widerrufen kann, ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Ich bin darüber informiert worden, dass ich jederzeit eine Löschung aller meiner Daten verlangen kann. Wenn allerdings die Codierungsliste bereits gelöscht ist, kann mein Datensatz nicht mehr identifiziert und also auch nicht mehr gelöscht werden, außerdem können meine Daten nicht mehr gelöscht werden, wenn die Studie zur Veröffentlichung eingereicht ist. Meine Daten sind dann anonymisiert. Ich bin einverstanden, dass meine anonymisierten Daten zu Forschungszwecken weiter verwendet werden können und mindestens vier Jahre gespeichert bleiben.

Ich hatte genügend Zeit für eine Entscheidung und bin bereit, an der o. g. Studie teilzunehmen. Ich weiß, dass die Teilnahme an der Studie freiwillig ist und ich die Teilnahme jederzeit ohne Angaben von Gründen beenden kann.

Eine Ausfertigung der Teilnehmerinformation über die Untersuchung und eine Ausfertigung der Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Die Teilnehmerinformation ist Teil dieser Einwilligungserklärung.

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum & Unterschrift  
des Teilnehmers/der Teilnehmerin

Mein Name steht nur auf dieser Einwilligungserklärung, welche getrennt aufbewahrt wird. Mit meiner Unterschrift bestätige ich, dass ich diesem Probanden/dieser Probandin Ziel und mögliche Risiken und Unannehmlichkeiten dieser Studie erklärt habe und ihm/ihr eine Kopie der Einwilligungserklärung ausgehändigt habe.

\_\_\_\_\_  
Ort, Datum & Unterschrift des Versuchsleiters

\_\_\_\_\_  
Name des Versuchsleiters in Druckschrift

### 8.3 Fragebogen zum aktuellen Gesundheitszustand

#### Aktueller Gesundheitszustand

Nehmen Sie derzeit Medikamente (z.B. Antibiotika) ein, deren Einnahme die Teilnahme an dieser Studie gefährden könnten?

☐ Ja      ☐ Nein

Haben Sie derzeit eine akute Erkrankung?

☐ Ja      ☐ Nein

Haben Sie derzeit eine akute Verletzung?

☐ Ja      ☐ Nein

Haben Sie eine chronische oder erst kürzlich zurückliegende Herz-Kreislauf Erkrankung?

☐ Ja      ☐ Nein

Haben Sie eine Atemwegserkrankung (z.B. Asthma)?

☐ Ja      ☐ Nein

Gibt es sonstige medizinische Indikationen, die das Radfahren erschweren können?

☐ Ja      ☐ Nein

Wenn ja, welche? \_\_\_\_\_

**Hinweis:** Bitte beachten Sie, dass Sie mit vorhandenen Gesundheitsproblemen (z.B. Erkältung) nicht an der Testung teilnehmen dürfen.

## 8.4 Angaben zur Person und zur sportlichen Vorgeschichte

### Angaben zur Person und zur sportlichen Vorgeschichte

**Geschlecht:** ☐ weiblich ☐ männlich

**Alter:** \_\_\_\_\_

**Größe (in cm):** \_\_\_\_\_

**Gewicht (in kg):** \_\_\_\_\_

#### **Sehschwäche:**

Haben Sie eine Sehschwäche? ☐ Ja ☐ Nein

Wenn ja, welche Sehhilfe tragen Sie? ☐ Brille ☐ Kontaktlinsen  
☐ Keine

#### **Koffein-Konsum:**

Wie viele Tassen Kaffee haben Sie in den letzten 48 Stunden getrunken?

\_\_\_\_\_

Haben Sie irgendwelche anderen koffeinhaltige Lebensmittel oder Getränke in den letzten 48 Stunden konsumiert?

☐ Ja ☐ Nein

Wenn ja, welche waren das und viel haben Sie davon zu sich genommen?

\_\_\_\_\_

Wie viele Tassen Kaffee trinken Sie durchschnittlich in einer Woche?

\_\_\_\_\_

Welche sportlichen Tätigkeiten haben Sie innerhalb der letzten 48 Stunden durchgeführt?

\_\_\_\_\_

Bezogen auf die vorherige Frage, bitte führen Sie je sportlicher Tätigkeit die geschätzte Dauer und Ihre gefühlte Intensität von 1 (gar nicht intensiv) bis 7 (sehr intensiv - ausbelastet) an:

\_\_\_\_\_

## 8.5 Fragebogen zur Befindlichkeit (1)

Bitte bewerten Sie nun ihre aktuelles Befinden:

1      2      3      4      5      6  
sehr

Wie fühlen Sie sich gerade? Bitte stufen Sie beliebig ab.

Gar  
nicht

Ich fühle mich ...

Kraftvoll

☐   ☐   ☐   ☐   ☐   ☐

Energisch

☐   ☐   ☐   ☐   ☐   ☐

Dominant

☐   ☐   ☐   ☐   ☐   ☐

Selbstbewusst

☐   ☐   ☐   ☐   ☐   ☐

Aggressiv

☐   ☐   ☐   ☐   ☐   ☐

Angespannt

☐   ☐   ☐   ☐   ☐   ☐

Besorgt

☐   ☐   ☐   ☐   ☐   ☐

Eingeschüchtert

☐   ☐   ☐   ☐   ☐   ☐

**Bis zu welcher Wattzahl glauben Sie den Test absolvieren zu können?**

Bitte kreuzen Sie die zutreffendste Antwort in dem jeweiligen Kästchen neben der Wattzahl an.

25 Watt      275 Watt

50 Watt      300 Watt

75 Watt      325 Watt

100 Watt      350 Watt

125 Watt      375 Watt

150 Watt      400 Watt

|          |           |
|----------|-----------|
| 175 Watt | 425 Watt  |
| 200 Watt | 450 Watt  |
| 225 Watt | 475 Watt  |
| 250 Watt | 500 Watt  |
|          | >500 Watt |

Wie sicher sind Sie die angekreuzte Wattanzahl zu erreichen?

|                                  |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1                                | 2                     | 3                     | 4                     | 5                     | 6                     | 7                     | 8                     | 9                     | 10                    |
| Gar<br>nicht<br>sicher           |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       |                       | Sehr<br>sicher        |
| <input checked="" type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

## 8.6 Fragebogen zur Befindlichkeit (2)

Bitte bewerten Sie nun Ihr Leistungsverhalten und  
Ihre Verfassung am Ergometer während des Tests.  
Bitte stufen Sie beliebig ab.

| 1            | 2 | 3 | 4 | 5 | 6    |
|--------------|---|---|---|---|------|
| Gar<br>nicht |   |   |   |   | sehr |

Ich beurteile meine Leistung als ...

Kraftvoll

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

Energisch

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

Dominant

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

Selbstbewusst

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

Aggressiv

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

Angespannt

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

Besorgt

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

Eingeschüchtert

|                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|

Bitte bewerten Sie nun das Leistungsverhalten und die Verfassung Ihres/Ihrer Kontrahent/In. Bitte stufen Sie beliebig ab.

| 1         | 2 | 3 | 4 | 5 | 6    |
|-----------|---|---|---|---|------|
| Gar nicht |   |   |   |   | sehr |

Ich beurteile die Leistung des/der KontrahentIn ...

|                 |                       |                       |                       |                       |                       |                       |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Kraftvoll       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Energisch       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Dominant        | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Selbstbewusst   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Aggressiv       | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Angespannt      | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Besorgt         | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Eingeschüchtert | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |