



universität
wien

DIPLOMARBEIT / DIPLOMA THESIS

Titel der Diplomarbeit / Title of the Diploma Thesis

„Farbpsychologie im Sport - Einfluss der Farbe Rot auf
die Kraftleistung“

verfasst von / submitted by

Tanja Carina Minychthaler

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree
of

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2017 / Vienna, 2017

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

A 190 347 482

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

Lehramtstudium UF Französisch
UF Bewegung und Sport

Betreut von / Supervisor:
Mitbetreut von / Co-Supervisor:

Univ. Ass. MMag. Dr. Clemens Ley
Mag. Dr. Björn Krenn

Eidesstattliche Erklärung

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

Wien, Juni 2017

Tanja Minychthaler

"In visual perception a color is almost never seen as it really is."
(Albers, 2006, S.1)

Danksagung

In erster Linie möchte ich meinem Diplomarbeitsbetreuer Mag. Dr. Björn Krenn für die Betreuung sowie für die Unterstützung bis zur Fertigstellung der Diplomarbeit danken. Obwohl die Arbeit zu Beginn eine unüberwindbare Hürde zu sein schien, ermutigte mich Herr Krenn, sich der Herausforderung zu stellen und die Studie nach meinen Vorstellungen durchzuführen. Insbesondere in der Vorbereitungsphase für die Durchführung meiner Studie stand er mir stets zur Seite und schenkte mir viel seiner Zeit.

Weiters danke ich allen ProbandInnen für ihre Bereitschaft und ihr Interesse am Versuchsgeschehen. Dank ihrer Flexibilität und dem Engagement war es möglich, die Studie in nur zwölf Tagen durchzuführen. Außerdem danke ich ihnen für ihre Geduld und ihr Durchhaltevermögen, da die Durchführung der Studie nicht immer problemlos stattfinden konnte.

Ich bedanke mich ebenso bei meiner Familie, die mich die ganze Zeit über gefördert und ermutigt hat. Sie stand immer mit Rat und Tat zur Seite und gab mir Halt und die notwendige Unterstützung. Genauso gilt ein großer Dank auch meinen Freunden und Freundinnen, die mir während meines Studiums viel Kraft und Motivation gaben und immer für mich da waren.

Zuletzt danke ich meinem Freund, der mich die ganze Zeit meines Studiums begleitet hat. Er war mir immer eine große Stütze, da er mir besonders in stressigen Phasen die nötige Ruhe verschafft hat. Er hörte nie auf an mich zu glauben, wusste mich aufzubauen und stärkte mich mit seiner Liebe.

Es bedeutet mir viel, diese tollen Menschen zu kennen und danke allen herzlichst für die Unterstützung, das Engagement und ihre Zeit.

Abstract (deutsch)

Die vorliegende Diplomarbeit knüpfte an den aktuellen Forschungsstand an, um neue Erkenntnisse in der Farbforschung zum Einfluss von Farbe auf die Kraftleistung zu erhalten. Da der rote Farbreiz sowohl in der Tierwelt als auch beim Menschen einen Indikator für Bedrohung darstellt, wurde zumeist Rot in der Farbforschung herangezogen. In Anlehnung an bisherige Studien wurde in der vorliegenden Studie der Forschungsfrage nachgegangen, ob ein roter Farbreiz zu einer Steigerung der Kraftleistung führt.

Im Zuge der Studie wurden 46 ProbandInnen, bei viermaliger Wiederholung, auf ihre Maximalkraft der rechten Oberschenkelmuskulatur unter Farbeinfluss mittels isometrischer Messung getestet. Bei jeder Messung waren sie jeweils einer Farbe (Schwarz, Rot, Blau, Grau) ausgesetzt. Die Reihenfolge der Farbdarbietung wurde durch einen Zufallsgenerator gesteuert. Die Farbmanipulation erfolgte durch einen in der jeweiligen Farbe geschriebenen Countdown (5-4-3-2-1) und durch die darauffolgende, in gleicher Farbe geschriebene, Instruktion („PUSH!“). Der Instruktionsbefehl war über die komplette Kontraktionsdauer am Bildschirm sichtbar. Nach jeder Wiederholung führten die ProbandInnen eine Bewertung des aktuellen Versuchs, sowie des aktuellen Befindens durch.

Die Auswertung dieser Studie zeigte keinen signifikanten Einfluss der Farbe Rot, sodass die leistungssteigernde Wirkung von Rot im Kraftleistungsbereich nicht bestätigt werden konnte. Allerdings konnte festgestellt werden, dass der rote Farbreiz im evaluativen Kontext einen signifikanten Unterschied aufweist. Die ProbandInnen bewerteten ihren Versuch bei roter Farbdarbietung besser als bei den übrigen Farben.

Aufgrund der Ergebnisse konnte die Forschungsfrage soweit beantwortet werden, dass die Farbe Rot, anders als erwartet, keine leistungssteigernde Wirkung in der Kraftleistung hat. Die durch die Studie gewonnenen Resultate deuteten nicht darauf hin, dass es eine Verbindung zwischen Rot und der Kraftleistung gibt.

Schlagworte: Farbe – Rot – Kraftleistung – Farbeinfluss – Maximalkraft – Leistungsanstieg

Abstract (english)

This thesis was focused to get insight into the effect of colors on the physical performance. Because the stimulus of the color red represents an indication of danger both in the animal kingdom and the human world, it has often been at the center of color research. In style of hitherto existing research, this study has been conducted to determine whether the stimulus of the color red has an increasing effect on physical performance.

In the study, 46 participants were tested to the maximal strength output of their quadriceps muscle on 4 repetitions under the influence of a different color stimulus (black, red, blue, grey) using isometric measurement. The order of the stimulating colors was chosen by a randomizing algorithm. The color manipulation occurred on a countdown followed by the instruction "PUSH!" both being in the same stimulating color. The "PUSH!" instruction was visible on the screen over the whole duration of each repetition. After each repetition the participant had to rate the repetition and their current mood.

The analysis of the study delivered no significant results that the color red had an increasing effect on physical strength output. However, it was concluded that on an evaluative basis, the color red showed a significant impact. The participants rated the repetition with the red stimulus more positive than the repetitions with the other 3 colors.

Due to the results, the research question could be answered to the extent that the color red had no increasing effect on physical strength output. The results gained from the study do not suggest a link between the color red and physical performance.

Keywords: color – red – physical strength output – maximum force – performance enhancement

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
2 Der Wahrnehmungsprozess im Allgemeinen	3
2.1 Prinzipien der Wahrnehmungstheorie.....	5
3 Das Farbsehen	8
3.1 Die drei Dimensionen der Farbe	10
3.1.1 Farbton	10
3.1.2 Helligkeit	10
3.1.3 Intensität	11
4 Einführung in die Farbforschung	12
4.1 Der Aspekt der Farbe in der Evolutionsbiologie	12
4.2 Die „Color-in-Context Theory“	13
4.2.1 Prämissen der Theorie.....	14
4.3 Die Farben der Studie	17
4.3.1 Die Farbe Rot	17
4.3.2 Die Farbe Blau	19
4.3.3 Die Farbe Grau	20
4.4 Farben und deren physiologischer und psychologischer Einfluss	20
4.5 Farben im Leistungskontext.....	22
4.5.1 Sportliche Leistung im Wettkampf.....	22
4.5.2 Geistige Leistung des Individuums.....	25
4.5.3 Vermeidungsmechanismus.....	26
4.6 Einfluss der Farbe Rot auf die Kraftleistung.....	27
4.6.1 Studie von Elliot und Aarts (2011).....	28
4.6.2 Studie von Payen et al. (2011).....	29
4.6.3 Schlussfolgerung aus den beiden Studien	29
4.6.4 Ableitung der Forschungsfrage	30

5 Methode	31
5.1 Untersuchungsdesign.....	31
5.2 Stichprobe	32
5.3 Testablauf	35
5.4 Testleitung.....	39
5.5 Material	40
5.5.1 IsoMed 2000	41
5.5.2 Bildschirmpräsentation.....	44
5.5.3 Farbmanipulation	49
5.6 Definition der Variablen	52
5.7 Definition der Forschungsfragen und Hypothesen	54
6 Datenauswertung	60
6.1 Häufigkeiten der Farbreihenfolge und ersten Farbbedingung	60
6.2 Darstellung der Ergebnisse	62
6.2.1 Forschungsfrage 1	62
6.2.2 Forschungsfrage 2	66
6.2.3 Forschungsfrage 3	68
6.2.4 Forschungsfrage 4	70
6.2.5 Forschungsfrage 5	72
7 Diskussion der Studie	75
8 Conclusio.....	81
9 Literaturverzeichnis	83
11 Abbildungsverzeichnis	87
12 Tabellenverzeichnis	89
13 Anhang.....	90
13.1 Protokoll	90
13.2 TeilnehmerInneninformation und Einwilligungserklärung	91

1 Einleitung

Die Diplomarbeit trägt den Titel „Farbpsychologie im Sport - Einfluss der Farbe Rot auf die Kraftleistung“ und befasst sich mit der Forschungsfrage inwiefern die Farben Blau, Grau und Rot die maximale Kraftleistung (der rechten Oberschenkelmuskulatur) signifikant beeinflussen.

Farben sind allgegenwärtig und werden von der Tierwelt und von Menschen unbewusst wahrgenommen. Ganz egal wo hingesehen wird, es ist die ganze Welt voll von Farben. Menschen, Objekte, Tiere und die Umwelt strahlen Farben aus, sogar im Traum existieren Farben und werden dort verarbeitet (Elliot, Maier, Moller, Friedman & Meinhardt, 2007).

In Anbetracht der Tatsache, dass Farben omnipräsent für den Menschen sind, ist es nicht verwunderlich, dass in den letzten Jahren viel im Bereich der Farbforschung unternommen wurde. Das Interesse an der Farbe in den Bereichen der Physik, Physiologie und der Psychologie zeigte sich am Anstieg der Forschungen, wobei noch wenige Untersuchungen in der Farbpsychologie bezüglich der psychologischen Funktionsweise von Farbe durchgeführt worden sind (Elliot et al., 2007).

Die Farbe Rot ist die Farbe, die bei Untersuchungen in der Farbforschung am meisten verwendet wird, da ihr eine besondere Bedeutung zugetragen wird. Sie scheint verschieden auf Emotion, Motivation und Kognition des Menschen zu wirken. Die Stärke des Einflusses hängt von den Assoziationen ab, die je nach Kontext mehr oder weniger bedeutsam erscheinen. Rot wird nicht nur bei den Menschen sondern auch in der Tierwelt mit Bedrohung und Gefahr assoziiert (Payen, Elliot, Coombes, Chalabaev, Brisswalter & Cury, 2011). Bedrohliche Reize nötigen sowohl Mensch als auch Tier dazu, sofort und so schnell wie möglich darauf zu reagieren um sich in Sicherheit zu bringen. Rot wird daher unter anderem dafür eingesetzt um vor Gefahr zu warnen (Payen et al, 2011).

Die signalisierende Funktion von Rot macht sich im Alltag am Beispiel der Warnschilder oder Ampeln im Verkehr bemerkbar. Es steht für Gefahr, die im Falle einer Missachtung der Verkehrsregeln auftreten kann.

Wissenschaftliche Studien befassten sich mit dem Farbeffekt von Rot sowohl im sportlichen als auch im außersportlichen Kontext. Elliot et al. (2007) zeigten, dass Rot in einem Leistungskontext den Menschen in seiner Leistung hemmt, da das Gefühl der Bedrohung hervorgerufen wird und eine Angst vor Misserfolg/Versagen entsteht. Dieser Abwehrmechanismus scheint bei kognitiver Leistungserbringung ein Störfaktor zu sein (Elliot et al., 2007).

Aufgrund der Annahme, dass Rot in Verbindung mit Gefahr steht und diese wiederum zu einem Fluchtverhalten beziehungsweise Defensivverhalten führt, wurde eine Studie von

Elliot und Aarts (2011) mit der Forschungsfrage durchgeführt, ob die Farbwahrnehmung von Rot die Maximalkraft und die Schnelligkeit der Kraftentwicklung signifikant beeinflusst. Als Erweiterung der Studie von Elliot und Aarts (2011) führten Payen et al. (2011) eine ähnliche Studie durch, die sich dadurch unterscheidet, dass die ProbandInnen dem Farbreiz wesentlich länger vor der Testung ausgesetzt wurden. Durch den Vergleich der beiden Studien wurde gezeigt, dass der Zeitpunkt der Farbwahrnehmung einen wesentlichen Einfluss auf die Wirkung der Farbe hat. Die beiden Studien werden in Kapitel 4.6.4 *Ableitung der Forschungsfrage* näher beschrieben.

Trotz unterschiedlicher Studien zu diesem Thema, können noch keine verbindlichen Aussagen über den Einfluss der Farbe Rot auf psychologische Vorgänge und Bewegungen getroffen werden. Die Ergebnisse bestehender Studien sind teils widersprüchlich, da sowohl ein positiver als auch negativer Effekt von Rot festgestellt werden konnte. Elliot und Aarts (2011) zeigten beispielsweise einen leistungssteigernden Effekt von Rot auf die Finger- und Handgriffkraft, während Payen et al. (2011) zu einem gegenteiligen Ergebnis kamen. In ihrer Studie führte die Darbietung des roten Farbreizes vor der Leistungserbringung zu einem hemmenden Effekt. Payen et al. (2011) argumentieren ihre Ergebnisse aufgrund der zeitlichen Komponente der Farbdarbietung. Der Grund der Leistungshemmung lag darin, dass die ProbandInnen der Farbe weit vor der Krafterbringung ausgesetzt waren, wogegen bei Elliot und Aarts (2011) der Farbreiz kurz vor beziehungsweise während der Krafterbringung gegeben war.

Um zu weiteren Erkenntnissen hinsichtlich des Farbeinflusses auf die Kraftleistung zu kommen, sind weitere Studien wünschenswert, die dem Anspruch an eine zureichende Standardisierung gerecht werden. Aufgrund des bisherigen kargen Erkenntnisgewinns über den Farbeinfluss auf die Kraftleistung, ist der aktuelle Forschungsstand diesbezüglich noch ausbaufähig.

Um die Forschungslücke aufzugreifen und zu weiteren wissenschaftlichen Erkenntnissen zu gelangen, wird im Rahmen dieser Diplomarbeit eine Studie durchgeführt, bei der die Wirkung der Farbe Rot auf die Muskelkraft überprüft wird.

Es soll durch die Studie herausgefunden werden, ob es einen signifikanten Unterschied bei der Farbe Rot im Vergleich zu den Kontrollfarben Blau und Grau in der Krafterbringung gibt. Ziel ist es, mithilfe der Studie die Annahme zu bestätigen, dass die Farbe Rot aktivierend wirkt und eine leistungssteigernde Wirkung aufweist.

2 Der Wahrnehmungsprozess im Allgemeinen

In diesem Kapitel wird auf den Prozess der Wahrnehmung eingegangen und auf die Beeinflussbarkeit der Wahrnehmungsvorgänge hingewiesen.

Visuelle Wahrnehmung fängt bereits mit dem Öffnen der Augen an. Alles, was der Mensch sieht, wird durch das Auge wahrgenommen und im Gehirn verarbeitet (Düchting, 2003).

Die Wahrnehmung ist ein dynamischer Vorgang, bei dem das Individuum sowohl Gegenstände als auch Situationen eine Bedeutung zuschreibt (Mester, Grupe, Heinemann, Lenk, Lotz & Weicker, 1988).

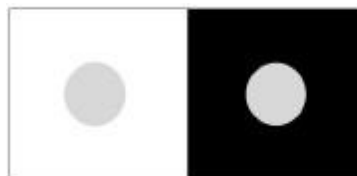
Die Lehre, die sich mit den Wahrnehmungsprozessen und den einhergehenden physiologischen Vorgängen der Sinnesorgane befasst, wird Sinnesphysiologie genannt (Becker-Carus, 2017).

In der Sinnesphysiologie wird zwischen der objektiven und subjektiven Wahrnehmung unterschieden. Unter der objektiven Wahrnehmung wird die Reizaufnahme über die fünf Sinnesorgane verstanden. Menschen, die den gleichen Reizen ausgesetzt sind, nehmen auch das Gleiche wahr. Die aufgenommenen gleichen Reize werden im Gehirn jedoch von den Menschen unterschiedlich verarbeitet und bewertet. So kommt es zu einer subjektiven Wahrnehmung, die stark von individuellen Faktoren (Erfahrung, Stimmung,...) abhängig ist (Prändl, 2011a).

Bei der Reizwahrnehmung können laut Prändl (2011b) drei Grundsätze (Umfeld, Kompromiss und Selektion) angegeben werden:

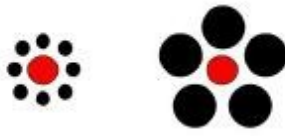
Umfeld

Laut Prändl (2011b) wird die Wahrnehmung der Reize oft durch das Umfeld beeinflusst. Dies kann anhand einiger optischer Täuschungen belegt werden.



*Abb. 1: optische Täuschung 1
(Prändl, 2011b)*

Die grauen Kreise werden je nach umgebendem Hintergrund (weiß/schwarz) in ihrer Helligkeit unterschiedlich wahrgenommen, obwohl sie den selben Grad der Helligkeit aufweisen (Prändl, 2011b).



*Abb. 2: optische Täuschung 2
(Prändl, 2011b)*

Die roten Kreise werden je nach Größe der umgebenden schwarzen Kreise unterschiedlich groß wahrgenommen, obwohl sie dieselbe Größe haben (Prändl, 2011b).

Kompromiss

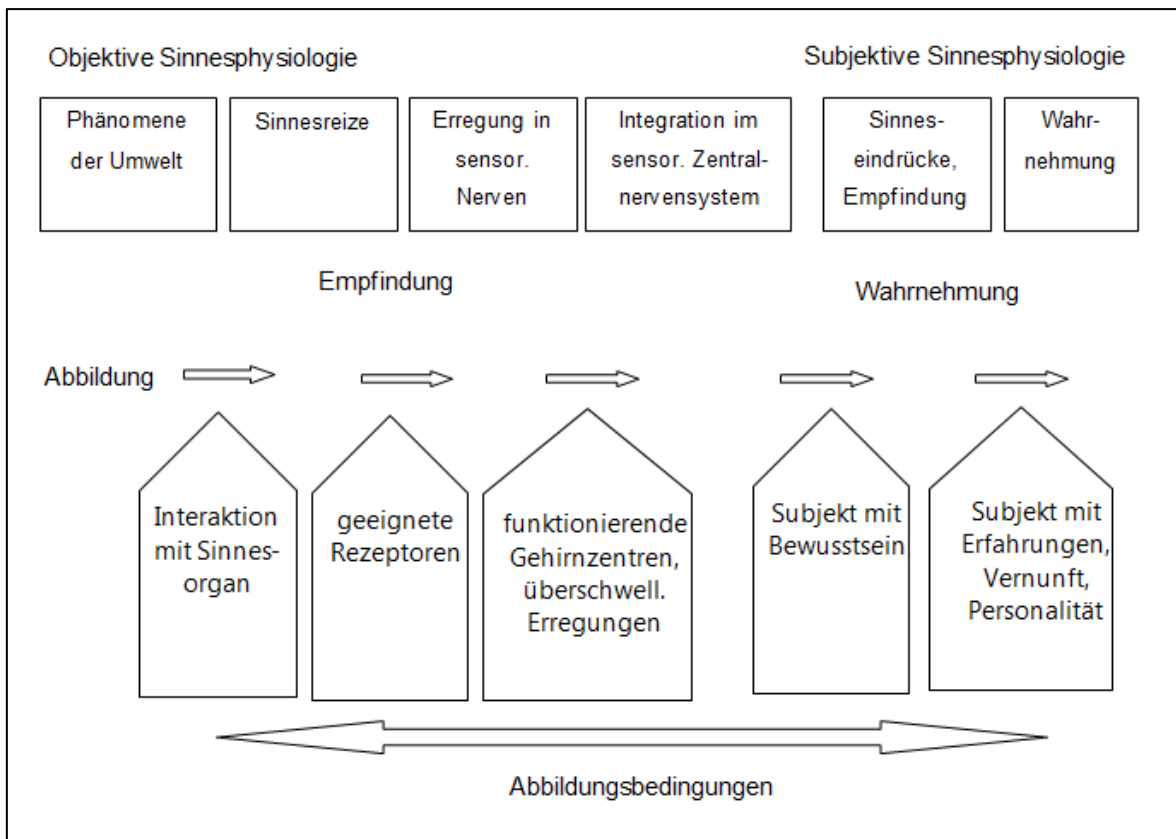
Wenn eine Person beim Betrachten eines Objekts oder einer Person eine bestimmte Erwartungshaltung hat, hat dies einen Einfluss auf seine Wahrnehmung. Die Wahrnehmung bildet einen Kompromiss zwischen dem Erwarteten und tatsächlich Vorliegenden (Prändl, 2011b).

Selektion

Da auf den Menschen immer unzählige Reize ausgeübt werden, ist es erforderlich, dass eine Auswahl der aufgenommenen Reize erfolgt, da es sonst zu einer Reizüberfrachtung kommen würde. Es werden nur jene Reize bewusst wahrgenommen, die für das Individuum von Bedeutung sind (Prändl, 2011b).

Die vorliegende Abbildung 3 veranschaulicht den Wahrnehmungsprozess und führt die Bereiche der objektiven und subjektiven Sinnesphysiologie an.

Das Gehirn speichert viele Informationen die dann mit dem Erlebnis verbunden beziehungsweise verknüpft werden. So entsteht es, dass ein Reiz eine bestimmte Reaktion verursacht, da die Vorerfahrung beziehungsweise die verknüpfte Information mit dem Reiz verbunden ist (Mester et al., 1988). Der in Abbildung 3 dargestellte Wahrnehmungsvorgang ist ein innerer Prozess, der von außen nicht betrachtet werden kann.



*Abb. 3: Abbildungsverhältnisse in der Sinnesphysiologie
(mod. n. Mester et al., 1988, S.10)*

Mester et al. (1988) sprechen erst dann von Wahrnehmung, wenn die Verarbeitung im Gehirn und der damit einhergehende Bewertungsprozess des Individuums nicht von der Leistung der Sinnesorgane getrennt werden können. Im Folgenden werden Prinzipien angeführt, die die Wahrnehmungstheorie unterstützen.

2.1 Prinzipien der Wahrnehmungstheorie

Maxeiner (1989) beschreibt drei Prinzipien der Wahrnehmung, die in diesem Kapitel angeführt werden.

1.) Flexibilität der Wahrnehmung

Durch die Flexibilität kann der Mensch einem Reiz (optisch oder akustisch) trotz unterschiedlicher Form oder Darstellung die gleiche Bedeutung zuschreiben. So stellt beispielsweise die unterschiedliche Schreibweise eines Buchstabens kein Problem in der Wahrnehmung dar. Es können nicht nur unterschiedlichen Reizen eine Bedeutung, sondern auch umgekehrt gleichen Reizen unterschiedliche Bedeutung zugetragen werden (Maxeiner, 1989).

2.) Konzeptgesteuerte Wahrnehmung

Unter konzeptgesteuert wird laut Maxeiner (1989) eine symbolische Analyse eines Reizes verstanden, die aufgrund von Konzepten entsteht. Konzepte sind Begriffe die den Erkennungsprozess steuern und den Wahrnehmungsprozess beeinflussen. Ein Beispiel dafür ist das bekannte Bild der Kippfigur (Abb. 4) bei der je nach Interpretation beziehungsweise Wahrnehmung sowohl eine Vase als auch Gesichter wahrgenommen werden können. Je nach Konzept (Vase oder Gesichter) variiert das Endprodukt der Wahrnehmung obwohl das Ausgangsbild identisch ist (Maxeiner, 1989).



Abb. 4: Kippfigur
(Chang, Dooley & Tuovinen, 2002 S.6)

3.) Datengesteuerte Wahrnehmung

Wenn allerdings kein Konzept existiert, wird die Wahrnehmung ausschließlich von Daten beeinflusst, die unmittelbar vorliegen und nicht interpretierbar sind.

Prinzipiell findet daten- und konzeptgesteuerte Wahrnehmung immer gleichzeitig statt. Je nach Reizdarbietung kann die eine oder andere Form der Wahrnehmung überwiegen. Die Abbildung 5 verdeutlicht die Zusammenarbeit von daten- und konzeptgesteuerter Wahrnehmung.



*Abb. 5: Datengesteuerte Wahrnehmung
(Maxeiner, 1989, S.17)*

Anfangs werden nur weiße und schwarze Flecken, sprich Daten, wahrgenommen, da kein Konzept vorliegt. Wenn aber das Konzept bekannt ist, wird die Abbildung sofort konzeptgesteuert wahrgenommen. Das Konzept für diese Abbildung lautet Dalmatiner (Maxeiner, 1989). Dadurch kann in diesem Bild ein schnüffelnder Hund wahrgenommen werden.

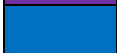
Neben der Begriffsbestimmung der Wahrnehmung ist es für diese Arbeit jedoch von Bedeutung den Prozess des Farbsehens aufzugreifen und tiefgründiger zu behandeln. Es stellt sich die grundlegende Frage, wie Farben überhaupt wahrgenommen werden können.

3 Das Farbsehen

Newton war der erste Naturforscher, der bewiesen hat, dass das Sonnenlicht mehrere Farben beinhaltet (Düchting, 2003). Das Licht besteht aus mehreren Wellenlängenbereichen, wobei Wellenlängen von 380 bis 750 nm vom menschlichen Auge erfasst werden können. Wird das weiße Licht mit einem Prisma aufgetrennt, so sind die Farben des Regenbogens, abhängig von der Wellenlänge, zu erkennen (Rudolph, 2014).

In der folgenden Tabelle sind die sichtbaren Wellenlängenbereiche aufgelistet.

*Tab. 1: Wellenlängenbereiche der Spektralfarben
(mod. n. Rudolph, 2014)*

	Farbe	Wellenlänge in [nm]
	Violett	380-420
	Blau	420-490
	Grün	490-575
	Gelb	575-585
	Orange	585-650
	Rot	650-750

Laut Düchting (2003) hatte Newton schon betont, dass die Welt farblos ist und erst durch das Auge und die Vorgänge im Gehirn Farben im Kopf entstehen. Naturerscheinungen wie der Regenbogen, Seifenblasen oder verschüttetes Öl auf der Straße verdeutlichen die Zerlegung des Lichts in seine unterschiedlichen Wellenlängen, die dann in Form von Farbe für das Auge ersichtlich werden.

Das menschliche Auge enthält sogenannte Zapfen, die jeweils drei Rezeptoren aufweisen. Jedes der Farbrezeptoren enthält ein Pigment, welches unterschiedlich auf Wellenlängen reagiert. Je nach Lichteinfall werden die Wellenlängen in den Bereichen Blau, Grün-Gelb oder Orange-Rot verschieden stark absorbiert. Durch die Anzahl der erregten Zapfen kann das Gehirn den Farbton interpretieren und die Farbe wird wahrgenommen. Wenn beispielsweise ein Lichtstrahl mit einer Wellenlänge von 610 Nanometern auf die Netzhaut trifft, wird der Orange-Rot-Bereich Großteils die Wellenlängen absorbieren, der Grün-Gelb-Bereich nur sehr gering und der Blau-Bereich gar nicht. Diese Information fasst das Gehirn auf und interpretiert die Farbe Orange.

Das Farbsehen des Menschen ist durch die drei Farbrezeptoren für Rot, Blau und Grün bedingt. Alle anderen Farben werden aus den drei Hauptfarben zusammengesetzt.

Das Farbspektrum bietet eine riesen Bandbreite an Farbnuancen, die das menschliche Auge wahrnehmen kann. Ein Mensch kann beispielsweise bis zu 1400 verschiedenen Blautönen, 1375 Brauntönen, 1000 Rottönen und 820 Grüntönen unterscheiden (Düchting, 2003).

Bei den meisten Säugetieren gibt es weniger Farbrezeptoren, was bedeutet, dass die Unterscheidung von Farben wesentlich schwieriger und das Farbsehen eher eintönig ist (Mester et al., 1988).

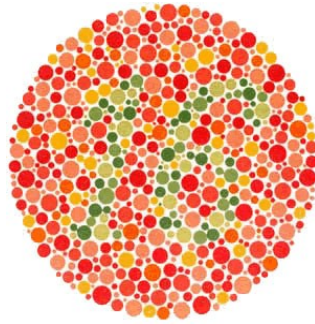
Etliche Tiere sehen kaum bis gar keine Farben wie beispielsweise der Stier. Die Tatsache, dass im Stierkampf ein rotes Tuch verwendet wird liegt nicht in der Absicht das Tier zu bedrohen, sondern darin, den ZuschauerInnen Nervenkitzel zu verleihen. Da der Stier farbenblind ist, ist die Wahl der Tuchfarbe völlig gleichgültig. Der Grund für die Farbe Rot liegt darin, dass die Menschen mit Rot Blut, Gefahr und Bedrohung assoziieren und der Stierkampf dadurch spannender wird (Drösser, 1997).

Die Sinnesorgane sind dafür verantwortlich, inwieweit die Realität wahrheitsgetreu wiedergegeben werden kann (Maxeiner, 1989). Menschen nehmen die Farben allerdings verschieden wahr. So scheint für den Einen eine bläuliche Farbe mehr ins Violett zu gehen und für den Anderen ist es ein eindeutiges Blau.

Das Farbsehvermögen kann laut Mester et al. (1988) mithilfe eines Farbsehtests überprüft werden. In diesem Test werden mittels Spektralfarbenmischapparat die Farben so vermischt, dass geprüft werden kann, ob die Person die Farben Rot und Grün unterscheiden kann. Mit dieser Methode kann festgestellt werden inwieweit eine Rot-Grün-Schwäche oder sogar Farbenblindheit besteht.

In diesem Test soll eine grüne Zahl aus einem rot-orangen Farbfeld heraus gesehen werden können. Dies funktioniert nur, wenn das Gehirn beziehungsweise das Auge die Farbwahrnehmung so organisieren kann, dass sich im Falle der Abbildung 4 die grüne Farbe abhebt und die Zahl erkannt werden kann. Personen die eine Farbenschwäche haben, können diese Zahl nicht wahrnehmen. Bei einer schweren Farbenblindheit wird von einer sogenannten Dichromasie gesprochen (Mester et al., 1988).

Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft einen Farbsehtest, bei dem eine Zahl erkannt werden soll.



*Abb. 6: Farbsehtest auf Rot-Grün-Schwäche
(Berghäuser, 2017)*

Die Farbe des Lichts kann durch ihre Wellenlänge festgelegt werden. Sobald Farbe aber abgebildet werden soll, sei es auf Objekten oder Bildschirmen, so werden drei Dimensionen der Farbe als Referenzwert herangezogen, die im nächsten Kapitel näher erläutert werden.

3.1 Die drei Dimensionen der Farbe

Eine laut DÜCHTING (2003) sogenannte Mal- oder Substanzfarbe kann nicht aufgrund von Wellenlängen festgelegt werden, sondern aufgrund von Farbton, Helligkeit und Farbintensität. Durch diese drei Dimensionen können Farben voneinander unterschieden beziehungsweise miteinander verglichen werden (DÜCHTING, 2003).

3.1.1 Farbton

Unter Farbton wird in der Farbenlehre die Richtung einer Farbe verstanden, sie bezeichnet die Zugehörigkeit zu einer Farbgruppe mit gleicher Wellenlänge (z.B. bläulich, rötlich etc.). Beim Farbton wird zwischen bunten Farben und unbunten Farben unterschieden. Bunte Farben sind Blau, Rot oder Grün wohingegen unbunte Farben Schwarz, Weiß, Grau oder Braun darstellen (Weller-Essers et al., 2010).

3.1.2 Helligkeit

Durch die Helligkeit einer Farbe kann beschrieben werden, wie hell oder dunkel die Farbe erscheint. Die Helligkeit einer Farbe wird durch das Beimischen von Schwarz oder Weiß verändert. Durch Zugabe von Schwarz wird die Farbe dunkler, durch Zugabe von Weiß heller. Der größte Helligkeitsunterschied zwischen zwei Farben besteht bei Weiß und Schwarz. Die Farbe wird laut DÜCHTING (2003) durch das Aufhellen oder Abdunkeln verfälscht und verliert an Reinheit.

3.1.3 Intensität

Das letzte Merkmal einer Farbe ist die Intensität oder auch Sättigung genannt. Sie beschreibt wie stark die Farbe auf den Menschen wirkt. Wenn einer bunten Farbe keine unbunten Farben zugeführt werden, so kann diese Farbe als reinbunt bezeichnet werden. Eine Farbe ist laut Düring (2003) dann reinbunt, wenn der Sättigungsgrad am höchsten ist.

4 Einführung in die Farbforschung

Farben sind überall präsent und spielen im Alltag in vielen Bereichen eine wichtige Rolle. Dies zeigt sich zum Beispiel beim Farbfernsehen, der Gestaltung von Logos, Piktogrammen oder auch Trikots. In diesem Kapitel wird zunächst auf zwei grundlegende Theorien der Farbforschung eingegangen. Anschließend wird ein Überblick über die Farben und ihre Wirkungen auf den Menschen sowohl im sportlichen als auch im außersportlichen Kontext gegeben.

4.1 Der Aspekt der Farbe in der Evolutionsbiologie

Die Evolutionsbiologie befasst sich mit der Entwicklung von Lebewesen (Duden, 2017) und wird als Erklärungsansatz für die Wahrnehmung von Farben und ihre Wirkung auf den Menschen herangezogen.

Elliot und Aarts (2011) behaupten, dass Rot bei vielen Tierarten eine Warnfunktion einnimmt, da sie Bedrohung und Gefahr signalisiert. Laut Little und Hill (2007) steht Rot sowohl bei Vögeln als auch bei Fischen und Affen symbolisch für Dominanz.

Obwohl es in der Tierwelt vielerlei Farben gibt, ist die rote Farbe am stärksten mit der männlichen Dominanz und der einhergehenden Produktion von Testosteron verbunden. Laut Little und Hill (2007) kann die Zufuhr eines roten Farbreizes bei Tieren zu einer verstärkten sozialen Dominanz führen. Auch in der Sexualität wird der Farbe Rot eine signalisierende Bedeutung zugemessen (Hill & Barton, 2005).

Elliot und Maier (2014) haben sich die Frage gestellt, ob diese signalisierende Wirkung der Farbe Rot auch bei Menschen auftritt und diese ähnlich handeln würden wie es Tiere tun. Sie stellen hinsichtlich der Reaktion auf einen Farbreiz eine Ähnlichkeit zwischen Mensch und Tier fest.

Eine gerötete Haut wird mit Ärger und Wut assoziiert, während Furcht und Angst durch eine blasse Hautfarbe symbolisiert werden. Laut Hill und Barton (2005) spielt die rote Farbe bei aggressiven Handlungen meist eine größere Rolle als andere Farben.

Viele Farbassoziationen entstehen laut Elliot et al. (2007) durch Lernprozesse. Dennoch sind viele Theoretiker der Meinung, dass die Wahrnehmung einer Farbe auf tief verankerte Veranlagungen zurückzuführen ist (Elliot et al., 2007). Das Wahrnehmen von Farben entwickelte sich in der Tierwelt aus dem Bedürfnis nach Tarnung und dem Wunsch zu überleben (Hill & Barton, 2005).

In der Tierwelt wird bei Kampfsituationen meistens die Signalfarbe Rot eingesetzt, was bei Wettkämpfen von Menschen bisher nicht bestätigt werden konnte.

Hill und Barton (2005) behaupten jedoch, dass Menschen aufgrund evolutionsbiologischer Prozesse ähnlich wie Tiere auf einen Farbreiz reagieren (Elliot et al., 2007).

Der Aspekt der Farbe spielt in evolutionsbiologischer Sicht sowohl in der Tierwelt als auch beim Menschen im Alltag eine wesentliche Rolle und kann einen großen Einfluss auf das Verhalten haben.

Im folgenden Kapitel wird eine weitere Theorie, die „Color-in-Context Theory“, von Elliot und Maier (2012) beleuchtet, die sich ebenso mit dem Einfluss von Farbe auf das Verhalten befasst.

4.2 Die „Color-in-Context Theory“

Es gibt laut Elliot und Maier (2012) bereits einige empirische als auch theoretische Untersuchungen im Bereich der Physik, Physiologie und in der Sprache, die sich mit Farben beschäftigen. Im Bereich der Psychologie gibt es allerdings noch wenig wissenschaftliche Forschungen, die sich mit Farben auseinandersetzen. Über die Farbe und ihre Funktionen wurde bisher noch wenig theoretisches Hintergrundwissen hervorgebracht. Es wurde von Elliot und Maier (2012) ein theoretisches Modell entwickelt, welches die psychologische Wirkung von Farben umfasst. Diese Theorie ist ein Erklärungsansatz der dazu dient, Aufschlüsse über den Zusammenhang zwischen Farben, ihren Wirkungen und dem Verhalten zu erlangen. In ihrer Theorie werden zwei Aspekte der Farbeffekte und ihre Bedeutung berücksichtigt. Zum einen gibt es den evolutionsbiologischen Ansatz und zum anderen den lerntheoretischen Ansatz, die beide untersuchen, inwieweit Farbe das Verhalten beeinflussen kann. Es gibt Farben die sowohl von Menschen als auch von Tieren individuell aufgefasst werden und dementsprechend eine unterschiedliche Reaktion hervorgerufen wird. Andere Farben hingegen sind stark mit einem Objekt, einer Nachricht oder einer Erfahrung gekoppelt, was dazu führt, dass die Farbe einen Einfluss auf die Wahrnehmung und das Verhalten hat. Elliot und Maier (2012) legen besonderen Wert auf das Wissen, dass die Farbe aus drei Komponenten besteht und zwar aus dem Farbton, der Farbhelligkeit und der Farbtintensität. Es ist besonders im empirischen Bereich wichtig, diese drei Komponenten bei der Farbmanipulation zu beachten, da jede der drei Komponenten einen Einfluss auf die Wahrnehmung haben kann. Aus diesem Grund wird von Elliot und Maier (2014) geraten, bei Forschungsexperimenten nur eine der drei Komponenten zu verändern, um bei Erreichen eines anderen Ergebnisses dieses eindeutig einem der drei Komponenten zuordnen zu können.

Im Folgenden Kapitel werden die sechs Prämissen von Elliot und Maier (2012) geschildert, auf die sich die „Color-in-Context Theory“ beziehen.

4.2.1 Prämissen der Theorie

Über die Jahre hinweg wuchs das Interesse in der empirischen Forschung immer mehr für die Farbpsychologie (Elliot & Maier, 2012). Elliot und Maier haben in ihrer Theorie sechs Prämissen aufgestellt, die die Basis für ihre Theorie darstellen.

4.2.1.1 Prämisse 1: Der Farbe wird eine Bedeutung zugeordnet

Die erste Prämisse besagt, dass es bei Farben nicht nur um eine ästhetische Komponente geht, sondern, dass Farben auch bestimmten Bedeutungen zugeordnet werden. Es besteht die Annahme, dass Farben mit bestimmten Inhalten und/oder Bedeutungen assoziiert werden, wodurch das unbewusste Erleben und Verhalten beeinflusst werden kann (Elliot et al., 2007; Elliot & Maier, 2012).

Wenn Menschen heutzutage an Farben denken, dann haben sie primär die Ästhetik vor Augen wie beispielsweise die Farben der Kleidung beziehungsweise das Farbfernsehen, Farbbilder oder Filme in Farbe. Mit einer Farbe kann aber auch eine ganz bestimmte Bedeutung assoziiert werden. So wird z.B. der Farbe Pink neben der Ästhetik auch das Signal der Weiblichkeit zugeordnet und dadurch wird Pink oft mit Weiblichkeit verbunden.

4.2.1.2 Prämisse 2: Die Farbwahrnehmung beeinflusst die Psyche

In dieser Prämisse geht es um die psychologische Befindlichkeit, die aufgrund der Farbe beeinflusst wird. Die Farbwahrnehmung führt dazu, dass ein Prozess des Bewertens in Gang gesetzt wird, wo der Reiz entweder als angenehm oder zunehmend als störend bewertet wird. Die Bewertung des Reizes wirkt sich schlussendlich auf das Verhalten aus. Angenehme Reize führen zu einem positiven Gemütszustand und zwar steigern sie die Motivation. Feindliche, unangenehme Reize wirken sich negativ aus und haben ein gehemmtes, zurückhaltendes Verhalten zur Folge.

Die Kernaussage dieser Prämisse liegt darin, dass Assoziationen einer Farbe (ob positiv oder negativ) zu unterschiedlichem Verhalten führen (Elliot & Maier, 2012).

4.2.1.3 Prämisse 3: Automatisierter Farbeinfluss auf die Psyche

Der Beginn des Farbsehens und der Wahrnehmung beginnt schon sehr früh in der Entstehung des Sehprozesses. Der Reiz wird durch das Auge aufgenommen und wird automatisch und unbewusst zum Gehirn weitergeleitet. Der Vorgang von der Farbdarbietung, der Vermittlung der Information des hervorgerufenen Affekts, bis hin zur Reaktion und dem einhergehenden Verhalten, läuft alles automatisch ab. Farben werden unbewusst wahrgenommen und beeinflussen die psychologischen Prozesse. Die Farbwahrnehmung findet laut Elliot und Maier (2012) außerhalb des Bewusstseins statt und führt obendrein immer zu einem Affekt auch wenn dieser eine negative Auswirkung zur Folge hat.

4.2.1.4 Prämisse 4: Lernmechanismus und Evolutionsbiologie als Ausgangspunkt für den Farbeinfluss auf das Verhalten

Im Alltag stößt der Mensch auf viele Farben, die oft durch Erfahrungen mit etwas Bestimmten in Verbindung gebracht werden. Es sind Lernmechanismen des sozialen Lernens die der Grund dafür sind, dass der Farbe eine Bedeutung zugeordnet wird (Elliot & Maier, 2012).

Die Tatsache, dass einer Farbe eine bestimmte Bedeutung zugeschrieben wird, zeigt sich bereits in der frühen Kindheit hinsichtlich der Bekleidung. Die meist ausgewählte Farbe der Mädchen ist Rosa, während die bevorzugte Farbe der Jungen Blau darstellt. Aufgrund der regelmäßigen Verwendung der Farben für Jungen- und Mädchenkleidung kommt es zu einer Verankerung dieser Kombination aus Farbe und Objekt. So wird die Farbe Rosa mit Weiblichkeit assoziiert und die Farbe Blau mit Männlichkeit (Elliot & Maier, 2012).

Nicht nur Lernmechanismen, sondern auch die Evolutionsbiologie bietet einen Erklärungsansatz warum die Farbe einen Einfluss auf die psychische Befindlichkeit darstellt. Wie bereits erwähnt, besagt der evolutionsbiologische Ansatz laut Elliot und Maier (2012), dass das Farbsehen schon bei den Vorfahren des Menschen entwickelt wurde. Damals war es wichtig die Beute, reife Früchte und potentielle Artgenossen farblich zu erkennen beziehungsweise auseinanderzuhalten. Untersuchungen mit verschiedensten Tierarten fassen zusammen, dass die Farbe oft eine signalisierende Funktion hat. Einige Studien untersuchten den Einfluss der Farbe auf das tierische Verhalten und sie haben ergeben, dass die Farbe Rot eine einflussreiche Wirkung auf die Dominanz, Sexualität und die Befindlichkeit aufweist (Hill & Barton, 2005; Little & Hill, 2007). Dieses Verhaltensmuster, welches an Tieren beobachtet wurde, wird laut Little und Hill (2007) auch beim Menschen derartig vorgefunden.

4.2.1.5 Prämisse 5: Wechselwirkung zwischen Farbwahrnehmung, Affekt, Erkenntnis und Verhalten

Laut Elliot und Maier (2012) gibt es eine Wechselwirkung zwischen der Farbwahrnehmung, der Erkenntnis, dem Affekt und dem Verhalten. Es beeinflusst also nicht nur die Farbwahrnehmung die psychologischen Vorgänge wie Erkenntnis, Affekt und Verhalten, sondern es kann auch umgekehrt der psychische Zustand die Wahrnehmung beeinflussen.

Die visuelle Wahrnehmung darf nicht als gesondert gesehen werden, denn der Wahrnehmungsprozess wird von der psychischen Befindlichkeit beeinflusst. Empirische Untersuchungen haben die Grundannahme bestätigt und darauf hingewiesen, dass die Farbwahrnehmung hinsichtlich der psychischen Befindlichkeit in ihrer Funktionsweise variiert (Elliot & Maier, 2012). Ein und dieselbe Farbe kann beispielsweise bei positivem Gemütszustand anders wahrgenommen werden als bei negativem Gemütszustand.

4.2.1.6 Prämisse 6: Die Bedeutung der Farbe und ihr Affekt sind kontextabhängig

In der Farbpsychologie wurde der Kontext sowohl in der empirischen als auch in der theoretischen Forschung Großteils außer Acht gelassen. Ein zentraler Punkt der „Color-in-Context Theory“ ist die Annahme, dass eine Farbe mehrere Bedeutungen haben kann und dadurch je nach Kontext unterschiedliche Gedanken hervorruft (Elliot & Maier, 2012).

Es gilt, dass Farben, die auf einer großen Fläche präsentiert werden viel kräftiger wahrgenommen werden, als Farben auf kleinen Flächen.

Farbige Objekte werden eher wahrgenommen als alleinstehende, farbige Flächen (Elliot & Maier, 2012). Laut Wenk (1990) nimmt der Mensch in seinem Alltag die Farben immer in Zusammenhang mit einem Objekt wahr.

Die Farbe des Objekts beeinflusst sowohl die ästhetischen Wert als auch die Assoziationen zu dieser Farbe. So wird beispielsweise im Hinblick auf den ästhetischen Wert die Farbe Blau bei Anzughosen als ansprechend erachtet, während dieselbe Farbe bei Anzugschuhen weniger reizvoll ist (Elliot & Maier, 2012). Bezüglich dem Aspekt der Assoziation erwähnen Elliot und Maier (2012), dass die Farbe Pink auf einer Kinderdecke sofort mit Weiblichkeit verbunden wird. Wenn die Farbe auf neutralen Objekten wird diesem keine spezielle Bedeutung zugesprochen (Bsp.: pinkfarbener Kaugummi).

Ebenso beeinflusst der psychologische Kontext die Bedeutung und den Affekt von Farbe, ganz unabhängig auf welchem Objekt die Farbe abgebildet ist. Die ein und dieselbe Farbe kann also verschiedene Bedeutungen und verschiedene Affekte auf die psychische Befindlichkeit übertragen, selbst wenn es sich um dasselbe Farbobjekt handelt.

Die kontextabhängige Wirkung von Farben bestätigte die Studie von Meier, D'Agostino, Elliot, Maier und Wilkowski (2012) mit dem Ergebnis, dass die Farbe Rot zwei verschiedene Wirkungen hervorrufen kann. Zum einen löste die Farbe eine Motivation aus, sich dem Farbreiz anzunähern und zum anderen rief der Farbreiz eine Wirkung hervor bei der die Motivation darin lag, sich vom Reiz fernzuhalten. Meier et al. (2012) untersuchten den Farbeffekt auf das Verhalten in zwei unterschiedlichen Kontexten. Die ProbandInnen wurden darüber informiert, dass im nächsten Raum (der sich 21m entfernt befand) ein Interviewer/eine Interviewerin wartet um ein Interview mit ihnen durchzuführen. Einem Teil der ProbandInnen wurde gesagt, dass es ein Interview über Dating sein wird; dem anderen Teil wurde mitgeteilt, dass es sich um ein Interview über ihre Intelligenz handelt. Noch im ersten Raum wurde dem Probanden/der Probandin ein Foto gezeigt, auf dem der Interviewer/die Interviewerin in blauem beziehungsweise rotem T-Shirt abgebildet war. Meier et al. (2012) untersuchten in dieser Studie die Schrittgeschwindigkeit der ProbandInnen, mit der sie zum zweiten Raum gelangten. Die Ergebnisse stützen die Annahme der Autoren, dass die ProbandInnen, die sich im Dating-Kontext befanden, beim Erblicken einer Person in rotem T-Shirt wesentlich schneller beim zweiten Raum angelangt waren als diejenigen, die sich im Leistungskontext befanden. Aufgrund der Ergebnisse der Studie von Meier et al. (2012) lässt sich die Annahme bestätigen, dass bezüglich der ästhetischen Komponente von Rot Menschen dazu neigen, sich anzunähern während die Farbe Rot im Leistungskontext zu einem Verhalten der Vermeidung führt (Elliot & Maier, 2012). Das mögliche Auftreten eines Vermeidungsverhaltens bei einem roten Farbreiz im Leistungskontext wird in Kapitel 4.5.3 näher erläutert.

4.3 Die Farben der Studie

Im Folgenden werden die in der Studie verwendeten Farben Rot, Blau und Grau, deren Wirkungen und Assoziationen mit den Farben beschrieben.

4.3.1 Die Farbe Rot

Bei der Farbe Rot können verschiedene Assoziationen auftreten. Bereits 1912 wurden etliche Untersuchungen zur Farbpsychologie von Stefanescu-Goanga gemacht, wo Versuchspersonen mit Farben konfrontiert worden sind. Sie wurden beispielsweise gefragt, was sie mit Rot assoziieren. Es wurden hierbei nicht nur greifbare Dinge genannt wie Feuer, Blut und Glut, sondern auch abstrakte, symbolische Assoziationen wie Liebe, Wärme und Erotik (Nienstedt, 1974).

Die Assoziationen Feuer und Blut liegen deswegen so nah an Rot, weil die Farbe Rot von diesen zwei Elementen geprägt wurde. Im Hebräischen stammen die Wörter Rot und Blut aus demselben Ursprung, was sich an der Schreibweise von Rot „dm“ und Blut „dom“ ableiten lässt. Ein anderes Beispiel sind die Inuit, bei denen Rot wörtlich übersetzt „das Blut“ bedeutet (Heller, 1989).

Die Auswertungen der Ergebnisse mehrerer Untersuchungen ergaben, dass Farben verschieden ansprechen je nach psychischer Wirkung, die sie aufgrund von Vorerfahrungen und Erlebnissen der Versuchspersonen mit sich bringen. Die Vorerfahrungen führen dazu, dass die Versuchspersonen die Farben nicht objektiv betrachten können, da die Farben meist mit etwas Bestimmten in Verbindung gebracht werden (Nienstedt, 1974).

Rot wirkt zunehmend erregend, erwärmend und belebend und führt dazu, dass Blutdruck, Puls und die Atemfrequenz erhöht werden. Diese Farbe wird demnach als belebend wahrgenommen (Nienstedt, 1974).

Bereits 1904 wurde von Féré (1904, Zit. n. Nienstedt, 1974, S. 18) der Einfluss von Rot untersucht, indem den Versuchspersonen rotes Licht gezeigt worden ist. Diese Untersuchung ergab, dass Rot nicht nur zu einer Puls- und Atembeschleunigung geführt hat, sondern auch der Muskeltonus erhöht war, während bei grünem Licht die Muskelreaktion verlangsamt aufgetreten ist.

Nienstedt (1974) nimmt an, dass Rot eine bestimmte Stimmung auslöst und zwar die Erregung. Der Farbreiz wirkt zwar auf eine gewisse Weise erregend, aber diese Wirkung wird unabhängig vom emotionalen Befinden wahrgenommen.

Riedel (1983) meint, dass die Farben aufgrund ihrer Wirkung Symbole erhalten haben. Die Symbolik für Rot stellt laut Heller (1989) die Leidenschaft dar.

Wenn jemandem das Blut zu Kopf steigt, dann ist es entweder im positiven oder negativen Sinne. Die Gesichtsfarbe ist entweder aufgrund von Verlegenheit oder Verliebtheit errötet, oder aber der Grund für die Errötung ist Zorn oder Scham (Heller, 1989).

„Der Terrorismus wählte Rot zu seinem Symbol. Rote Brigaden und »Rote Armee Fraktion« verkörpern das Umkippen eines extremen Willens zur Weltveränderung in Gewaltakte.“ (Riedel, 1983, S.44)

Durch den Terrorismus und die vielen Opfer, die er oft mit sich bringt, wird Rot laut Riedel (1983) demnach mit Gewalt und Aggression verbunden.

Die Farbe Rot hat in sehr vielen Bereichen eine tragende Rolle. Bereits im Mittelalter wurde Rot eine besondere Bedeutung zugetragen. Sie galt als die wichtigste und auch

teuerste Farbe in der Herstellung und stand für Reichtum und Prestige. Bloß der Adel durfte im Mittelalter rotfarbige Mäntel tragen (Heller, 1989).

Laut Heller (1989) spiegelt sich die Wichtigkeit der Farbe vor allem im Verkehr wider. Sobald Rot nicht beachtet wird, ist es eine strafbare Tat. Durch die Auffälligkeit des roten Lichts eignet sich die Farbe besonders als Warn- beziehungsweise Signalfarbe im Verkehr. Sowohl Stop-Schilder, Bremslichter, Alarmknöpfe als auch die oberste Farbe der Ampel sind rot, da sie Gefahr signalisieren.

Da neben Rot auch die Farbe Blau in der vorliegenden Studie als Farbreiz eingesetzt wird, gibt das folgende Kapitel einen Einblick in die Symbolik der Farbe Blau.

4.3.2 Die Farbe Blau

Nicht nur die Farbe Rot, sondern auch Blau wurde laut Riedel (1983) in einem Assoziationsexperiment herangezogen um von den ProbandInnen die häufigsten Assoziationen zu erfahren. 23 % nannten Himmel und 10% verbanden mit Blau das Wasser. Weiters wurde die Farbe Rot von 10% der Befragten als erste Assoziation zum Begriff „Blau“ genannt, (Riedel, 1983).

Es wird oft an Wasser und Himmel gedacht, da der Mensch im Alltag ständig mit Himmel und Wasser konfrontiert wird und Blau demnach hierfür repräsentativ ist (Riedel, 1983).

Es kommt der Farbe Blau eine wortwörtliche, tiefgründige Bedeutung zu. Sowohl Wasser als auch Himmel symbolisieren das Weite, die Ewigkeit und die Tiefe. Riedel (1983) ist der Meinung, dass Blau eine ruhige, träumerische Wirkung aufweist wodurch das Gefühl der Geborgenheit und Gelassenheit hervorgerufen wird (Riedel, 1983).

Eine weitere Befragung führte Heller (1989) durch, bei der es um die Lieblingsfarbe ging. 40% der Männer und 36% der Frauen gaben an, dass Blau ihre absolute Lieblingsfarbe sei. Weiters wurden die Befragten angehalten den Eigenschaften Sympathie, Harmonie, Freundlichkeit und Freundschaft Farben zuzuordnen. Bei allen vier Kategorien war Blau die führende Farbe mit einem Prozentanteil von 20% bis 28% .

Wie auch schon Riedel herausgefunden hat, ist Blau die Farbe, die die Ferne und Unendlichkeit widerspiegelt. „Eine Farbe wirkt um so näher, je wärmer sie ist, sie wirkt umso entfernter, je kälter sie ist.“ (Heller, 1989, S.23)

Der Aspekt der Entfernung liegt auch darin begründet, dass jede Farbe in der Ferne blasser und bläulicher wirkt, da die Farbe laut Heller (1989) von sogenannten Luftschichten überdeckt werden. So wirken intensivere Farben näher als verblasste.

Aufgrund verschiedenster Erfahrungen wird die Farbe Blau auch mit Kälte in Verbindung gebracht. Schnee und Eis schimmern bläulich und selbst Erfrierungserscheinungen zeigen sich in blauer Farbe. Aufgrund der Kälte und Härte, die Blau ausstrahlt, ist diese Farbe für Wandfarben weniger optimal geeignet, da der Raum dadurch sehr kühl und leblos wirkt (Heller, 1989).

4.3.3 Die Farbe Grau

Grau ist eine unbunte Farbe, die sich im Bereich zwischen den Farben Weiß und Schwarz befindet (Fehrman & Fehrman, 2004). Trotz der unbunten Eigenschaft gibt es eine Vielzahl von Abstufungen dieser Farbe (mausgrau, zementgrau, silbergrau, etc.).

4.4 Farben und deren physiologischer und psychologischer Einfluss

Goldstein (1942) behauptet, dass die Farbe einen physiologischen Einfluss auf den menschlichen Körper hat und die daraus resultierende Reaktion auf Farbe mit der emotionalen Vorerfahrung, Erkenntnis und Kraftleistung einhergeht. Es besteht also ein Wechselwirkungsprozess. Ebenso beleuchtet Goldstein (1942), dass Rot und Gelb eine stimulierende Wirkung haben, da diese zwei Farben als unangenehm empfunden werden. Dies führt zu einer kraftvolleren und weitreichenderen Leistung wie vergleichsweise bei den Farben Blau und Grün, die eine beruhigende, angenehme Wirkung aufweisen. Farben mit einer längeren Wellenlänge wie Rot und Orange haben eine erregende Wirkung, während Farben mit kürzeren Wellenlängen wie Blau und Grün eine beruhigende Wirkung aufweisen (Goldstein, 1942). Aufgrund eines Mangels an einem ausführlichen Erklärungsansatz seiner Behauptungen, haben nachfolgende Forschungen eine Interpretation vorgenommen, welcher Zusammenhang zwischen der Wellenlänge der Farbe und der erregenden Wirkung besteht.

Empirische Untersuchungen sind anfangs noch karg ausgefallen und haben zudem hinsichtlich Goldsteins Theorie widersprüchliche Ergebnisse geliefert. Trotz Anhänger seiner Theorie konnte die These nicht befürwortet werden (Elliot & Maier, 2012).

Bezüglich des Einflusses auf physiologische Gegebenheiten stellt auch Nienstedt (1974) die Behauptung auf, dass aufgrund der affektiven Wirkung, die von einer Farbe hervorgerufen wird, Veränderungen des vegetativen Nervensystems auftreten.

Nienstedt (1974) berichtet über Untersuchungen, die sich damit beschäftigen, inwiefern Farben die Stimmung und die Gefühlslage beeinflussen. Die Farbe hat nicht nur eine Wirkung auf die Gefühlswelt, sondern auch auf den Organismus. Es ist anzunehmen, dass je nach Farbwahrnehmung der Erregungszustand des vegetativen Nervensystems verschieden stark beeinflusst wird. Nienstedt (1974) nennt in diesem Zusammenhang die

zwei Begriffe ergotrop und trophotrop. Die Farben von Gelb bis Rot rufen eine ergotrope Reaktion hervor die auf den Sympathikus wirkt, was bedeutet, dass die Farben eine leistungssteigernde Wirkung haben (DocCheck Flexicon, 2017a).

Die Farben Blau bis Grün rufen eine trophotrope Reaktionen hervor, die im Parasympathikus ausgelöst wird. Dies bewirkt beispielsweise einen niedrigen Blutdruck und weist, gegensätzlich zu der ergotropen Reaktion, eine beruhigende Wirkung auf (DocCheck Flexicon, 2017b).

Laut Nienstedt (1974) hat Goethe damals schon jene Forscher und Forscherinnen der Farbpsychologie beeindruckt, mit den Worten:

Aus der Idee des Gegensatzes der Erscheinung, aus der Kenntnis, die wir von den besonderen Bestimmungen desselben erlangt haben, können wir schließen, daß [sic] die einzelnen Farbeindrücke nicht verwechselt werden können, daß [sic] sie spezifisch wirken, und entschieden spezifische Zustände in dem lebendigen Organ hervorbringen müssen. Eben auch so in dem Gemüt. Die Erfahrung lehrt uns, daß [sic] die einzelnen Farben besondere Gemütsstimmungen geben.

(Goethe, 1970, S.168, zit. n. Nienstedt, 1974, S.11)

All jene Farben, die oft im Alltag vorkommen, nimmt der Mensch als völlig normal an und deswegen werden diese Farben als neutral oder gar beruhigend gesehen. Grün ist ein Beispiel für eine neutrale Farbe, da sie aufgrund der Natur nahezu überall zu sehen ist. Farben allerdings, die seltener zum Vorschein kommen und weniger oft im alltäglichen Leben eingesetzt werden, wie Rot, wirken sofort erregend und aktivierend (Nienstedt, 1974).

Farben haben nicht nur einen Einfluss auf physiologische Funktionen und Leistungen, sondern auch einen Einfluss auf die psychologische Funktionsweise des menschlichen Körpers. Es gibt bereits Literatur bezüglich der Farbe und ihre Wirksamkeit auf die Psyche, allerdings sollte diese laut Elliot (2015) mit Vorsicht interpretiert werden, da sich dieses Gebiet der Farbforschung erst in einem Anfangsstadium befindet und es sowohl in der Theorie als auch in der Praxis an aussagekräftigen Ergebnissen bedarf.

4.5 Farben im Leistungskontext

Die visuelle Wahrnehmung ist besonders für das Erlernen einer sportartspezifischen Bewegung von großer Bedeutung (Mester et al., 1988). Ebenso spielt die Aufmerksamkeit im Sport in vieler Hinsicht eine große Rolle. Aus diesem Grund werden in den verschiedensten Sportdisziplinen Aufmerksamkeitsschulungen durchgeführt, um die Beobachtungsgenauigkeit zu verbessern und das Kurzzeitgedächtnis zu stärken (Seiler, Stock & Gottwald, 1994).

Bisher wurde die Farbe im außersportlichen Kontext hinsichtlich ihrer psychologischen und physiologischen Einflüsse auf den Menschen beschrieben. Dieses Kapitel befasst sich speziell mit der psychologischen Funktionsweise von Farbe im Bereich der Leistung.

Der Begriff der Leistung kann sowohl im körperlichen als auch im geistigen Sinne verstanden werden. Zunächst werden etliche Studien genannt, die sich mit der körperlichen Leistung im wettkampfspezifischen Kontext auseinandersetzen. Anschließend wird auf die geistige und körperliche Leistung des Individuums näher eingegangen. Auch der Prozess des Vermeidungsmechanismus, der zu Beginn der Arbeit schon einmal genannt wurde, ist ein wesentlicher Aspekt in der Farbwahrnehmung und bildet den letzten Unterpunkt des Kapitels.

4.5.1 Sportliche Leistung im Wettkampf

Studien haben in den letzten Jahren überprüft, ob der Farbeinfluss von Rot bei Menschen tatsächlich einen Vorteil im Wettkampf mit sich bringt. Laut Feltman und Elliot (2011) und Hill und Barton (2005) ist die Gewinnchance einer Person oder einer Mannschaft abhängig von der Trikotfarbe.

Hill und Barton (2005) untersuchten anhand von vier Kampfsportarten (Boxen, Tae kwon do und zwei Wrestling-Sparten) bei den olympischen Spielen 2004, ob sich ihre Annahme bestätigt, dass Rot in Wettkämpfen ein Indikator für Dominanz ist und dies zu einer zunehmenden Leistungssteigerung führt. Ihre Untersuchungen haben ergeben, dass diejenigen TeilnehmerInnen in roter Sportbekleidung höhere Gewinnchancen hatten als diejenigen in blauer Farbe. Die farbige Kleidung wurde den TeilnehmerInnen willkürlich zugeteilt. Bei allen vier Kampfsportarten machte sich ein Muster erkennbar, bei dem die Siege der roten TeilnehmerInnen die der blauen TeilnehmerInnen übertraf. In allen oben genannten Sportarten erzielten diejenigen mit roter Gewandfarbe mehr Siege.

Das Muster der überwiegenden Siege in roten Trikots hat sich speziell bei Männern gezeigt.

Nicht nur im Kampfsport, sondern auch im Teamsport sehen Hill und Barton (2005) einen Vorteil im Tragen roter Sportbekleidung. Anhand der Ergebnisse der Fußball EM 2004 kann aufgezeigt werden, dass die Teams in roten Trikots bessere Leistung erbrachten als in andersfarbigen Trikots. Hierbei wurde von fünf Teams die Leistungserbringung bei den Matches beobachtet, bei denen sie einmal in rotem Trikot und sonst in blauen oder weißen Trikots spielten. Alle Teams konnten bei den Matches in roter Trikotfarbe eine bessere Leistung, im Sinne von mehr geschossenen Toren, erzielen.

Die einheitliche Kleidungsfarbe eines Teams sagt viel über die Identität und Zusammengehörigkeit aus und ist demnach ein entscheidender Faktor im Teamsport (Piatti, Savage & Torgler, 2012).

Der Aspekt des Farbeffekts von roter Kleidung im Team schien auch für einige andere ForscherInnen interessant zu sein. Piatti et al. (2012) gingen der Frage nach, ob es ein Zufall sei, dass die Gewinnerteams in verschiedenen Sportarten oft Rot getragen haben. Sie überprüften über 30 Jahre lang in über 5600 Matches der australischen National Rugby League (NRL), ob sich der leistungssteigernde Farbeffekt der Farbe Rot bei Heimspielen bewahrheitet. Durch die lange Zeitspanne der Studie ist der Umfang der Analyse und Auswertung größer als bei bisherigen Studien. Piatti et al. (2012) bestätigen, dass in der höchsten Liga von Rugby der leistungssteigernde Farbeffekt vorhanden ist, da Teams mit der Heimfarbe Rot bessere Ergebnisse erzielten als Teams in anderer Heimfarbe. Dieser Effekt konnte laut Allen und Jones (2014) im Fußball nicht in Bezug auf den Heimvorteil eruiert werden.

Allen und Jones (2014) wollten herausfinden, ob der Heimvorteil durch die Farbe der Trikots beeinflusst wird. Sie behaupten, dass es im Fußball einige Faktoren gibt, die den Vorteil von Heimspielen ausmachen. Sowohl das Publikum als auch die gewohnte Lage führen zum eigenen Vorteil. Die Farbauswahl der Trikots ist in den Wettkampfbregeln inbegriffen und kann durchaus auch zu einem Heimvorteil führen.

In Anbetracht der Tatsache, dass Rot in Leistungssituationen als Bedrohung wahrgenommen wird (Elliot & Maier, 2007, 2012; Elliot et al., 2007) gingen Allen und Jones (2014) der Hypothese nach und überprüften diese Annahme. Sie untersuchten, ob rote Trikotfarbe zu einem Vorteil führt und in welchem Ausmaß der Heimvorteil durch die Trikotfarbe bedingt ist. Die Annahme, dass Teams in roter Farbe im Heimspiel bessere Leistung erbringen, als Teams mit anderer Heimfarbe, konnte nicht bestätigt werden. Dennoch ist festzuhalten, dass Teams in Rot erfolgreicher waren und auch der Heimvorteil die Gewinnwahrscheinlichkeit erhöhte.

In einigen Ländern konnte keine Leistungssteigerung im Team durch den Farbeffekt von Rot aufgezeigt werden, was darauf schließen lässt, dass Rot nicht in allen Ländern

dieselbe Wirkung hervorruft. Ein Erklärungsansatz könnte sein, dass Farben kulturspezifisch wahrgenommen werden, wodurch der Einfluss von Farbe von Land zu Land unterschiedlich ausgeprägt ist (Elliot & Maier, 2014).

Ein interessanter Aspekt ist auch der Einfluss von Farbe in verschiedenen Wettkampfsituationen. Je nachdem wie stark der Farbeffekt zur Geltung kommt, hängt von der Art des Wettkampfs ab. Es wird bei Wettkämpfen unterschieden, ob sie alleine oder in Teams bestritten werden beziehungsweise ob zusammen oder gegeneinander gearbeitet wird. Elliot und Maier (2014) meinen, dass Rot in Wettkämpfen, bei denen gegeneinander gekämpft wird und ein direkter Körperkontakt besteht, ein wesentlich höherer Effekt vorhanden ist.

Laut Hill und Barton (2005) gibt es einen erheblichen Vorteil in wettkämpferischen Situationen beim Tragen von roter Kleidung. Rot fördert das dominante Verhalten, ruft Aggressivität hervor und führt schlussendlich zu einer besseren Leistung. Dieser Farbeffekt zeigt sich vor allem bei Männern. Feltman und Elliot (2011) zeigen hierbei auf, dass sowohl das Tragen von roter Farbe, als auch die Wahrnehmung von roter Farbe eines Gegenübers die Leistung in Wettkampfsituationen beeinflusst. Sowohl an sich selbst, als auch an einer anderen Person wird die Farbe mit Dominanz, Aggressivität und Stärke assoziiert. Dreiskaemper, Strauss, Hagemann und Büsch (2013) befassten sich zudem nicht nur mit dem Kraftoutput, sondern auch mit der physiologischen Veränderung des Herzschlags. Sie zeigen einen Effekt auf den Herzschlag vor der Wettkampfsituation beim Tragen von roter Kleidung (im Vergleich zu blauer Kleidung) und bestätigen die Annahme, dass der Herzschlag in Wettkampfsituationen erhöht wird. Ebenso kann bei den TeilnehmerInnen mit rotem Equipment eine frühzeitige Vorspannung der Muskulatur nachgewiesen werden, die zu einer größeren Kraftleistung führt (Dreiskaemper et al., 2013).

Es gibt nun zwei Möglichkeiten der Beeinflussung durch die Farbe Rot. Zum einen durch das Tragen und zum anderen durch das Sehen der Farbe am Gegenüber. In beiden Fällen wird der Mensch in seinem Verhalten beeinflusst.

Einige Studien liefern unklare Ergebnisse, da zwischen den zwei Möglichkeiten oft nicht unterschieden wird. Andere Studien wiederum unterscheiden genau zwischen rote Farbe sehen und selber tragen. Feltman und Elliot (2011) zeigen auf, dass die Wahrnehmung von Rot zu einer Assoziation mit Dominanz und Bedrohung führt. Sie führten insgesamt zwei Experimente mit ProbandInnen vor einem Bildschirm durch, in denen die Personen auf verschiedene Weise einer Farbe ausgesetzt waren. Im ersten Experiment sollten die Testpersonen sich ihre Kleidung in einer zugeordneten Farbe (rot/blau) vorstellen und imaginär gegen einen Gegner in Weiß kämpfen. Danach waren die Testpersonen

angehalten, ihre Selbstwahrnehmung hinsichtlich Dominanz zu beurteilen. Die Testpersonen in roter Trikotfarbe erachteten sich dominanter als diejenigen in blauer Farbe.

Im zweiten Experiment wurde den Testpersonen gesagt, dass der Gegner eine rote/blau Kleidung tragen würde. Hier sollte aber nicht die Selbst- sondern die Fremdwahrnehmung bewertet werden. In diesem Experiment wurden die roten Gegner als dominanter und einschüchternder eingeschätzt als die Testpersonen selbst. Feltman und Elliot (2011) verdeutlichen mit ihrer Studie, dass der Farbeffekt von Rot in beiden Möglichkeiten der Farbaussetzung zum selben Ergebnis der Wahrnehmung führt. Dies bedeutet, dass in beiden Fällen, nämlich dem Tragen und dem Anblick von roter Farbe (am Gegenüber), zu einer Assoziation von Dominanz führt und der/diejenige mit rotem T-Shirt (ob man selbst oder der Gegner) als dominanter wahrgenommen wird und dadurch einen Vorteil hat.

Es soll diesbezüglich erwähnt werden, dass die zwei Möglichkeiten, einer Farbe ausgesetzt zu sein (selber tragen oder beim Gegenüber sehen), nicht als widersprüchlich betrachtet werden sollen, sondern vielmehr als einander ergänzend (Elliot & Maier, 2014).

Neben der sportlichen Leistung kann die Farbe Rot auch die intellektuelle Leistung beeinträchtigen. Im Folgenden wird ein Blick auf Studien geworfen, die sich mit der Beeinträchtigung der kognitiven Leistung durch Farbe näher befassen.

4.5.2 Geistige Leistung des Individuums

Wenn kognitive Leistungen betrachtet werden, so lässt sich die Annahme aufstellen, dass Rot auch einen negativen Effekt mit sich bringen kann. Elliot et al. (2007) sind der Meinung, dass Rot vor einer mental herausfordernden Aufgabe zu einem Leistungsabfall führt. Durch die von LehrerInnen verwendete Farbe Rot beim Korrigieren von Schularbeiten und Tests in der Schulzeit, wird Rot oft mit Niederlage, Ärger und Bedrohung in Verbindung gebracht. Rot ruft ein Gefühl der Bedrohung hervor und kann dadurch zu einem Leistungsabfall führen.

Elliot und Maier (2014) werfen die Frage auf, ob die Farbe bei Kindern eine ähnliche Wirkung zeigt. Es besteht die Möglichkeit, dass mithilfe der Farbe eventuelle Lern- und Konzentrationsschwächen bei Kindern reduziert werden können (Elliot & Maier, 2014).

Das folgende Kapitel beschreibt den Prozess des Ausweichens von negativen Ereignissen genauer, da sich dieser als interessanter Aspekt der Reaktion auf einen Farbreiz erweist.

4.5.3 Vermeidungsmechanismus

Laut Elliot und Maier (2007) kann einem Farbreiz sowohl eine positive als auch negative Bedeutung zugetragen werden. Sobald der Mensch den Reiz negativ bewertet, tritt ein sogenanntes Vermeidungsverhalten auf. Elliot und Maier (2014) sprechen hierbei von einem Prozess des Ausweichens von negativen oder nicht wünschenswerten Ereignissen beziehungsweise Reizen. Dieser Mechanismus wird durch das Gehirn eingeleitet, da negative Erinnerungen beziehungsweise Erfahrungen dazu führen, diese nicht wieder hervorzurufen. Der rote Farbreiz führt laut Elliot und Maier (2007) demnach nicht nur zu einem Vermeidungsmechanismus, sondern auch zu einer reduzierten kognitiven Leistung. Laut Elliot und Maier (2014) wird in vielen Studien bewiesen, dass die Darbietung von Rot vor beziehungsweise während der zu bewältigenden Aufgabe in Leistungssituationen zu einem Vermeidungsmechanismus führt. Die Darbietung der Farbe Rot vor einer kognitiv anspruchsvollen Mathematikaufgabe führte zu schlechteren Ergebnissen als bei ProbandInnen, die Grün als Farbreiz hatten.

Elliot et al. (2007) führten zwei Experimente durch, in denen untersucht wurde, ob die Darbietung eines Farbreizes zu einem unbewussten Ausweichprozess führt. Nach Darbietung der Farbe wurden die ProbandInnen angehalten, den Schwierigkeitsgrad der Items ihres Tests zu wählen. Es stellte sich heraus, dass bei roter Farbe die ProbandInnen vermehrt die einfacheren Items wählten als die ProbandInnen, die einen grauen oder grünen Farbreiz hatten. Die Tendenz, zu etwas leichterem zu greifen deutet stark auf den Vermeidungsprozess hin, in dem schlechte Ergebnisse vermieden werden sollen.

Der Vermeidungsprozess wurde nicht nur anhand der Wahl des Schwierigkeitsgrades, sondern auch auf Basis der Gehirnaktivität überprüft. Dazu wurden beide Gehirnhälften mittels EEG auf ihre Aktivierung gemessen. Hierbei kam es ebenfalls zu einem eindeutigen Ergebnis der Präsenz von Vermeidungsprozessen. Die rechte vordere Gehirnhälfte zeigte eine vermehrte Aktivierung des Vermeidungsmechanismus. Diese Aktivierung konnte vor allem bei ProbandInnen, denen Rot gezeigt wurde, festgestellt werden. In den Untersuchungen wurde dieses Verhalten nur im kognitiven Bereich festgestellt.

Elliot, Maier, Binser, Friedman & Pekrun (2009) untersuchten in ihrer Studie, ob dieser Effekt des Ausweichens auch körperlich zu sehen ist, sprich, ob das Verhalten des Ausweichens auch von außen betrachtet werden kann. Sobald eine körperliche Distanz zur Farbe mit freiem Auge festgestellt werden kann, ist dies der offensichtlichste Beweis, dass Rot mit Gefahr/Bedrohung in Verbindung gebracht wird (Elliot et al., 2009). Ein bedrohlicher Reiz verändert nicht nur kognitive, sondern auch körperliche Strukturen.

Elliot et al. (2009) bestätigen die Entstehung eines Vermeidungsmechanismus bei roter Farbe in einem Leistungskontext. Hierzu wurden zwei Experimente durchgeführt: Experiment 1 handelte vom Farb- und Leistungseffekt, der durch die Häufigkeit der Klopfsignale an einer Tür Aufschluss über das Vermeidungsverhalten geben soll. Abgesehen vom Farbreiz (Rot/Grün) wurde einem Teil der Testpersonen gesagt, dass es um ihre Leistung geht, wodurch ihnen bewusst wurde, dass sie sich in einem wettkampforientierten Kontext befanden. Dem anderen Teil der Stichprobe wurde gesagt, dass sie den Test lediglich bewerten sollen. Die Testpersonen wurden nach der Farbdarbietung, die auf einem Testcover abgebildet war, angehalten, sich zum nächsten Raum zu begeben, welcher verschlossen und nur mittels Anklopfen zu erreichen war. Die Ergebnisse dieses Experiments ergaben, dass die Testpersonen mit roter Farbdarbietung und Leistungskontext deutlich weniger oft an die Tür geklopft haben als jene mit grüner Farbdarbietung. In der Gruppe, bei der der Aspekt der Leistung nicht genannt wurde, konnte kein signifikanter Unterschied in der Häufigkeit der Klopfsignale festgestellt werden. Elliot et al. (2009) sehen in der geringeren Anzahl der Klopfsignale die Verbindung zum Vermeidungsmechanismus.

In Experiment 2 wurde mithilfe eines Bewegungssensors getestet, inwieweit sich die Testpersonen körperlich von einem Farbreiz, der auf der Vorderseite eines IQ-Tests abgebildet wurde, entfernt hielten. Die ganze Zeit über befanden sich die Testpersonen vor einem Bildschirm, auf dem das Testcover schlussendlich präsentiert wurde. Bei all jenen Personen, die einen roten (im Vergleich zu grünen) Farbreiz am Testcover gesehen hatten, konnte eine deutliche Distanzierung zum Bildschirm festgestellt werden.

4.6 Einfluss der Farbe Rot auf die Kraftleistung

In diesem Kapitel werden Studien genannt, die den aktuellen Forschungsstand und vor allem die daraus resultierende Fragestellungen dieser Arbeit näherbringen. Es soll ein Überblick geschaffen werden, inwieweit es Forschungen zum Thema Farbmanipulation und Kraftleistung gibt, damit der wissenschaftliche Hintergrund dieser Diplomarbeit verständlich und der einhergehende Erkenntnisgewinn nachvollziehbar wird.

Die Farbe Rot stellt, wie bereits aus evolutionstheoretischer Sicht erläutert, einen bedrohenden Reiz für Mensch und Tier dar, insbesondere im Leistungskontext. Sowohl die Kraftleistung, als auch die intellektuelle Leistung werden durch den Farbreiz beeinflusst.

Einige Forschungen haben laut Elliot und Aarts (2011) über die Jahre hinweg die Verbindung zwischen Farbe und körperlicher Kraftleistung bei Menschen geprüft. Sie verstärken die Annahme, dass Rot die Kraftleistung erleichtert und zeigen ebenso auf,

dass die zeitliche Darbietung der Farbe durchaus eine Rolle spielt. Je nach Zeitpunkt der Farbwahrnehmung kann ein Leistungsvorteil beziehungsweise -nachteil erfolgen (Payen et al., 2011).

4.6.1 Studie von Elliot und Aarts (2011)

Elliot und Aarts (2011) sind der Meinung, dass es bei einem bedrohenden Reiz zu einer sofortigen Reaktion kommt um sich in Sicherheit zu bringen und um zu überleben. Dieses Verhalten begründet sich in der Evolutionsbiologie, da die Farbe Rot in der Tierwelt oft für Bedrohung und Gefahr steht. Sobald diese als Warnsignale erkannt werden, reagieren sowohl Tier als auch Mensch mit vermehrter Aufmerksamkeit und Anspannung. Es kommt somit zu einer sofortigen Muskelaktivierung was zu einer besonders schnellen und starken Kraftentwicklung führt (Elliot & Aarts, 2011).

In Anbetracht der Tatsache, dass es eine Verbindung zwischen Rot, Bedrohung und Muskelaktivität gibt, gehen Elliot und Aarts (2011) davon aus, dass die Wahrnehmung von Rot im Vergleich zu anderen Farben sowohl die Kraft als auch die Geschwindigkeit der Kraftentwicklung bei Menschen verbessern würde. Sie führten daher eine Studie mit zwei Experimenten zum Einfluss der Farbe Rot auf die Kraftleistung durch.

Beim ersten Experiment mussten die ProbandInnen eine Zange vier Sekunden lang so weit wie möglich zusammendrücken. Dabei wurde die maximale Handgreifkraft gemessen. Kurz vor der Kraftausübung wurde ihnen die ProbandInnennummer in 5cm Größe auf dem Papier in den Farben Rot oder Grau gezeigt.

Das zweite Experiment unterschied sich vom ersten darin, dass den ProbandInnen die Farbe während der Kraftausübung und nicht kurz davor gezeigt und neben den Farben Rot und Grau auch die Farbe Blau eingesetzt wurde. Zudem bekamen die ProbandInnen die Farbe nicht auf einem Papier, sondern über einen Bildschirm gezeigt. Die Aufforderung zur Krafterbringung wurde in schwarzer Schrift auf einem farblichen Hintergrund (Rot/Grau/Blau) gezeigt. Die ProbandInnen sollten so lange drücken, bis die Instruktion am Bildschirm verschwand.

Das Ergebnis beider Experimente war, dass die ProbandInnen bei der Farbwahrnehmung von Rot eine bessere Leistung in ihrer Maximalkraft und in der Schnelligkeit der Kraftentwicklung erbringen konnten. Die Aussage ist aufgrund der Versuchsdurchführung jedoch nur für kurz andauernde Kraftanstrengungen unter Farbeinfluss gültig. Unter diesem Aspekt gehen Elliot und Aarts (2011) davon aus, dass die leistungssteigernde Wirkung der Farbe Rot nur bei solchen sportlichen Wettkämpfen genutzt werden kann, wo die Kraft nur für kurze Zeit eingesetzt wird, wie beispielsweise beim Gewichtheben.

4.6.2 Studie von Payen et al. (2011)

In einer Studie von Payen et al. (2011) haben die ProbandInnen die Farben nicht wie bei Elliot und Aarts (2011) unmittelbar davor beziehungsweise während der Kraftausübung gesehen, sondern einige Sekunden vor dem Kraftleistungstest.

Die Kraftleistung wurde durch isometrische Messung der Oberschenkelmuskulatur unter Farbeinfluss von Rot, Blau und Grau mittels eines Dynamometers gemessen. Die ProbandInnen haben zwei Kontraktionen in einem zeitlichen Abstand von 90 Sekunden durchgeführt. In der Ruhephase wurde ihnen die jeweilige Farbe auf einem Papier für zwei Sekunden gezeigt.

Es wurde erwartet, dass der rote Farbreiz vor der Aktion dazu führt, dass die Reaktion verlangsamt wird und der Krafteinsatz weniger stark ausgeübt wird.

Es stellte sich jedoch heraus, dass der Farbeinsatz von Rot (aber nicht von Blau oder Grau) zwischen den Kontraktionsphasen zu einer 25,5%igen Reduktion der Schnelligkeit der Kraftentwicklung führte, der höchste Punkt der Maximalkraft aber nicht beeinflusst wurde.

4.6.3 Schlussfolgerung aus den beiden Studien

Aus den Erkenntnissen der beiden Studien (Elliot & Aarts, 2011; Payen et al., 2011) kann abgeleitet werden, dass die zeitliche Distanz zwischen Farbdarbietung und Kraftleistung einen wesentlichen Faktor darstellt.

Wenn Rot weit vor der Kraftausübung wahrgenommen wird, wirkt sich das weniger fördernd auf die Kraftleistung aus, als wenn die Farbe unmittelbar vor oder währenddessen wahrgenommen wird.

Das defensive Verhalten als Reaktion auf den roten Farbreiz kann angesichts der beiden Studien auf unterschiedliche Weise auftreten. Hierbei ist die zeitliche Distanz des bedrohlichen Reizes ausschlaggebend, da der Mensch auf eine entfernte Bedrohung anders reagiert als auf eine Bedrohung, die unmittelbar vorherrscht. Je näher die Bedrohung, desto stärker befindet sich der Mensch in einer Abwehrhaltung, die mit großer körperlicher Leistung verbunden wird.

Die Betrachtungsweise der Ergebnisse sollte allerdings kritisch hinterfragt werden, da es in beiden Studien an einer besseren standardisierten Vorgehensweise bedarf. Sowohl bei Elliot und Aarts (2011) als auch bei Payen et al. (2011) ist die Gesamtstichprobenanzahl (30, 46 und 39) eher klein, was einen Schluss auf generelle Verhaltensweisen nur schwer zulässt. Eine größere Stichprobenzahl würde die Aussagekraft der Studien erhöhen. Weiters scheint die Messwerterfassung (Zange) bei Elliot und Aarts (2011) suboptimal zu

sein, da die maximalen Kraftwerte von der Testleitung mittels Lineal abgelesen und notiert werden mussten. Hier ist die Gefahr einer Fehlablesung wesentlich größer als bei automatisierten Erfassungsmethoden.

4.6.4 Ableitung der Forschungsfrage

Aus den bisherigen Studien, die sich mit der Farbmanipulation und dem Einfluss auf die Kraftleistung befassten, soll in Anlehnung an die Studien von Payen et al. (2011) sowie Elliot und Aarts (2011) der These, dass Rot eine leistungssteigernde Wirkung hat, nachgegangen werden. In dieser Studie soll überprüft werden, ob bei den ProbandInnen tatsächlich unter dem Farbeinfluss der roten Farbe (im Vergleich zu Blau und Grau) ein Unterschied in ihrer Maximalkraft und der Schnelligkeit der Kraftentwicklung vorliegt.

In der vorliegenden Studie wird dieselbe zeitliche Darbietung des Farbreizes und dieselbe Art der Farbmanipulation wie bei Experiment 2 von Elliot und Aarts (2011) herangezogen. Sowohl das Messverfahren (isometrische Messung) als auch die zu messende Muskelgruppe (Oberschenkelmuskel) wurde von der Studie von Payen et al. (2011) übernommen.

Die beiden Experimente der Studie von Elliot und Aarts (2011) sollen in dieser Studie dahingehend vereint werden, dass die Farbwahrnehmung sowohl kurz vor als auch während der Krafterbringung stattfindet. Die ProbandInnen werden nicht aufgrund der willkürlichen Zuteilung zu einer Farbe in Gruppen eingeteilt, sondern sie sind allen drei Farbbedingungen innerhalb einer Testung ausgesetzt.

Dies bedeutet, dass ein Within-Subject-Design (Vergleich innerhalb einer Gruppe) hinsichtlich der verschiedenen Farbbedingungen gemacht werden kann und nicht so wie in den Studien von Payen et al. (2011) und Elliot und Aarts (2011) nur ein Between-Subject-Design (Vergleich zwischen den Gruppen) möglich ist.

Die Testleitung dieser Studie erhält intraindividuelle Vergleichswerte, was bedeutet, dass die unterschiedlichen Auswirkungen mehrerer Farben an einer Person überprüft werden können. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sollen dadurch an Aussagekraft gewinnen. Die Studie soll zu einem deutlicheren Erkenntnisgewinn hinsichtlich der Farbeffekte auf die Kraftleistung führen. Es ergibt sich folgende Forschungsfrage:

„Inwiefern wird die maximale Kraftleistung der Beinmuskulatur der ProbandInnen im Alter von 18-40 Jahren durch die Farben Blau, Grau und Rot beeinflusst?“. Es wird angenommen, dass die ProbandInnen bei der Maximalkraftmessung, bei der die Farbe Rot zum Vorschein kommt, eine bessere Leistung erzielen als bei den übrigen Maximalkraftmessungen mit den Farben Blau und Grau.

5 Methode

Die Frage über den Farbeinfluss von Rot auf die körperliche Leistungserbringung ist bislang noch nicht ausreichend erforscht worden. Anhand der Studie sollen im Bereich der Farbpsychologie weitere Erkenntnisse über die Wirkung der Farbe im Leistungskontext gewonnen werden. Die vorliegende Studie untersuchte den Farbeinfluss auf die Kraftleistung und erfasste zudem auch die Selbstbeurteilung über die erbrachte Leistung. Es wurden dadurch zwei abhängige Variablen (maximale Kraftleistung und subjektive Bewertung) erfasst. Die Maximalkraft wurde unter Verwendung eines isokinetischen Messsystems gemessen. Mittels eines IsoMed 2000-Dynamometers wurden mehrere Parameter der Maximalkraft erfasst, darunter auch die Schnelligkeit der Kraftentwicklung. Die zweite Variable stellt die subjektive Einschätzung der Leistung und des Befindens dar, die mittels Fragen in Form von Bewertungsskalen eruiert wurde.

Für die Farbmanipulation wurden dieselben Farben wie bei Elliot und Aarts (2011) und Payen et al. (2011) verwendet um einen bestmöglichen Vergleich herstellen zu können. Die Farben Blau, Grau und Rot wurden unmittelbar vor und während jedem Maximalkraftversuch auf einem Bildschirm dargeboten.

Damit wie bei Elliot und Aarts (2011) eine leistungssteigernde Wirkung des roten Farbreizes beobachtet werden kann, wurde der Zeitpunkt der Farbdarbietung so festgelegt, dass der Farbreiz zeitnah dargeboten wurde.

5.1 Untersuchungsdesign

Da es um den Farbeinfluss auf die Kraftleistung geht, wurde für die empirische Untersuchung ein experimentelles Design in Anspruch genommen. Es wurden Hypothesen geprüft, bei denen eine unabhängige Variable, sprich die Farbe, gezielt manipuliert wurde. Es wurde weiters darauf geachtet, dass die Störfaktoren mithilfe einer Standardisierung der Bedingungen so gering wie möglich gehalten wurden und sie somit keinen Einfluss auf die Versuchspersonen nahmen. Dadurch konnten die Datenerfassung und Auswertung leichter ermöglicht und Ergebnisse besser miteinander verglichen werden. Aufgrund der Tatsache, dass die Testung in einem Labor stattfand, konnten die Versuchsbedingungen gut kontrolliert werden, wodurch eine Reliabilität gewährleistet werden konnte.

Gearbeitet wurde mit einem Within-Subject-Design. Dabei wurde die Studie in einem Zeitraum von zwei Wochen (Jänner/Februar 2017) durchgeführt, bei der 46 ProbandInnen auf ihre Maximalkraft unter Einfluss von Farbe getestet wurden. Die ProbandInnen führten die Übung bei allen drei Farben je einmal durch. Dies bedeutet, dass die ProbandInnen pro Farbe eine isometrische Kontraktion durchführten. Daraus ergaben sich für jede

Person individuelle Messwerte, die miteinander verglichen wurden. Die Testung zielte darauf ab, unter Einfluss von Farben, sowohl interindividuelle als auch intraindividuelle Unterschiede hinsichtlich der Kraftleistung und Schnelligkeit der Kraftentwicklung festzustellen.

Da die Wahl der Stichprobe für ein aussagekräftiges Untersuchungsdesign von Bedeutung ist, wird die Stichprobe im nächsten Kapitel näher erläutert.

5.2 Stichprobe

Für die Studie sollten 45 Personen beiden Geschlechts im Alter zwischen 18 und 40 Jahren gewonnen werden. Der Erwerb der ProbandInnen erfolgte durch Informationsblättern, die innerhalb der Lehrveranstaltungen ausgeteilt wurden, sowie durch Einträge im sozialen Netz. Hierbei ist anzumerken, dass nur die isometrische Messung der Oberschenkelmuskulatur genannt wurde ohne dabei auf die Farbdarbietung hinzuweisen. Da die Studie mit Farbmanipulation arbeitete und das unbewusste Erleben und Verhalten von Farbeinflüssen untersucht wurde, konnte der eigentliche Sinn und Zweck der Studie nicht genannt werden. Die Notwendigkeit von unvoreingenommenen ProbandInnen sei hier betont, da sonst die Ergebnisse beeinflusst werden und als unzuverlässig interpretiert werden müssten.

Die Teilnahme an der Studie war freiwillig und mit keinerlei Konsequenzen für die TeilnehmerInnen verbunden.

Die ProbandInnen wurden willkürlich ausgewählt, was bedeutet, dass es keine fixen Vorgaben hinsichtlich des Sporttreibens gab. Da die Studie im Rahmen der Sportpsychologie auf der Sportuniversität Wien in einem Kraftlabor durchgeführt wurde und Informationsblätter am Standort verteilt wurden, konnten auch einige ProbandInnen gewonnen werden, die in dieser Einrichtung studierten.

Folgende Kriterien waren für eine Teilnahme an der Studie zu berücksichtigen:

- Kein Wissen über den eigentlichen Sinn und Zweck der Studie
- Mindestalter von 18 Jahren (bis maximal 40 Jahre)
- Keine exzessive Sportausübung zwei Tage vor der Testung
- Keine Verletzung oder Operation am rechten Knie während der letzten sechs Monate

Um ein Wissen über den eigentlichen Sinn und Zweck der Studie zu verhindern, wurde die Teilnahme an dieser Studie auch Personen angeboten, die nicht auf dieser Universität studierten. Von den 44 getesteten Personen kamen lediglich 17 von der Sportuniversität Wien.

Personen wurden darüber informiert sich mindestens zwei Tage vor der Testung keinen intensiven Sporteinheiten auszusetzen, da sich der Körper für die Testung nicht vollkommen ausruhen kann und keine Maximalkraftleistung aufgrund von Erschöpfungserscheinungen erbracht wird. Ebenso ist es wichtig, dass keine Knieverletzungen kürzlich zugezogen worden sind, da sonst die Maximalkraftversuche nicht mit vollständiger Maximalkraft durchgeführt werden können und die Testung als nicht relevant gewertet werden müsste.

Für die vorliegende Studie wurden insgesamt 46 ProbandInnen getestet, wobei nur 44 dieser ProbandInnen gültige Ergebnisse lieferten. Bei Probandin Nr. 4 konnten die Kraftkurven der Maximalkraftmessungen nicht über die vollständige Zeit von fünf Sekunden aufgezeichnet werden, wodurch Datenpunkte fehlten und die Versuche nicht gewertet werden konnten.

Der Grund für die Verwerfung der Ergebnisse von Probandin Nr. 37 lag darin, dass die gesamte Testung bei der Darbietung der Farbe abgebrochen und neu gestartet werden musste. Somit war die Probandin der Farbe schon einmal ausgesetzt gewesen, wodurch sie den gesamten Ablauf noch einmal voreingenommen durchlaufen musste. Die zwei ungültigen Probandinnen wurden demnach aus der Datenauswertung ausgeschlossen, da sie nur Ausreißerergebnisse liefern und die Mittelwerte der gesamten Stichprobe verändern würden.

Das durchschnittliche Alter der Stichprobe lag bei 24 Jahren ($SD = 2,48$) wobei die Spannweite von 18 Jahren bis 32 Jahren reichte.

Insgesamt haben an der Studie 18 (40,9%) Probandinnen und 26 (59,1%) Probanden teilgenommen. Die ProbandInnen wurden alle nach ihrem dominanten Bein befragt. 39 (88,6%) ProbandInnen nannten das rechte Bein und nur 5 (11,4%) empfanden ihr linkes Bein als das stärkere. Es wurde angenommen, dass die Mehrheit der ProbandInnen ihr rechtes Bein als stärker erachten würde. Die Testung wurde ausschließlich mit dem rechten Bein durchgeführt, da ein ständiges Umstellen des Testgeräts viel zeitaufwändiger gewesen und eine Standardisierung des Testablaufs dann nicht gegeben gewesen wäre. Darüber hinaus wurden die ProbandInnen nach ihrem wöchentlichen Sportumfang befragt und wie viel davon auf Krafttraining fällt. Der durchschnittliche Sportumfang pro Woche lag bei 7 Stunden ($SD = 3,88$) wobei die Spannweite von 0 Stunden bis 20 Stunden reichte. Der Durchschnitt der Krafttrainingseinheiten lag bei 3 Stunden ($SD = 2,95$) pro Woche wobei hier das Minimum bei 0 Stunden und das Maximum bei 12 Stunden lag.

In den folgenden Tabellen (2-5) werden die Verteilung des Geschlechts, des dominanten Beines sowie des Sport- und Trainingsumfangs tabellarisch dargestellt.

Tab. 2: Geschlecht

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	weiblich	18	40,9	40,9	40,9
	männlich	26	59,1	59,1	100,0
	Gesamt	44	100,0	100,0	

Tab. 3: Dominantes Bein

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	rechtsbeinig	39	88,6	88,6	88,6
	linksbeinig	5	11,4	11,4	100,0
	Gesamt	44	100,0	100,0	

Tab. 4: Sportumfang pro Woche

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	<5h	12	27,3	27,3	27,3
	5h-10h	26	59,1	59,1	86,4
	>10h	6	13,6	13,6	100,0
	Gesamt	44	100,0	100,0	

Tab. 5: Krafttraining pro Woche

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	<5h	36	81,8	81,8	81,8
	5-10h	6	13,6	13,6	95,5
	>10h	2	4,5	4,5	100,0
	Gesamt	44	100,0	100,0	

5.3 Testablauf

Damit eine Objektivität gewährleistet werden kann, wurde ein Leitfaden erstellt, nachdem die Testleitung gehandelt hat. Es wurde darauf geachtet, dass dieser Testablauf bei allen ProbandInnen gleichermaßen, das heißt standardisiert, ablief.

An der Tür des Testungsraumes wurde vor jedem Testbeginn ein Schild mit der Aufschrift „Testung läuft, bitte nicht eintreten!“ aufgehängt, damit niemand die Testung stören und den Raum durchqueren konnte.

Die ProbandInnen kamen je nach Terminvereinbarung selbstständig zum Kraftlabor des Instituts für Sportwissenschaften.

Nach der Begrüßung wurde der Proband/die Probandin gebeten in einem für das Umziehen vorgesehenen Raum die Sportkleidung anzuziehen. Sobald die Testperson den Testungsraum betrat, wurde gemeinsam mit der Testleitung die TeilnehmerInneninformation und Einwilligungserklärung (siehe Anhang) besprochen und unterzeichnet. Die Studie wurde vorab bei der Ethikkommission der Universität Wien eingereicht und von dieser akzeptiert.

Nach Unterzeichnung der Dokumente wurden soziodemographische Daten wie Größe und Gewicht gemessen und anschließend von der Testleitung im Protokoll (siehe Anhang) notiert. Es wurde nicht mit dem Namen des Probanden/der Probandin, sondern mit einem Code versehen, um die Anonymität der ProbandInnen zu gewährleisten.

Anschließend wurde die Testperson ersucht, zum Zwecke der Aufwärmung eine 10-minütige Belastung an einem Radergometer bei geringer Intensität zu absolvieren um Verletzungen durch fehlende Aufwärmung zu vermeiden. Nach Beendigung der Aufwärmphase wurde der Proband/die Probandin gebeten auf dem Kraftmessgerät „IsoMed 2000“ Platz zu nehmen. Die Person wurde von der Testleitung ordnungsgemäß am Gerät positioniert und mittels Gurte fixiert. Dabei achtete die Testleitung darauf, dass eine korrekte Position eingenommen wurde, um eine optimale Datenerhebung sicherzustellen. Dabei sollte der Hüftwinkel 75° aufweisen und die Kniekehlen mit der Vorderkante des Stuhls abschließen, sodass der Kniewinkel bei 90° lag (Dirnberger, Wiesinger, Stöggl, Kösters & Müller, 2012).

Der Proband/die Probandin wurde an den Schultern mittels Schulterpads fixiert, damit sich der Oberkörper bei der Kraftausübung nicht nach vorne bewegen konnte. Weiters dienten der Hüft- und Oberschenkelgurt zu einer Verminderung der Beweglichkeit der fixierten Körperteile. Der Oberschenkelgurt wurde möglichst streng fixiert, damit die Testperson ausreichend am Stuhl stabilisiert und fixiert wurde. Seitlich des Testgeräts

befanden sich Handgriffe, die von der Testperson während der Kraftausübung genutzt werden konnten.

Bevor der Beinadapter an das Testgerät montiert werden konnte, musste die Drehachse des Dynamometers mit der Drehachse des Kniegelenks übereingestimmt werden. Als Referenzpunkt diente der seitliche Gelenkspalt des rechten Kniegelenks, welcher mithilfe eines Lasers am Dynamometer anvisiert wurde (Dirnberger et al., 2012). Sobald der Laser auf den Gelenkspalt eingestellt wurde, nahm der Dynamometer eine fixe Position ein. Zuletzt wurde der Schienbeinadapter am Testgerät, sowie am rechten Bein der Testperson fixiert, der für die isometrische Messung der Oberschenkelmuskulatur herangezogen wurde. Der Schienbeinadapter war mit einer Auspolsterung versehen, damit das Schienbein unversehrt an den Adapter fixiert werden konnte. Eine strenge Fixierung der Polsterung wurde mit Gurten um die Wade vorgenommen. Um die passende Position des Schienbeinadapters zu gewährleisten, orientierte sich die Testleitung am inneren Knöchel, der sich 2-3 cm unterhalb des Adapters befinden sollte. In der folgenden Abbildungen 7 und 8 ist das Testgerät von vorne und in Seitenansicht samt den Beinadaptiern abgebildet, die dem Probanden passend an das Schienbein angelegt wurden.

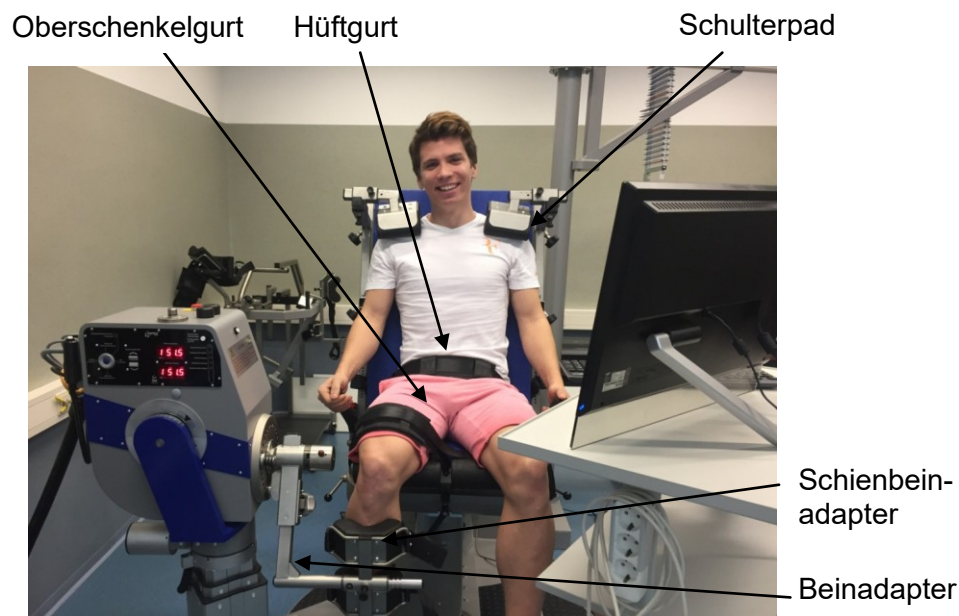


Abb. 7: „IsoMed 2000“ Vorderansicht, komplette Fixation am Testgerät

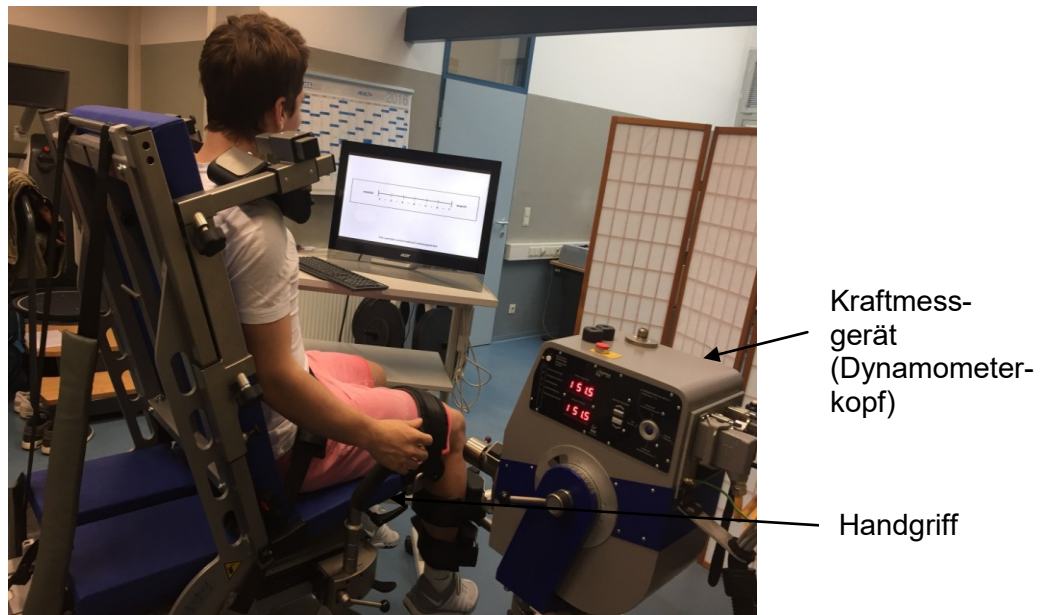


Abb. 8: Seitenansicht Fixierung am „IsoMed 2000“

Bevor die eigentliche Testung durchgeführt wurde, erbrachten die Testpersonen im Sinne der Eingewöhnung ein spezifisches Aufwärmen am Gerät. Die ersten zwei Versuche wurden mit submaximaler Kraft und die beiden letzten Probeversuche mit maximaler Kraft ausgeführt. Diese Probeversuche dienten nicht nur der Eingewöhnung an das Gerät und an die Art der Leistungserbringung, sondern dienten auch zu einer eventuellen Reduktion des Übungseffekts. Zwischen den Probeversuchen und dem eigentlichen Test gab es eine zweiminütige Pause, in der die Testpersonen darüber informiert wurden, dass die kommenden Versuche mit maximaler Intensität ausgeführt werden sollen. Die eigentliche Testung bestand dann aus vier weiteren Versuchen.

Um für alle TeilnehmerInnen die gleiche Ausgangsposition zu schaffen, wurde der Bildschirm 90 cm von ihrem Gesicht entfernt platziert. Somit war die Distanz zum Bildschirm für alle gleich. Über den Bildschirm wurden die ProbandInnen über den Verlauf der Testung instruiert. Die gesamte Maximalkraftmessung beinhaltete eine viermalige Wiederholung einer isometrischen Kontraktion der rechten Oberschenkelmuskulatur.

Um die Kontraktion einzuleiten erschien zuerst auf dem Bildschirm ein fünfsekündiger Countdown und anschließend die Anweisung „PUSH!“. In der fünfsekündigen Darbietung der Anweisung sollte der Proband/die Probandin so schnell und kraftvoll wie möglich gegen den Schienbeinadapter drücken und die maximale Muskelspannung halten.

Bei Erlöschen des Wortes „PUSH!“ endete die Kontraktionsphase und der Proband/die Probandin wurde angehalten das Bein möglichst zu entspannen. Sowohl die erreichten Kraftwerte als auch die Kraftkurve, die die Geschwindigkeit der Kraftentwicklung

ausdrückte, wurden auf einem weiteren Bildschirm erfasst, den die ProbandInnen allerdings nicht zu sehen bekamen.

In einer Pause von zwei Minuten erfolgt über den Bildschirm eine Abfrage der subjektiven Bewertung über die Leistungserbringung, sowie über das aktuelle Befinden. Der Testperson wurden insgesamt sieben Fragen gestellt; vier Fragen über die Kraftleistung und drei Fragen über die momentane Befindlichkeit. Mittels einer Tastatur gab die Testperson ihre Bewertung ab (vgl. Abb. 9).



Abb. 9: Proband in Bewertungsphase

Nach der Bewertungsphase startete die Instruktion zur nächsten Maximalkraftmessung und die Darbietung des Countdowns und der Anweisung verlief gleichermaßen wie bei der ersten Wiederholung. Im Anschluss an die zweite Maximalkraftmessung erfolgte erneut eine Bewertung der sieben Fragen, die mit den Fragen nach der ersten Muskelkontraktion ident waren. Ein derartiger Ablauf verlief auch für die dritte und vierte Muskelkontraktion, die jeweils mit einer Bewertungsphase abschlossen. Nach Beendigung der vierten und letzten Muskelkontraktion wurde die Testperson von den Fixierungen gelöst und über die eigene Einschätzung des möglichen Untersuchungszwecks befragt. Anschließend wurde die Person mündlich über die Farbmanipulation und den eigentlichen Untersuchungszweck aufgeklärt. In der Untersuchung ging es nicht um die reine Kraftleistung der Oberschenkelmuskulatur sondern um den Farbeinfluss auf die Leistungserbringung. Um eine etwaige Farbenblindheit auszuschließen, wurde die Testperson nach der Offenlegung der Farbmanipulation gefragt, ob sie sich an die unterschiedliche Farbdarbietung erinnern

könne. Die Überprüfung, ob Farbenblindheit vorherrscht, konnte im Vorfeld nicht abgefragt werden, da sonst die Aufmerksamkeit auf die Farbe gelenkt worden wäre.

Die ProbandInnen wurden gebeten, die Informationen über den eigentlichen Untersuchungszweck nicht weiterzugeben, damit zukünftige ProbandInnen nicht voreingenommen zum Termin erscheinen.

Die Zeitdauer der Testung für einen Probanden/eine Probandin betrug inklusive Vorbereitung ca. 45 Minuten. Die Aufwärmzeit wurde auf 10 Minuten beschränkt und die reine Zeit am Testgerät betrug 14 Minuten. Die Gesamtdauer der Studie umfasste 12 Tage um 46 Personen auf ihre Maximalkraft der Oberschenkelmuskulatur zu messen.

5.4 Testleitung

Während der gesamten Studie gab es eine Testleiterin, die in jeder Testung präsent war und diese auch durchführte. Es wurde darauf geachtet, dass die Testleitung bei jeder Testung dieselbe Kleidung trug, damit der Farbeinfluss bei jedem Probanden/jeder Probandin gleichermaßen vorhanden war. Die Testleitung trug neutrale, farblose Farben wie Grau und Weiß, damit die Aufmerksamkeit nicht im Vorhinein schon auf Farben gerichtet wurde.

Es wurden für die Durchführung der Studie während des Untersuchungsablaufs, abgesehen von den TeilnehmerInnen, keine weiteren Personen benötigt. Dadurch konnte die Autorin der verfassten Diplomarbeit die Funktion der Testleitung selbst übernehmen.

Die Testleitung befand sich mit der Testperson während der gesamten Testung im selben Raum. Die Testpersonen kamen selbstständig zum Kraftlabor, wo die Testleitung bereits bei der Eingangstür wartete. Nach der Begrüßung und Unterzeichnung der Einwilligungserklärung nahm die Testleitung die soziodemographischen Daten der Testperson ins Protokoll auf und leitete die Aufwärmphase ein. Die Testleitung führte die Testperson zum Radergometer und überprüfte die Höhe des Sattels. Im Falle einer unpassend eingestellten Höhe des Sattels, verstellte die Testleitung die Höhe und passte sie die Körpergröße der Testperson an.

Die 10-minütige Aufwärmphase wurde von der Testleitung mittels Timer eines Smartphones gestoppt. Anschließend wurde die Testperson ordnungsgemäß in das Testgerät positioniert und die Werte der fixierten Position, die je nach Testperson individuell unterschiedlich waren, in den Computer des Dynamometers eingegeben und gespeichert. Der Computer war mit einem Schwenkarm mit dem Dynamometer verbunden. Durch die Beweglichkeit des Computers, konnte die Testleitung samt Computer hinter das Testgerät rücken und aus der Bildfläche der Testperson

verschwinden. Somit war eine Ablenkung und damit ein Störfaktor für die Testperson ausgeschlossen. Die Testung war darauf ausgerichtet, dass die Testleitung während der gesamten Testphase in keiner Interaktion mit dem Proband/der Probandin stand, damit die volle Konzentration dem Bildschirm und den Instruktionen galt. Den ProbandInnen wurde dennoch vor Testbeginn angeboten der Testleitung Fragen zu stellen, falls Unklarheiten auftreten sollten. Während der gesamten Testung protokollierte die Testleitung alle Vorkommnisse, wie auffälliges Verhalten, Fragen oder Anmerkungen seitens der ProbandInnen. Im Falle eines Abbruchs der Testphase aufgrund eines technischen Versagens, beendete die Testleitung sowohl das Programm am Dynamometer, als auch die Bildschirmpräsentation und startete diese erneut von Beginn an. Es war von Bedeutung, dass die Testleitung die ganze Zeit aufmerksam und unauffällig den Verlauf der Testphase beobachtete, da sie gegebenenfalls einschreiten musste. Nach Beendigung der Testphase löste die Testleitung den Probanden/die Probandin aus der Fixierung und bedankt sich für die Teilnahme. Anschließend wurde die Testperson über den Untersuchungszweck befragt und die Antwort wurde ebenso im Testprotokoll notiert. Nach Verabschiedung des Teilnehmers/der Teilnehmerin, putzte und versorgte die Testleitung den Dynamometer so, dass er für die nächste Testung wieder verwendbar war.

5.5 Material

Für die vorliegende Studie wurde einiges an Material benötigt. Der Testungsraum wurde vor jeder Testung gleichermaßen aufgebaut, wie in Abbildung 10 zu sehen ist. Dazu wurden neben dem Testgerät (IsoMed 2000) noch zwei Tische benötigt, ein Laptop, ein Bildschirm, ein langes VGA-Kabel, eine drahtlose Tastatur, ein Instrument mit dem die Größe und das Gewicht der ProbandInnen gemessen werden konnte und ein Radergometer.

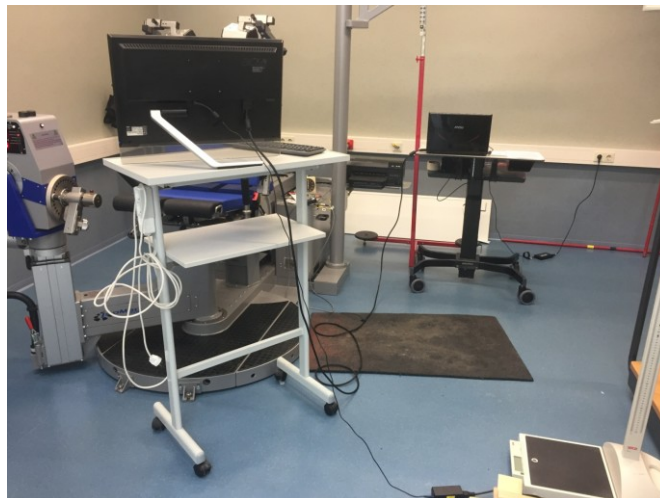


Abb. 10: Aufbau der Geräte

Der große Bildschirm wurde vor dem Testgerät platziert und diente der Darstellung einer Bildschirmpräsentation während der gesamten Testung. Durch das VGA-Kabel wurde der große Bildschirm mit dem Laptop verbunden, wodurch die Testleitung auf dem Laptop exakt dasselbe sah, wie die ProbandInnen auf dem Bildschirm. Der Laptop wurde benötigt, weil nur durch diesen die Bildschirmpräsentation gestartet werden konnte. Der Stand-Bildschirm diente lediglich einer größeren Abbildung der Bildschirmpräsentation.

5.5.1 IsoMed 2000

Für die Ermittlung der Beinkraft wurde das Testgerät „IsoMed 2000“ verwendet, wodurch die Testung gezwungenermaßen in einem Kraftlabor stattfand. Die Testleitung war somit an den Raum und das Gerät gebunden, wodurch eine Mobilität oder Flexibilität kaum gegeben war.

Das „IsoMed 2000“ ist ein Hochleistungsdynamometer, welcher für schnelle und explosive Bewegungen verwendbar ist. Das Gerät gehört zu den isokinetischen Messsystemen und findet sowohl im Training, in der Leistung und Forschung als auch in der Rehabilitation Anwendung (BMWFW, 2017a).

Die folgende Abbildung zeigt die komplette Ausstattung des Hochleistungsdynamometers im Kraftlabor des Instituts für Sportwissenschaften an der Universität Wien, von der für die Testung nur ein Teil benötigt wurde..



*Abb. 11: „IsoMed 2000“
(BMWFW, 2017a)*

Der Teil des Geräts (Dynamometerkopf), welcher das Drehmoment misst, leistet bis zu 750Nm und kann bis zu 360° um den Stuhl gedreht werden. Es können zudem auch hohe Winkelgeschwindigkeiten realisiert werden, die in dieser Studie aufgrund einer isometrischen Messung allerdings nicht gemessen wurden. Für die eingelenkige Messungen an Knie, Schulter, Sprunggelenk, Ellenbogen, Hüfte und Handgelenk stehen diverse Adapter zur Verfügung, die an das Gerät je nach Messung eingespannt werden können (BMFWF, 2017b).

5.5.1.1 Bedienung

Das „IsoMed 2000“ benötigte ein "Trainingsprogramm", welches von der Testleitung am Bildschirm erstellt werden musste. Die Abbildung 12 zeigt das Training, welches in drei Blöcke unterteilt wurde. Für jeden Block wurde die Anzahl der Wiederholungen/Versuche, die Haltezeit der Kontraktion, der Grad der Kniewinkelposition (65°) und die Zeit der Pause zwischen den Kontraktionen eingetragen. Dieser Trainingsmodus musste vor jeder Testung aufgerufen und gestartet werden noch bevor die Testperson auf dem „IsoMed 2000“ Platz nahm.

TEST/TRAINING									
Hinweis: Auswahl: "←""→", Tr.-Auswahl: "↑""↓", Bestätigen: "ret", Beenden: "esc"									
Start Test/Tr.		Trainingsmodi		Bib.-Training		Editieren		Abspeichern	
								Pausen	
1		Isometrik		PAUSE: 2 MIN 0 SEK					
		Bewegung R Knie		Nullpunkt 290°		Sätze 3			
		Extension		Bereich + 30° - + 80°		Fix. 0 Pause 0:40 Min			
		Schwerkraftkomp. aus		Start-Position + 65°		St.-Trigg. 5 Getr. 1.0			
				Ende-Position + 65°					
				Haltezeit 5 Sek				Maximum 750	
2		Isometrik		PAUSE: 2 MIN 0 SEK					
		Bewegung R Knie		Nullpunkt 290°		Sätze 1			
		Extension		Bereich + 30° - + 80°		Fix. 0 Pause 2:00 Min			
		Schwerkraftkomp. aus		Start-Position + 65°		St.-Trigg. 5 Getr. 1.0			
				Ende-Position + 65°					
				Haltezeit 5 Sek				Maximum 750	
3		Isometrik		PAUSE: 2 MIN 0 SEK					
		Bewegung R Knie		Nullpunkt 290°		Sätze 4			
		Extension		Bereich + 30° - + 80°		Fix. 0 Pause 2:00 Min			
		Schwerkraftkomp. aus		Start-Position + 65°		St.-Trigg. 5 Getr. 1.0			
				Ende-Position + 65°					
				Haltezeit 5 Sek				Maximum 750	

Abb. 12: Trainingsprogramm

Sobald der Trainingsmodus gestartet wurde, konnten die Werte der Fixierung der Person am Testgerät in die Patientenadaptierung (siehe Abb. 13) eingetragen werden.

P A T I E N T E N A D A P T I E R U N G			
Befestigen Sie bitte Adapter Nr. 0		an Dynamo.!	
Befestigen Sie bitte Adapter Nr.		an IsoMed !	
DYNAMOMETER:	Soll	Ist	ADAPTER:
Neigung.....	5°	0°	Auszug-Länge.....
Drehung.....	r 35.5°	r 36.0°	Auszug-Seite.....
Rel. Drehung.....		93.0°	Fußadapter-Dreh....
Höhe.....	5.0 cm	3.5 cm	Fußadapter-Neig....
Schwenkarm....	l 60.5°	l 57.0°	Fußadapter-Versch...
Beinpresse-Höhe..	39.5 cm	39.5 cm	Abstützung-Länge...
SITZLEHNE:			Abstützung-Versch...
Neigung.....	80°	80°	Abstützung-Seite....
Verschiebung..	13.0 cm	13.0 cm	Schulter-Länge.....
SITZFLACHE:			Schulter-Seite.....
Neigung.....	1		Doppelpad.....
Einschub.....	0		

Abb. 13: Patientenadaptierung

Sobald die Testung lief und der Proband/die Probandin kontrahierte, wurden die Kraftwerte der Beinkraft auf dem Bildschirm des „IsoMed 2000“ aufgezeichnet (siehe Abb. 14).



Abb. 14: Bildschirm „IsoMed 2000“

Die Testleitung erhielt sowohl eine Kraftkurve, wodurch die Schnelligkeit der Kraftentwicklung aufgezeichnet wurde, als auch Messwerte zur Maximalkraft. In der Abbildung 14 wurde die momentane Aufnahme des mittleren Drehmoments und maximalen Drehmoments aufgezeigt. Der Proband/die Probandin befand sich zu der Zeit der Aufnahme gerade vor seinem/ihrer letzten Versuch. Der Bildschirm des Testgeräts wurde den ProbandInnen absichtlich nicht gezeigt, damit diese nicht durch die Kraftwerte beeinflusst wurden und sich stattdessen vollkommen auf die Instruktionen der Präsentation konzentrieren konnten. Der Bildschirm des Testgeräts befand sich während der gesamten Testung bei der Testleitung, die nebenbei über den Bildschirm des Laptops die Bildschirmpräsentation der ProbandInnen verfolgte.

Die Ergebnisse des Messgeräts „IsoMed 2000“ weisen eine hohe Zuverlässigkeit (Reliabilität) auf. Bezüglich der Reproduzierbarkeit der Maximalkraft am „IsoMed 2000“ gibt es bereits etliche Studien, die eine hohe Reliabilität der Messung nachweisen. (Dirnberger, Wiesinger, Stöggel, Kösters & Müller, 2012). In Salzburg wurde im Rahmen einer Diplomarbeit eine Überprüfung der Reliabilität des „IsoMed 2000“ von isokinetischen und isometrischen Messungen durchgeführt. Die Überprüfung ergab ein reliables Testprotokoll beider Messungen (Wiesinger, 2011).

5.5.2 Bildschirmpräsentation

Die Präsentation, die die ProbandInnen auf dem Bildschirm zu sehen bekamen, wurde zunächst auf Power Point erstellt, damit dann jede Folie separat als Bild abgespeichert werden konnte. Hierbei war es wichtig, dass der Computer auf die höchstmögliche Pixelauflösung eingestellt war, damit die Präsentation auf einem größeren Bildschirm abgebildet werden konnte, ohne dass sie unscharf oder verzerrt wurde. Die abgespeicherten Bilddateien wurden dann in der richtigen Reihenfolge in das Programm „QDesigner“ eingespielt und als Projekt gespeichert. Die Testleitung musste vor jeder Testung in das Programm einsteigen und die Präsentation starten.

Die zeitliche Darbietung der Bilder wurde genau berechnet um einen gleichzeitigen Ablauf mit dem Programm des Testgeräts zu ermöglichen. Die Präsentation musste auf die Sekunde genau abgestimmt werden, damit der Countdown in der Präsentation genau dann auftritt, wenn das Testgerät den Countdown auslöst. Der Aspekt der Simultanität war von großer Bedeutung, da der Proband/die Probandin erst dann Kraft anwenden konnte, wenn das Testgerät die Kontraktionsphase einleitete beziehungsweise freigab. Erst wenn das „IsoMed 2000“ das eingespannte Bein in die richtige Winkelposition bringt, ist es dem Probanden/der Probandin möglich, so kraftvoll wie möglich dagegen zu drücken. Wenn aber der Countdown der Präsentation irrtümlicherweise früher anfängt als

jener des „IsoMeds 2000“, dann drücken die ProbandInnen schon an, obwohl das Testgerät noch gar nicht dafür bereit ist und es kann keine Messung der Maximalkraft erfolgen.

Die Testung und damit der Start der Präsentation begann damit, dass der Proband/die Probandin mit einer beliebigen Taste die Präsentation starten durfte (vgl. Abb. 15).

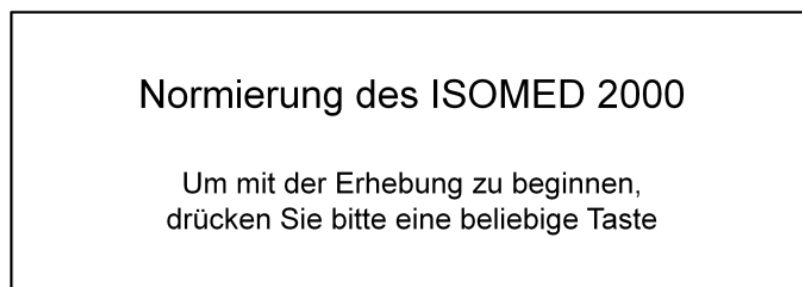


Abb. 15: Erste Folie der Testung

Damit die ProbandInnen den Hauptzweck der Testung anhand der Testbezeichnung nicht erkennen konnten, wurde auf der ersten Folie des Testablaufs eine neutrale Bezeichnung gewählt, die mit dem Zweck der Testung nichts zu tun hatte.

Zuerst erfolgte eine Instruktion über den gesamten Testablauf, wo erklärt wurde, dass es vier Probeversuche und vier Maximalkraftversuche gibt. Zwischen den ersten drei Probeversuchen gab es einen Zeitabstand von 40 Sekunden, während der Zeitabstand vom dritten Probeversuch bis zum letzten Versuch immer bei zwei Minuten lag. Zwei Minuten wurden deswegen gewählt, damit die Ruhezeit zwischen zwei Versuchen eine möglichst hohe Regeneration der Muskulatur ermöglicht.

In der Zeit zwischen den Maximalkraftversuchen wurden die ProbandInnen gebeten sieben Fragen zu beantworten. Sie wurden so gestellt, dass es möglich war, sie anhand einer Skala von 1-7 mittels Tastatur zu beantworten. Es soll hierbei nicht nur ein Sachverhalt abgeprüft werden, sondern es ist auch die Intensität dieses Sachverhalts von Bedeutung (Hüttner & Schwarting, 2002). Dies bedeutet, dass durch die Skala nicht nur ein Zustand wie beispielsweise die Müdigkeit/Energie abgefragt werden kann, sondern auch der Grad dieses Zustands bewertet wird.

Um einen bestmöglichen Vergleich mit der Studie von Payen et al. (2011) ziehen zu können, wurde neben der Krafterbringung auch die Selbsteinschätzung zur Leistungserbringung und zur momentanen Befindlichkeit abgefragt.

Die ProbandInnen sollten zunächst vier Fragen beantworten, in denen sie den aktuellen Versuch bewerten. Diese vier Fragen wurden gemeinsam in der Datenauswertung für die

Qualitätsbeurteilung herangezogen und ausgewertet. Die Abbildungen 16-19 veranschaulichen die vier Bewertungsfragen für den aktuellen Versuch.

Bitte **bewerten** Sie den Versuch
mit den **Tasten 1 bis 7!**

schlecht | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 | gut

Sie können beliebig abstufen

Abb. 16: Bewertung Frage 1

lethargisch | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 | energisch

Abb. 17: Bewertung Frage 2

träge | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 | explosiv

Abb. 18: Bewertung Frage 3

kraftlos | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 | kraftvoll

Abb. 19: Bewertung Frage 4

In weiterer Folge dienten die Fragen 5-7 dazu, eine Bewertung über das aktuelle Befinden abzugeben. Diese drei Fragen wurden in der Datenauswertung für die Bewertung des Befindens herangezogen.

Bitte **bewerten** Sie Ihr **aktuelles Befinden** mit den **Tasten 1 bis 7!**

betrübt | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 | glücklich

Abb. 20: Bewertung Frage 5

müde | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 | wach

Abb. 21: Bewertung Frage 6

Entspannt,
locker | 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 | Angespannt,
aktiviert

Abb. 22: Bewertung Frage 7

Die Beantwortung der Fragen fand immer in der 2-minütigen Ruhephase zwischen den Maximalkraftmessungen statt. Die ProbandInnen hatten 10 Sekunden Zeit eine Frage mittels Tastatur zu beantworten, bevor automatisch die nächste Frage eingeleitet wurde. Aufgrund des zeitlich gesteuerten Abspielens der Präsentation war es möglich, eine Synchronität mit dem automatischen Ablauf des „IsoMed 2000“ herzustellen. Somit hatten alle ProbandInnen am Testgerät dieselbe Testungsdauer in der Länge von 14 Minuten.

Die zwei abhängigen Variablen (Bewertung des aktuellen Versuchs und Befindens) wurden mittels Reliabilitätsanalyse im Statistikprogramm SPSS auf ihre Zuverlässigkeit überprüft. Die von Spss ermittelte Cronbach's-Alpha-Wert-Zahl soll für die Verwendbarkeit einer Frage in einem Bereich zwischen 0,7 und 0,9 liegen.

Die Reliabilitätsstatistiken (vgl. Tab. 6+7) ergaben für die subjektive Bewertung des aktuellen Versuchs (Fragen 1-4) den Cronbach's Alpha-Wert von 0.842, was bedeutet, dass die Zuverlässigkeit der Ergebnisse vorhanden ist.

*Tab. 6: Reliabilitätsstatistiken
(4 Items)*

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items
.842	4

Tab. 7: Item-Skala-Statistiken (Bewertung 1-4)

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen
Frage 1	17.6509	5.621	.650	.811
Frage 2	17.7396	5.313	.758	.762
Frage 3	17.6331	5.936	.729	.783
Frage 4	17.8580	5.682	.589	.840

Hinsichtlich der Bewertung des aktuellen Befindens (Fragen 5-7) ergab die Reliabilitätsanalyse aufgrund der Antworten der Frage 7 keinen ausreichend hohen Wert um als zuverlässig zu gelten. Der Cronbach's Alpha-Wert beträgt 0,502 und sollte im Normalfall einen Wert von $> 0,7$ haben (vgl. Tab.8+9).

*Tab. 8: Reliabilitätsstatistiken
(3 Items)*

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items
.502	3

Tab. 9: Item-Skala-Statistiken (Bewertung 5-7)

	Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen	Skalenvarianz, wenn Item weggelassen	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbach's Alpha, wenn Item weggelassen
Frage 5	9.4795	5.228	.354	.389
Frage 6	10.3275	4.010	.399	.261
Frage 7	11.5029	3.663	.252	.573

Der Cronbach's Alpha-Wert liegt bei der Variable „Mittelwert der Bewertung des aktuellen Befindens“ bei 0,502 das bedeutet, dass der Wert unzureichend ist und die Interpretation der Ergebnisse mit Vorsicht zu genießen ist. Die drei Items der Bewertung des aktuellen Befindens ergeben in Summe nicht den Wert, den es braucht, um zu einem zuverlässigen Ergebnis zu kommen.

Weil der Cronbach's Alpha-Wert von Frage 7 im Vergleich zu den Fragen 5 und 6 eine hohe Abweichung hat, wurde dieser für die Auswertung nicht verwendet. Für die Bewertung des Befindens wurden nur Mittelwerte über die Items der Frage 5 und 6 neu berechnet. Um einen neuen Cronbach's Alpha-Wert zu erhalten, wurde die Reliabilitätsanalyse erneut durchgeführt, allerdings nur für die zwei Items der Frage 5 und 6 (vgl. Tab. 10). Der Cronbach's Alpha-Wert beträgt 0,581.

Tab. 10: Reliabilitätsstatistiken
(2 Items)

Cronbachs Alpha	Anzahl der Items
.581	2

5.5.3 Farbmanipulation

Es wurde bei der Zusammenstellung der Bildschirmpräsentation darauf geachtet, dass die Farbdarbietung bei jeder Farbe hinsichtlich Farbton, Helligkeit und Sättigung gleichermaßen ausgeprägt ist. Die Überlegung lag darin, dass jede Farbe gleichermaßen abgebildet wird und eine Standardisierung der Farbdarbietung stattfindet.

Neben Rot wurden die Farben Blau und Grau eingesetzt, die mithilfe eines Spektrofotometers an die Werte der roten Farbe angeglichen wurden. Der Spektrofotometer wurde angewandt um bei jeder Farbe den passenden Farb- und Helligkeitston zu garantieren. Die Farbmanipulation wurde mittels CIELCH-Farbmodell ausgewählt. Hierbei steht CIE für „Commission Internationale d'Eclairage“ und stellt ein internationales Organ da, welches Methoden für die Messung von Farben festlegt. In diesem Farbmodell handelt es sich um einen dreidimensionalen Farbraum, in dem die drei Parameter Helligkeit (L, Lightness), Sättigung (C, Chroma) und Farbton (H, Hue) dargestellt werden (Fehrman & Fehrman, 2004).

Es wurden folgende Werte für Rot LCh (53.20/73.39/69.32), Blau LCh (53.31/38.03/-77.51) und Grau LCh (53.03/4.19/-13.83) definiert. Wie an den Werten ersichtlich, sind alle Farben im ersten Wert (dem, der Helligkeit) nahezu ident. Nur die farbigen Farben wie Rot und Blau können sich des weiteren in ihrem Farbton ähneln.

Besonderes Augenmerk wird in Studien der Farbforschung darauf gelegt, dass die Farbe hinsichtlich ihrer drei Komponenten bei Farbmanipulationen regelmäßig kontrolliert wird (Elliot & Maier, 2014). Anfängen von Computersoftwareprogrammen wie Photoshop über Farbsysteme mit Farbchips bis hin zu Spektrofotometer, können Farben auf verschiedene Weise aufeinander abgestimmt werden.

Für diese Studie wurde die Variante des Spektrofotometer gewählt. Es ist ein Gerät, mit dem die Farbe gemessen wird und sachliche Werte für Farbton, Helligkeit und Intensität angibt. Es berechnet zudem laut Elliot und Maier (2014) Umwelteinflüsse wie beispielsweise den Lichteinfall und die Betrachtung aus verschiedenen Blickwinkeln. Es spielt keine Rolle, ob die Farbe auf einem Objekt, auf Papier oder auf einem Bildschirm zu messen ist, da der Spektrofotometer für alle Formate anzuwenden ist (Elliot & Maier, 2014).

Der Spektrofotometer ist laut Elliot und Maier (2014) die geeignetste Methode bei Forschungen zu Farbe und ihrer psychologischen Funktionsweise, da mit dem Gerät objektiv, präzise und flexibel gearbeitet werden kann.

Elliot und Maier (2014) erwähnen die Wichtigkeit einer gründlichen Farbkontrolle um eine Übersichtlichkeit und Kontinuität im Bereich der empirischen Forschung zu gewährleisten. Die Darbietung der Farbe erfolgte über den Bildschirm, der vor dem Testgerät platziert wurde. Hierbei wurden der Countdown und die Anweisung „PUSH!“ farblich manipuliert, wobei die Schrift in Farbe und der Hintergrund in Weiß dargestellt wurde.

Die Farbmanipulation wurde nur in den letzten drei Versuchen eingesetzt. Die erste Maximalkraftmessung erfolgte ganzheitlich (Countdown + Anweisung) in Schwarz, damit

neben den drei farbigen Versuchen ein Referenzwert beziehungsweise eine Kontrollfarbe vorhanden war.

In den folgenden drei Abbildungen 23, 24 und 25 wird der Countdown mit der Anweisung bildlich dargestellt. Die ProbandInnen sahen jede Farbdarbietung in der gesamten Testung jeweils einmal. Jedes Kästchen in den Abbildungen symbolisiert eine Folie der Präsentation.

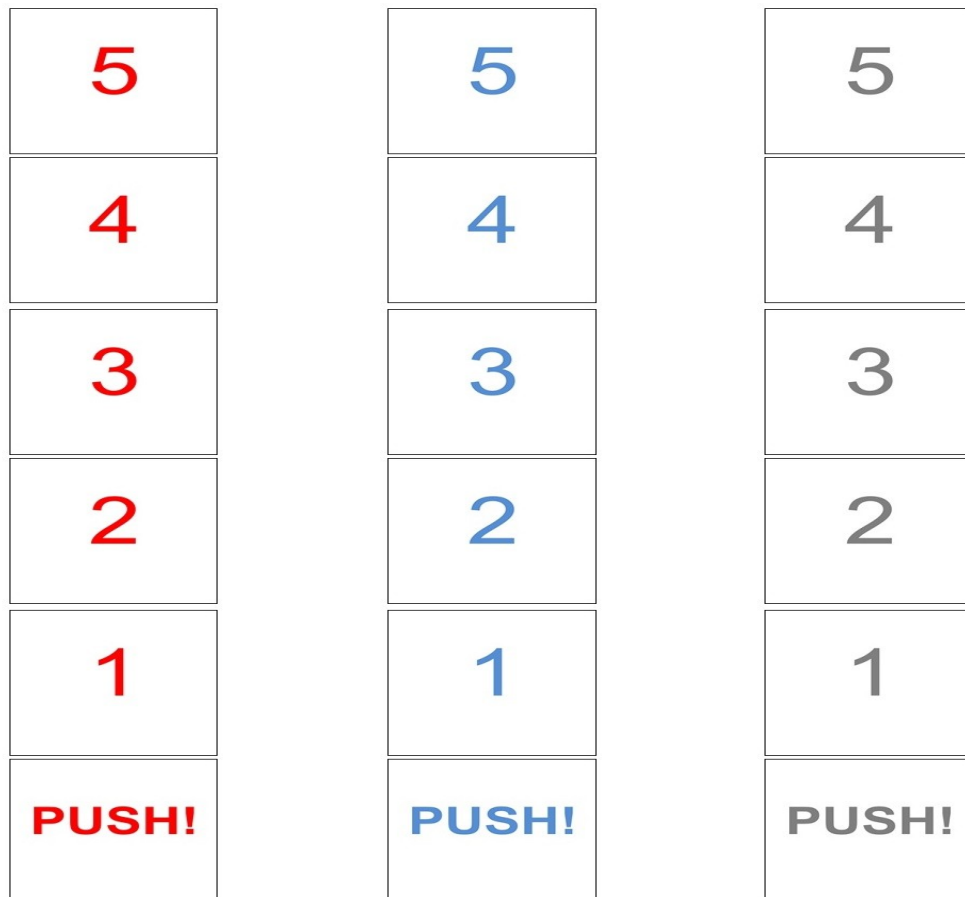


Abb. 23: Rot

Abb. 24: Blau

Abb. 25: Grau

Die Reihenfolge der Farbdarbietung von Blau, Grau und Rot wurde randomisiert, das bedeutet, dass die Farbreihenfolge nicht bei jedem Probanden/jeder Probandin gleich war und nach dem Zufallsprinzip erfolgte. Die Überlegung der Randomisierung begründet sich im Versuch der Sicherstellung einer gleichmäßigen Verteilung der Einflussfaktoren. Angenommen es würde immer dieselbe Farbe als erste auftreten, könnte die Begründung eines besseren Ergebnisses darin liegen, dass der Proband/die Probandin bei der ersten Farbdarbietung noch mehr Kraft hatte, als beim vorletzten oder letzten Versuch. Durch die gleichmäßige Verteilung der Farbreihenfolge können solche Aussagen ausgeschlossen werden.

5.6 Definition der Variablen

Es wurden sechs Variablen ausgewählt, die für die Hypothesen von Relevanz sind. Alle sechs Variablen wurden pro Versuch pro Proband/Probandin erfasst. Sie lassen sich in Messwerte unterteilen, die der isokinetische Dynamometer (IsoMed 2000) lieferte und in Items der subjektiven Einschätzung/Bewertung. Die einzelnen Variablen werden nun näher beschrieben, damit ein besseres Verständnis vorliegt.

1. Mittleres Drehmoment

Unter einem Drehmoment wird die Hebelwirkung einer Kraft auf ein Objekt verstanden und ergibt sich aus dem Produkt von Kraft [Nm] und Hebelarm [m]. Unter dem mittleren Drehmoment wird der Mittelwert der Drehmomentwerte einer Testperson über den gesamten Versuch verstanden. Da ein Versuch in der vorliegenden Studie 5 Sekunden dauerte und das „IsoMed 2000“ pro Millisekunde einen Messwert erfasste, wurden pro Versuch 5000 Messwerte aufgezeichnet. Aus diesen 5000 Messwerten wurde das mittlere Drehmoment errechnet.

Aufgrund der teilweise fehlenden Aufzeichnungen der Kraftwerte durch das Testgerät am Ende des Versuchs wurde das mittlere Drehmoment generell nur für die ersten 4,5 Sekunden ausgerechnet.

Die Einheit des mittleren Drehmoments wird in Newtonmeter [Nm] angegeben.

2. Maximales Drehmoment

Das maximale Drehmoment ist der höchste Kraftwert, der über den gesamten Versuch erzielt worden ist. Es ist der höchste Punkt in der Drehmomentkurve.

Die Einheit des maximalen Drehmoments wird in Newtonmeter [Nm] angegeben.

3. Zeitpunkt des maximalen Drehmoments

Der Zeitpunkt des maximalen Drehmoments gibt die Zeit bis zum Erreichen des höchsten Drehmomentwertes an.

Die Einheit des Zeitpunkts des maximalen Drehmoments wird in Sekunden [s] angegeben.

4. Mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden

Die mittlere Kraftentwicklung wird nicht über den gesamten Versuch berechnet sondern nur in einem bestimmten Zeitfenster. Da vermutet wird, dass die Kraftentwicklung zu Beginn am höchsten ist und um eine bestmögliche Vergleichbarkeit zu Payen et al. (2011)

zu haben, wird der Mittelwert der Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden berechnet.

Die Einheit der mittleren Kraftentwicklung wird in Newtonmeter/Sekunde [Nm/s] angegeben.

5. Mittelwert der Bewertungen des aktuellen Versuchs

Diese Variable wurde nicht vom Testgerät berechnet, sondern von der Testperson durch Eingabe auf einer Tastatur erfasst. Die ProbandInnen mussten zwischen den Messwiederholungen vier Fragen (Frage 1-4) über den aktuellen Versuch beantworten. Die Fragen konnten von 1-7 beantwortet werden.

Von den vier gegebenen Antworten wurde bei jedem Versuch der Mittelwert gebildet.

6. Mittelwert der Bewertung des aktuellen Befindens

Diese Variable wurde ebenfalls von der Testperson durch Eingabe auf einer Tastatur erfasst. Die ProbandInnen mussten zwischen den Messwiederholungen drei Fragen (Frage 5-7) über das aktuelle Befinden beantworten. Auch diese Fragen konnten von 1-7 beantwortet werden.

Von den drei gegebenen Antworten wurde bei jedem Versuch der Mittelwert gebildet.

Die beiden letzten Variablen wurden ausgewählt um eine Vergleichbarkeit zu der Studie von Payen et al. (2011) herstellen zu können. In der Studie von Payen et al. (2011) konnte weder für die Qualitätsbeurteilung des Versuchs noch für die Beurteilung des Befindens ein signifikanter Einfluss der Farbe festgestellt werden.

Pro ProbandIn erhielt die Testleitung somit jeweils vier Werte für die sechs Variablen; in Summe 24 Werte.

5.7 Definition der Forschungsfragen und Hypothesen

In der quantitativen Forschung ist eine Messbarmachung (Operationalisierung) der Hypothesen unabdingbar. Nur so können die Ergebnisse in Form von Zahlen mithilfe eines Statistikprogramms analysiert werden (Raithel, 2008).

Durch die vorliegende Studie soll der Einfluss von Rot auf die Kraftleistung und die subjektive Bewertung hinterfragt und überprüft werden.

Bewiesen werden soll die Annahme, dass die affektive Wirkung von Rot im Vergleich zu Blau und Grau zu einer Leistungssteigerung führt. Die Leistungssteigerung wird bei sechs abhängigen Variablen angenommen. Es gibt insgesamt fünf Forschungsfragen mit je sechs Alternativhypothesen, da es für jede Frage sechs relevante Variablen gibt. Diese werden aus Gründen der besseren Übersicht nur in den Hypothesen ausformuliert. Die Forschungsfragen beziehen sich auf folgende abhängige Variablen:

1. Mittleres Drehmoment
2. Maximales Drehmoment
3. Zeitpunkt des maximalen Drehmoments
4. Mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden
5. Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs
6. Mittelwert der Bewertung des aktuellen Befindens

1. Forschungsfrage:

„Besteht ein Unterschied in den Maximalkraftmessungen zwischen den Farben Blau, Grau und Rot?“

Es ergeben sich daraus folgende Null- beziehungsweise Alternativhypothesen:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied in den Maximalkraftmessungen zwischen den Farben Blau, Grau und Rot.

H1: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich das mittlere Drehmoment signifikant.

H2: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich das maximale Drehmoment signifikant.

H3: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich der Zeitpunkt des maximalen Drehmoments signifikant.

H4: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich die mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden signifikant.

H5: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich der Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs signifikant.

H6: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich der Mittelwert der Bewertung des aktuellen Befindens signifikant.

Es ergibt sich eine zusätzliche Forschungsfrage, in der die ProbandInnen außer Acht gelassen werden, die den eigentlichen Sinn und Zweck der Studie erahnt haben. Es ist interessant zu prüfen, ob es einen Unterschied in den Ergebnissen der ersten Forschungsfrage ausmacht, wenn die Ergebnisse der acht ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie erahnt hatten, nicht gewertet werden.

2. Forschungsfrage:

„Besteht ein Unterschied in den Maximalkraftmessungen zwischen den Farben Blau, Grau und Rot, wenn die acht ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie erahnt hatten, nicht gewertet werden?“

Es ergeben sich daraus folgende Null- beziehungsweise Alternativhypothesen:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied in den Maximalkraftmessungen zwischen den Farben Blau, Grau und Rot, wenn die acht ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie erahnt hatten, nicht gewertet werden.

H1: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich das mittlere Drehmoment signifikant, wenn die acht ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie erahnt hatten, nicht gewertet werden.

H2: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich das maximale Drehmoment signifikant, wenn die acht ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie erahnt hatten, nicht gewertet werden.

H3: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich der Zeitpunkt des maximalen Drehmoments signifikant, wenn die acht ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie erahnt hatten, nicht gewertet werden.

H4: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich die mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden signifikant, wenn die acht ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie erahnt hatten, nicht gewertet werden.

H5: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich der Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs signifikant, wenn die acht ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie erahnt hatten, nicht gewertet werden.

H6: Zwischen den drei Farbbedingungen Blau, Grau und Rot unterscheidet sich der Mittelwert der Bewertung des aktuellen Befindens signifikant, wenn die acht ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie erahnt hatten, nicht gewertet werden.

3. Forschungsfrage:

„Gibt es einen Unterschied in den Ergebnissen bei der ersten Farbbedingung (Blau, Grau oder Rot)?“

Hierbei wird die Frage über den Unterschied in der ersten Farbbedingung im Between-Subject-Design überprüft. Es werden die Ergebnisse der 6 abhängigen Variablen bei der ersten Farbbedingung zwischen den ProbandInnen auf Unterschiede getestet.

Es ergeben sich daraus folgende Null- beziehungsweise Alternativhypothesen:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen der ersten Farbbedingung.

H1: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als erste Farbbedingung unterscheidet sich das mittlere Drehmoment signifikant.

H2: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als erste Farbbedingung unterscheidet sich die das maximale Drehmoment signifikant.

H3: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als erste Farbbedingung unterscheidet sich die der Zeitpunkt des maximalen Drehmoments signifikant.

H4: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als erste Farbbedingung unterscheidet sich die die mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden signifikant.

H5: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als erste Farbbedingung unterscheidet sich der Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs signifikant.

H6: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als erste Farbbedingung unterscheidet sich der Mittelwert der Bewertung des aktuellen Befindens signifikant.

4. Forschungsfrage:

„Gibt es einen Unterschied in den Ergebnissen bei der letzten Farbbedingung (Blau, Grau oder Rot)?“

Es ergeben sich daraus folgende Null- beziehungsweise Alternativhypothesen:

H0: Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den letzten Farbbedingungen.

H1: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als letzte Farbbedingung unterscheidet sich das mittlere Drehmoment signifikant.

H2: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als letzte Farbbedingung unterscheidet sich die das maximale Drehmoment signifikant.

H3: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als letzte Farbbedingung unterscheidet sich die der Zeitpunkt des maximalen Drehmoments signifikant.

H4: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als letzte Farbbedingung unterscheidet sich die die mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden signifikant.

H5: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als letzte Farbbedingung unterscheidet sich der Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs signifikant.

H6: Zwischen den Farben Blau, Grau und Rot als letzte Farbbedingung unterscheidet sich der Mittelwert der Bewertung des aktuellen Befindens signifikant.

5. Forschungsfrage:

„Gibt es einen Übungseffekt unabhängig von der Farbdarbietung?“

Daraus ergeben sich folgende Null- beziehungsweise Alternativhypothesen:

H0: Es gibt keinen Übungseffekt in den Versuchen.

H1: Es gibt einen signifikanten Übungseffekt in den Versuchen beim mittleren Drehmoment.

H2: Es gibt einen signifikanten Übungseffekt in den Versuchen beim maximalen Drehmoment.

H3: Es gibt einen signifikanten Übungseffekt in den Versuchen beim Zeitpunkt des maximalen Drehmoments.

H4: Es gibt einen signifikanten Übungseffekt in den Versuchen bei der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden.

H5: Es gibt einen signifikanten Übungseffekt in den Versuchen beim Mittelwert des Bewertens des aktuellen Versuchs.

H6: Es gibt einen signifikanten Übungseffekt in den Versuchen beim Mittelwert des Bewertens des aktuellen Befindens.

6 Datenauswertung

Die Daten wurden mit dem Statistikprogramm SPSS ausgewertet, wobei die Grafiken aufgrund der besseren Veranschaulichung in Excel erstellt wurden. In diesem Kapitel werden zunächst die Variablen überblicksmäßig in einer Tabelle dargestellt und folglich die fünf zu überprüfenden Forschungsfragen, mittels Ergebnisdarstellung der einzelnen Hypothesen, beantwortet.

6.1 Häufigkeiten der Farbreihenfolge und ersten Farbbedingung

In der Tabelle 11 werden die Häufigkeiten der verschiedenen Farbreihenfolgen, sowohl absolut als auch relativ dargestellt. Es gab insgesamt sechs mögliche Farbkombinationen, woraus sich drei Gruppen ergaben, die jeweils dieselbe erste Farbbedingung (Blau, Grau oder Rot) aufwiesen. Die Anzahl der auftretenden ersten Farben lässt sich aus der Häufigkeit der Farbreihenfolge errechnen (vgl. Tab. 12).

Tab. 11: Häufigkeiten der Farbreihenfolge

Farbreihenfolge	Häufigkeit	
	absolut	relativ
Blau-Grau-Rot	7	15,91 %
Blau-Rot-Grau	5	11,36 %
Grau-Rot-Blau	7	15,91 %
Grau-Blau-Rot	7	15,91 %
Rot-Blau-Grau	14	31,82 %
Rot-Grau-Blau	4	9,09 %
Gesamt	44	100 %

Tab. 12: Häufigkeiten der ersten Farbbedingung

Erste Farbbedingung	Häufigkeit	
	absolut	relativ
Blau	12	27,27 %
Grau	14	31,82 %
Rot	18	40,91 %
Gesamt	44	100 %

Es wird vermutet, dass die schiefe Häufigkeitsverteilung dadurch zustande gekommen ist, weil bei einigen ProbandInnen noch vor der Farbdarbietung die Testung abgebrochen werden musste. Die Steuerung der an sich gleichverteilten, zufälligen Farbreihenfolge hat diese abgebrochenen Versuche offensichtlich mitberücksichtigt.

Aufgrund der schiefen Verteilung und der möglichen Steigerung beim letzten Versuch werden die Ergebnisse der letzten Farbdarbietungen auch ausgewertet und verglichen (Between-Subject-Design).

Für die vierte Forschungsfrage ist somit die Häufigkeitsverteilung der letzten Farbbedingung von Bedeutung, die in der Tabelle 13 sowohl absolut, als auch relativ angegeben wird.

Tab. 13: Häufigkeiten der letzten Farbbedingung

Letzte Farbbedingung	Häufigkeit	
	absolut	relativ
Blau	11	25 %
Grau	19	43,18 %
Rot	14	31,82 %
Gesamt	44	100 %

6.2 Darstellung der Ergebnisse

Zur besseren Veranschaulichung der untersuchten Variablen, wurden Tabellen für jede Forschungsfrage erstellt.

6.2.1 Forschungsfrage 1

„Besteht ein Unterschied in den Maximalkraftmessungen hinsichtlich des mittleren Drehmoments, des maximalen Drehmoments, des Zeitpunkts des maximalen Drehmoments, der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden, der Mittelwerte der subjektiven Bewertung des Versuchs und des Befindens zwischen den Farben Rot, Blau und Grau?“

In der Tabelle 14 werden die jeweiligen Ergebnisse unter Berücksichtigung der gesamten Stichprobenanzahl auf die drei Farben aufgeteilt. Hierbei ist es unerheblich, an welcher Stelle die einzelnen Farben gezeigt wurden.

Tab. 14: Deskriptive Statistik der Testparameter, aufgeteilt auf die Farben: Darstellung von Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Stichprobenumfang (N)

Variable	Farbe	M	SD	N
Mittleres Drehmoment [Nm]	Blau	178,706	72,787	44
	Grau	177,299	72,848	44
	Rot	181,240	72,301	44
Maximales Drehmoment [Nm]	Blau	206,489	83,544	44
	Grau	206,398	84,848	44
	Rot	210,814	85,238	44
Zeitpunkt des max. Drehmoments [s]	Blau	2,643	1,399	44
	Grau	2,997	1,310	44
	Rot	2,927	1,472	44
Mittlere Kraftentwicklung (0-0,25s) [Nm/s]	Blau	518,416	271,300	44
	Grau	537,557	301,077	44
	Rot	549,218	314,336	44
Mittelwert der Bewertung des Versuchs	Blau	5,716	0,840	44
	Grau	5,909	0,804	44
	Rot	6,019	0,774	44

Mittelwert der Bewertung des Befindens	Blau	5,682	1,046	44
	Grau	5,806	0,885	44
	Rot	5,830	0,895	44

Das Statistikprogramm SPSS errechnete für die Messwerte einer Versuchsreihe einen F - und einen p-Wert. Einzelne betrachtete Variablen gelten dann als signifikant unterschiedlich, wenn der p-Wert $< 0,05$ ist. In den folgenden Ergebnisdarstellungen wurden diese Werte angegeben und hinsichtlich ihrer Signifikanz analysiert.

Es wird die Varianzanalyse mit Messwiederholungen angewendet, da es sich um mehrere Variablen handelt, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten innerhalb einer Testung eines Probanden/einer Probandin erhoben werden (Rudolf & Müller, 2012).

Die ANOVA mit Messwiederholung ergab zwischen Rot, Blau und Grau keinen signifikanten Unterschied sowohl im mittleren Drehmoment ($F(2,86) = 1.033$, $p = 0.36$), maximalen Drehmoment ($F(2,86) = 1.378$, $p = 0.258$), Zeitpunkt des maximalen Drehmoments ($F(2,86) = 1.441$, $p = 0.242$), in der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden ($F(2,86) = 0.986$, $p = 0.377$) als auch im Mittelwert der Bewertung des aktuellen Befindens ($F(2,86) = 1.529$, $p = 0.223$).

Es konnte allerdings ein signifikanter Unterschied (vgl. Abb. 26) im Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs zwischen Rot, Blau und Grau festgestellt werden ($F(2,86) = 3.271$, $p = 0.043$). Dies bedeutet, dass die H0-Hypothese verworfen wird und die H1-Hypothese *„Zwischen den drei Farbbedingungen unterscheidet sich der Mittelwert der Bewertung hinsichtlich des aktuellen Versuchs signifikant.“* angenommen wird.

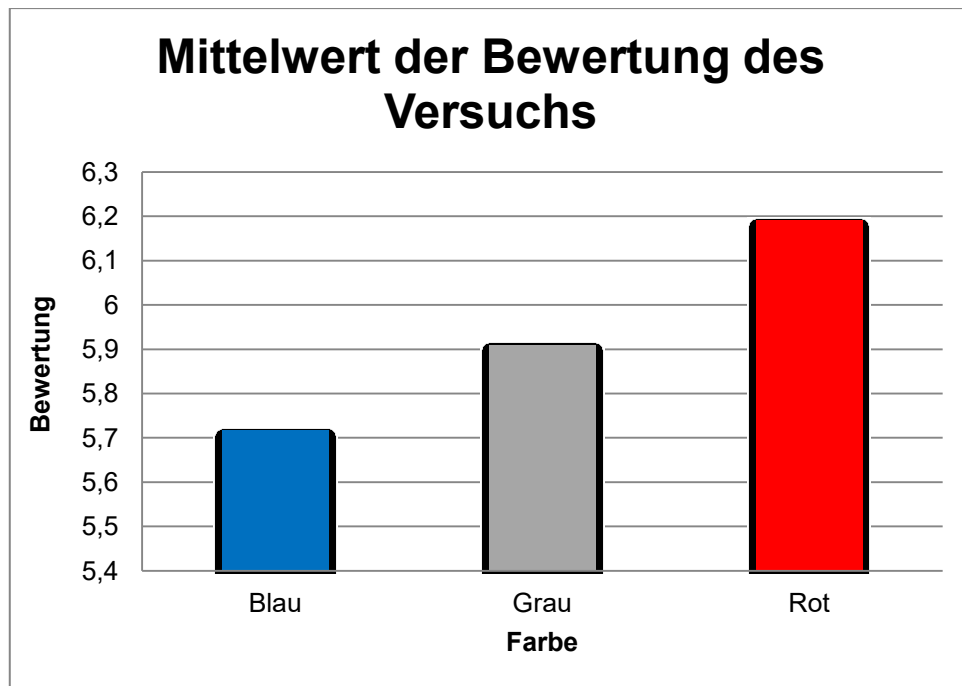


Abb. 26: Mittelwerte der Variable „Mittelwert der Bewertung des Versuchs“ nach Farbe bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen

Die folgenden zwei Abbildungen 27 und 28 veranschaulichen den minimalen Unterschied der Ergebnisse der ProbandInnen in den erfassten abhängigen Variablen. Die Variablen (Mittelwert der Bewertungsfragen, Zeitpunkt des maximalen Drehmoments) werden in einer eigenen Abbildung (vgl. Abb. 28) wiedergegeben, da ihre Werte so niedrig sind, dass sie in der Abb. 27 nicht gut sichtbar dargestellt werden können. Für ein besseres Verständnis der Abbildungen werden die darin verwendeten Abkürzungen der Variablen beschrieben:

- MT= Mean Torque = mittleres Drehmoment
- PT= Peak Torque= maximales Drehmoment
- TTPT= Time To Peak Torque= Zeitpunkt des maximalen Drehmoments
- MRTD= Mean Rate of Torque Development= mittlere Kraftentwicklung
- Bew_Versuch= Bewertung des aktuellen Versuchs
- Bew_Befinden= Bewertung des aktuellen Befindens

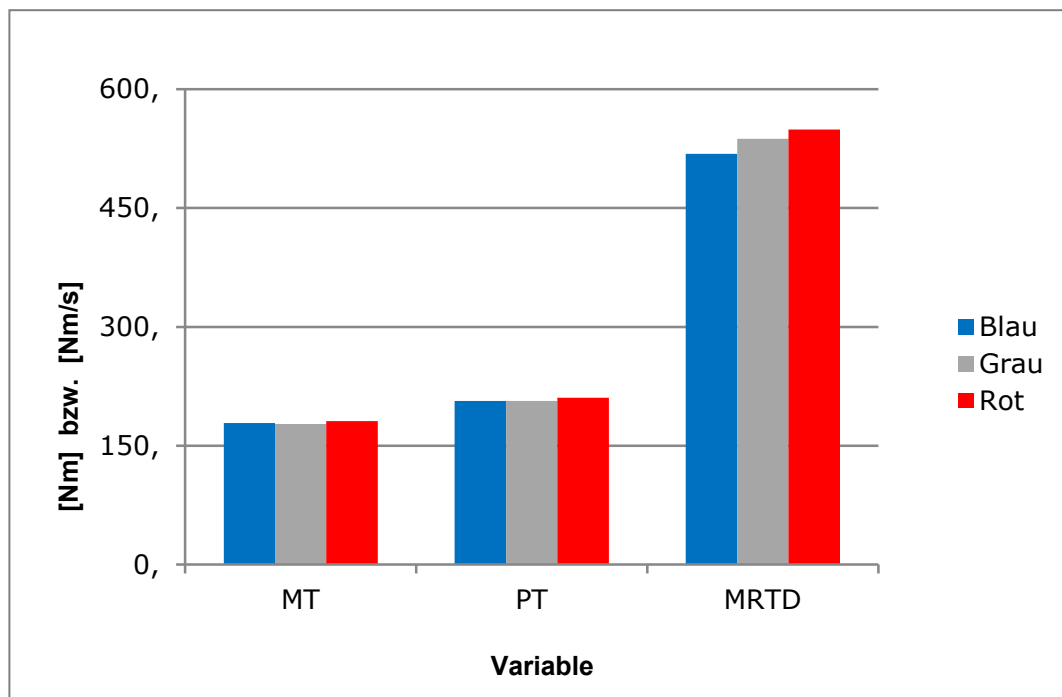


Abb. 27: Vergleich der Mittelwerte nach Farben bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen

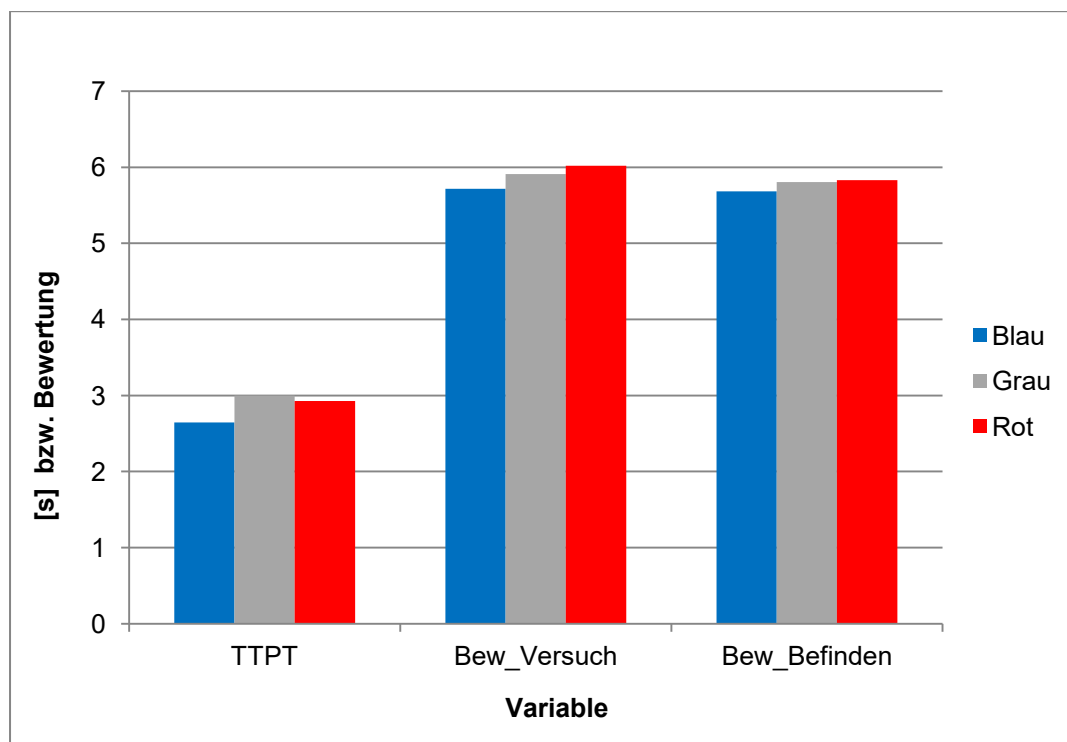


Abb. 28: Vergrößerte Darstellung von TTPT, Bew_Versuch und Bew_Befinden bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen

6.2.2 Forschungsfrage 2

„Besteht ein Unterschied in den Maximalkraftmessungen des mittleren Drehmoments, des maximalen Drehmoments, des Zeitpunkts des maximalen Drehmoments, der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden, der Mittelwerte der subjektiven Bewertung des Versuchs und des Befindens zwischen den Farben Blau, Grau und Rot, wenn die acht ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie errahnt hatten, nicht gewertet werden?“

In der Tabelle 15 werden die jeweiligen Ergebnisse unter Berücksichtigung nur jener ProbandInnen, die den Sinn und Zweck der Studie nicht errahnt haben, auf die drei Farben aufgeteilt. Hierbei ist es unerheblich, an welcher Stelle die einzelnen Farben gezeigt wurden.

Tab. 15: Deskriptive Statistik der Testparameter der ProbandInnen, die den Untersuchungszweck nicht errahnt haben, aufgeteilt auf die Farben : Darstellung von Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Stichprobenumfang (N)

Variable	Farbe	M	SD	N
Mittleres Drehmoment [Nm]	Blau	173,543	71,032	36
	Grau	173,060	72,583	36
	Rot	176,827	72,393	36
Maximales Drehmoment [Nm]	Blau	200,350	80,511	36
	Grau	201,636	84,300	36
	Rot	205,117	82,649	36
Zeitpunkt des max. Drehmoments [s]	Blau	2,762	1,436	36
	Grau	3,038	1,328	36
	Rot	3,023	1,457	36
Mittlere Kraftentwicklung (0-0,25s) [Nm/s]	Blau	504,619	283,277	36
	Grau	522,175	311,537	36
	Rot	542,722	336,006	36
Mittelwert der Bewertung des Versuchs	Blau	5,785	0,837	36
	Grau	5,972	0,788	36
	Rot	6,065	0,826	36

Mittelwert der Bewertung des Befindens	Blau	5,750	0,996	36
	Grau	5,889	0,803	36
	Rot	5,972	0,765	36

Die ANOVA mit Messwiederholung ergab ähnlich wie bei der ersten Forschungsfrage folgendes Ergebnis:

Zwischen Rot, Blau und Grau gab es keinen signifikanten Unterschied sowohl im mittleren Drehmoment ($F(2,70) = 0,870$, $p = 0,423$), maximalen Drehmoment ($F(2,70) = 0,987$, $p = 0,378$), Zeitpunkt des maximalen Drehmoments ($F(2,70) = 0,787$, $p = 0,459$), in der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden ($F(2,7) = 1,107$, $p = 0,336$), im Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs ($F(2,70) = 2,172$, $p = 0,122$) als auch des aktuellen Befindens ($F(2,70) = 2,366$, $p = 0,101$).

Der einzige Unterschied lag darin, dass der Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs ebenfalls keinen signifikanten Unterschied aufwies, was bei der GesamtprobandInnenanzahl von 44 jedoch der Fall war. Die folgende Abbildung 29 zeigt den geringeren Unterschied zwischen den Farben.

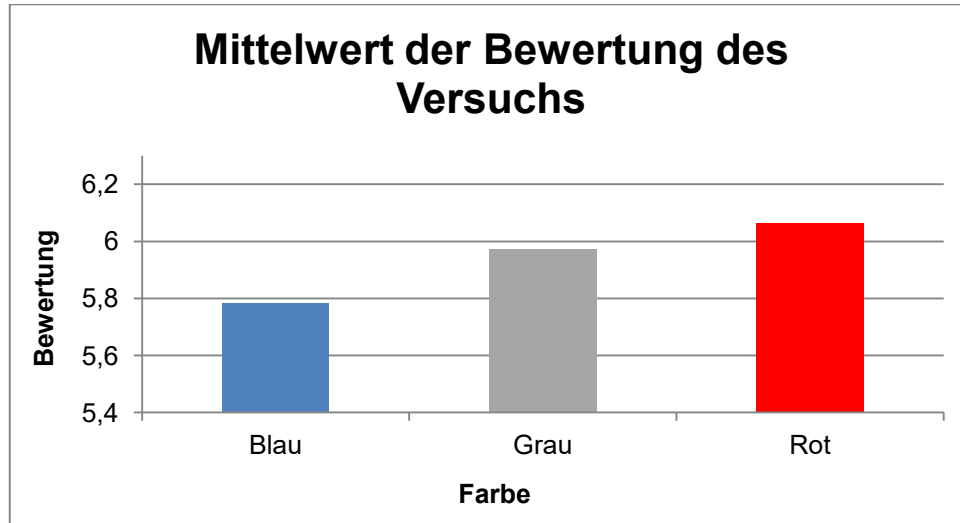


Abb. 29: Mittelwerte der Variable „Mittelwert der Bewertung des Versuchs“ nach Farbe bei einem Stichprobenumfang von 36 ProbandInnen

6.2.3 Forschungsfrage 3

„Gibt es einen Unterschied in der ersten Farbbedingung hinsichtlich des mittleren Drehmoments, des maximalen Drehmoments, des Zeitpunkts des maximalen Drehmoments, der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden, der Mittelwerte der subjektiven Bewertung des Versuchs und des Befindens?“

In der Tabelle 16 werden die jeweiligen Ergebnisse unter Berücksichtigung der gesamten Stichprobenanzahl auf die drei Farben aufgeteilt. Hierbei wurden nur jene Versuche berücksichtigt, bei denen die jeweilige Farbe an erster Stelle gezeigt wurde.

Tab. 16: Deskriptive Statistik der Testparameter der ProbandInnen, aufgeteilt auf die Farben der ersten Farbbedingung : Darstellung von Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Stichprobenumfang (N)

Variable	Farbe	M	SD	N
Mittleres Drehmoment [Nm]	Blau	198,247	68,937	12
	Grau	171,893	54,252	14
	Rot	160,103	78,603	18
Maximales Drehmoment [Nm]	Blau	231,433	78,042	12
	Grau	202,550	63,368	14
	Rot	187,856	94,401	18
Zeitpunkt des max. Drehmoments [s]	Blau	2,829	1,600	12
	Grau	3,305	1,334	14
	Rot	2,834	1,544	18
Mittlere Kraftentwicklung (0-0,25s) [Nm/s]	Blau	555,167	260,102	12
	Grau	512,457	222,945	14
	Rot	426,956	281,724	18
Mittelwert der Bewertung des Versuchs	Blau	5,583	0,842	12
	Grau	5,964	0,706	14
	Rot	6,079	0,689	18
Mittelwert der Bewertung des Befindens	Blau	5,125	1,090	12
	Grau	5,821	0,953	14
	Rot	5,917	0,879	18

Für diese Berechnung wurde die einfaktorielle Varianzanalyse angewandt, da laut Rudolf und Müller (2012) mithilfe dieser die Wirkung eines mehrstufigen Faktors auf eine abhängige Variable geprüft werden kann.

Die einfaktorielle ANOVA ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen im mittleren Drehmoment ($F(2,41) = 1.120$, $p = 0,336$), maximalen Drehmoment ($F(2,41) = 1.041$, $p = 0,362$), Zeitpunkt des maximalen Drehmoments ($F(2,41) = 0.476$, $p = 0,625$), in der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden ($F(2,41) = 0.969$, $p = 0,388$) und sowohl im Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs ($F(2,41) = 1.076$, $p = 0,198$) als auch des aktuellen Befindens ($F(2,41) = 2.687$, $p = 0,080$). Die H0-Hypothese *"Es besteht kein Unterschied zwischen den Gruppen."* bleibt beibehalten.

6.2.4 Forschungsfrage 4

„Gibt es einen Unterschied in der letzten Farbbedingung hinsichtlich des mittleren Drehmoments, des maximalen Drehmoments, des Zeitpunkts des maximalen Drehmoments, der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden, der Mittelwerte der subjektiven Bewertung des Versuchs und des Befindens?“

In der Tabelle 17 werden die jeweiligen Ergebnisse unter Berücksichtigung der gesamten Stichprobenanzahl auf die drei Farben aufgeteilt. Hierbei wurden nur jene Versuche berücksichtigt, bei denen die jeweilige Farbe an letzter Stelle gezeigt wurde.

Tab. 17: Deskriptive Statistik der Testparameter der ProbandInnen, aufgeteilt auf die Farben der letzten Farbbedingung : Darstellung von Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Stichprobenumfang (N)

Variable	Farbe	M	SD	N
Mittleres Drehmoment [Nm]	Blau	177,381	67,349	11
	Grau	178,720	81,629	19
	Rot	200,284	72,972	14
Maximales Drehmoment [Nm]	Blau	205,045	78,426	11
	Grau	205,495	93,648	19
	Rot	229,664	86,261	14
Zeitpunkt des max. Drehmoments [s]	Blau	2,420	1,028	11
	Grau	3,030	1,253	19
	Rot	3,133	1,521	14
Mittlere Kraftentwicklung (0-0,25s) [Nm/s]	Blau	544,318	323,069	11
	Grau	558,026	344,716	19
	Rot	729,714	351,084	14
Mittelwert der Bewertung des Versuchs	Blau	5,318	1,043	11
	Grau	6,197	0,556	19
	Rot	5,946	0,905	14
Mittelwert der Bewertung des Befindens	Blau	5,500	1,000	11
	Grau	6,079	0,902	19
	Rot	5,714	0,935	14

Die einfaktorielle ANOVA ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen im mittleren Drehmoment ($F(2,41) = 0.407$, $p = 0,668$), maximalen Drehmoment ($F(2,41) = 0.367$, $p = 0,695$), Zeitpunkt des maximalen Drehmoments ($F(2,41) = 1.073$, $p = 0,351$), in der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden ($F(2,41) = 1.283$, $p = 0,288$) und im Mittelwert der Bewertung des aktuellen Befindens ($F(2,41) = 1.456$, $p = 0,245$).

Ein signifikanter Unterschied konnte allerdings zwischen den Farben Rot, Blau und Grau im Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs ($F(2,41) = 4.109$, $p = 0,024$) ermittelt werden. Dies bedeutet, dass die H_0 -Hypothese verworfen wird und die H_1 -Hypothese „Zwischen den drei Farbbedingungen unterscheidet sich der Mittelwert der Bewertung hinsichtlich des aktuellen Versuchs signifikant.“ angenommen wird.

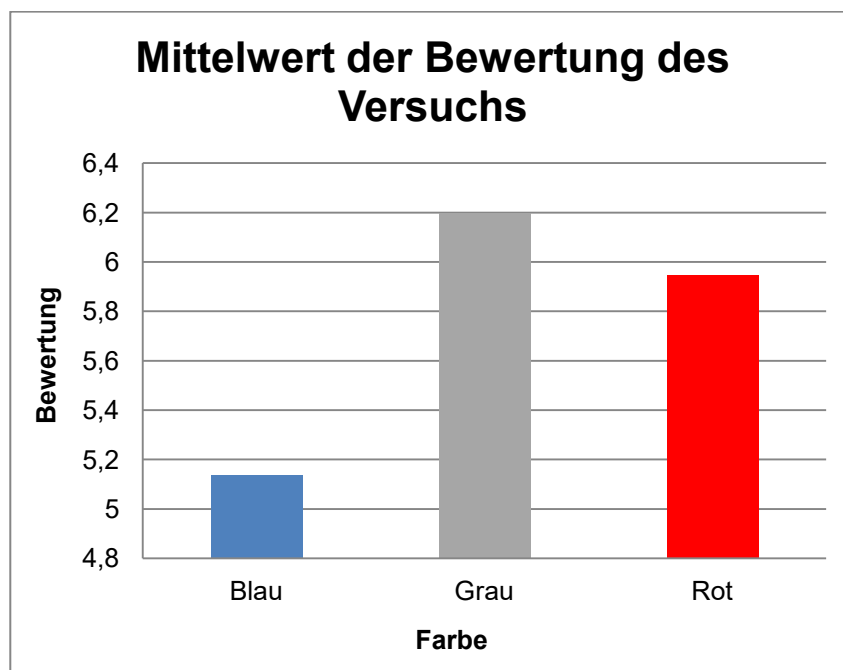


Abb. 30: Mittelwerte der Variable „Mittelwert Bewertung des Versuchs“ nach letzter Farbbedingung bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen

6.2.5 Forschungsfrage 5

„Gibt es einen Übungseffekt der Wiederholungen hinsichtlich des mittleren Drehmoments, des maximalen Drehmoments, des Zeitpunkts des maximalen Drehmoments, der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden, der Mittelwerte der subjektiven Bewertung des Versuchs und des Befindens unabhängig von der Farbdarbietung?“

Die Tabelle 18 ist für die fünfte Forschungsfrage relevant und zeigt die unterschiedlichen Mittelwerte und Standardabweichungen aufgeteilt auf die einzelnen Versuche, unabhängig von der Farbdarbietung.

Tab. 18: Deskriptive Statistik der Testparameter, aufgeteilt auf die vier Versuche, unabhängig von der Farbdarbietung: Darstellung von Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Stichprobenumfang (N)

Variable		1. Versuch	2. Versuch	3. Versuch	4. Versuch	N
Mittleres Drehmoment [Nm]	M	173,887	174,257	177,740	185,247	44
	SD	72,443	68,937	73,900	74,580	
Maximales Drehmoment [Nm]	M	204,427	204,416	206,211	213,073	44
	SD	84,235	81,332	85,541	86,502	
Zeitpunkt des max. Drehmoments [s]	M	2,430	2,983	2,673	2,910	44
	SD	1,523	1,478	1,409	1,299	
Mittlere Kraftentwicklung (0-0,25s) [Nm/s]	M	484,027	489,127	506,836	609,227	44
	SD	269,272	258,310	264,546	343,864	

Mittelwert der Bewertung des Versuchs	M	5,928	5,907	5,839	5,898	44
	SD	0,761	0,750	0,823	0,870	
Mittelwert der Bewertung des Befindens	M	5,6705	5,6705	5,7727	5,8182	44
	SD	1,040	1,001	0,924	0,947	

Die ANOVA mit Messwiederholung ergab keinen signifikanten Übungseffekt im Zeitpunkt des maximalen Drehmoments ($F(3,129) = 2.458$, $p = 0.066$), im Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs ($F(3,129) = 0.207$, $p = 0.892$) sowie des aktuellen Befindens ($F(3,129) = 0.955$, $p = 0.416$).

Ein signifikanter Übungseffekt (vgl. Tab. 6-8) konnte allerdings mittels ANOVA mit Messwiederholung sowohl im mittleren Drehmoment ($F(3,129) = 6.164$, $p = 0.001$), im maximalen Drehmoment ($F(3,129) = 3.422$, $p = 0.019$), als auch in der mittleren Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden ($F(3,129) = 16.433$, $p = 0.000$) berechnet werden. Die folgenden drei Grafiken (Abb. 31-33) veranschaulichen die Ergebnisse der drei Variablen mit signifikantem Übungseffekt.

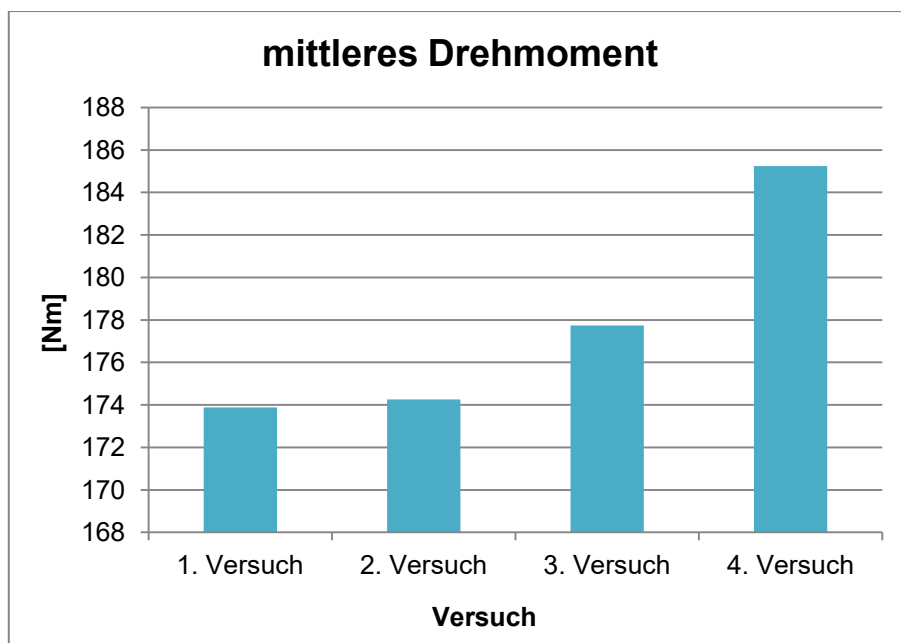


Abb. 31: Mittelwerte der Variable „mittleres Drehmoment“ der Versuche bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen

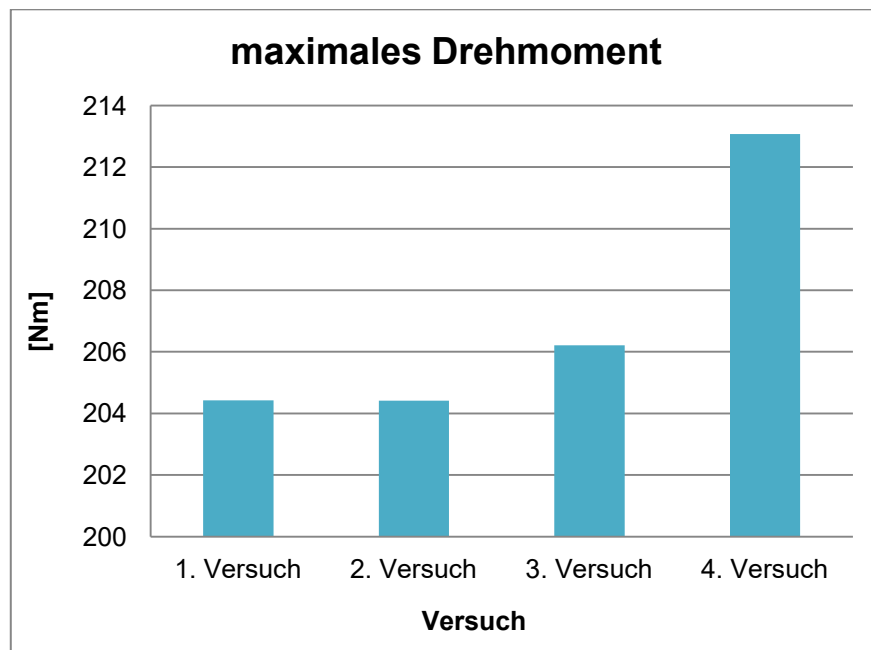


Abb. 32: Mittelwerte der Variable „maximales Drehmoment“ der Versuche bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen

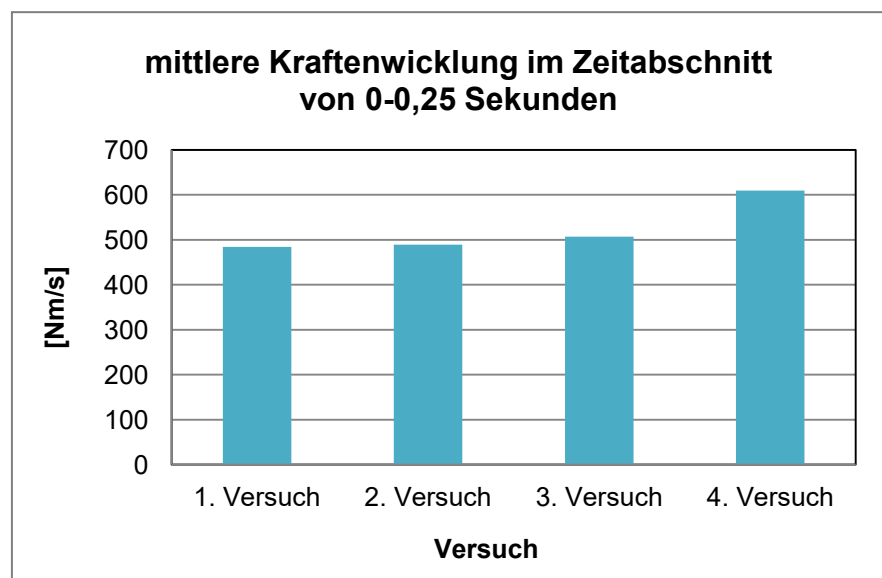


Abb. 33: Mittelwerte der Variable „mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25s“ der Versuche bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen

7 Diskussion der Studie

Ziel der vorliegenden Studie war es herauszufinden, ob die Farbe Rot einen Einfluss auf die Erbringung der maximalen Kraftleistung hat.

Die untersuchten Parameter können in Leistung (mittleres Drehmoment, maximales Drehmoment, Zeitpunkt des maximalen Drehmoments, mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden) und Bewertung (Versuch, Befinden) differenziert werden. Wie die Ergebnisse in Kapitel 6 zeigen, konnten nur wenige signifikante Unterschiedswerte festgestellt werden.

Die erste Forschungsfrage hat ergeben, dass es keinen signifikanten Unterschied in den Farben hinsichtlich der Kraftleistung gab. Die einzige Variable, bei der sich ein Unterschied in der Farbe Rot zeigte, war die Bewertung des aktuellen Versuchs. Hierbei kam heraus, dass die ProbandInnen nach der roten Farbdarbietung ihren Versuch tendenziell höher bewertet haben. Höher im Sinne von besser, kraftvoller, energischer und explosiver. Ein möglicher Erklärungsansatz könnte hier eine Grundannahme der „Color-in-Context Theory“ sein, die besagt, dass die Psyche und der Prozess des Bewertens durch die Farbwahrnehmung beeinflusst wird. Eine höhere Bewertung des Versuchs muss nicht unbedingt bedeuten, dass der Versuch tatsächlich am besten gelungen ist. Aufgrund der Ergebnisse der Kraftwerte ist erkennbar, dass die subjektiven Bewertungen der ProbandInnen von der tatsächlichen Kraftleistung deutlich abweichen. Es kann daher die H5-Hypothese, dass sich zwischen den drei Farbbedingungen die subjektive Bewertung des aktuellen Versuchs signifikant unterscheidet, angenommen werden.

Werden allerdings die ProbandInnen ausgeschlossen, die den Sinn und Zweck der Studie erahnt haben, so ist der einzige Unterschied zu den Ergebnissen der ersten Forschungsfrage, dass es keinen signifikanten Unterschied mehr im Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs gibt. Somit wird dem signifikanten Unterschied der Bewertung des Versuchs keine große Bedeutung zugetragen, da das Ergebnis auf die Vermutung des Testungszwecks zurückzuführen ist.

Auch wenn sich bei der ersten und zweiten Forschungsfrage statistisch gesehen kaum signifikante Unterschiede der Ergebnisse zwischen den verschiedenen Farben ergeben haben, ist anzumerken, dass die Mittelwerte nach roter Farbdarbietung immer, ausgenommen beim Zeitpunkt des maximalen Drehmoments (vgl. Tab. 27+28), die besten Ergebnisse hatten.

Bei der dritten Forschungsfrage konnte kein signifikanter Unterschied in den Gruppen festgestellt werden, die jeweils eine andere Farbe als erste Farbbedingung gezeigt bekommen haben.

27,27 % der Stichprobenanzahl sahen Grau als erste Farbe, 31,8 % sahen Blau und die größte Gruppe stellte Rot mit einem Prozentsatz von 40,91 % dar. Trotz der ungleichen Verteilung ergaben sich keine signifikanten Unterschiede in den Ergebnissen der ProbandInnen.

Auffällig ist, dass bei fast allen Variablen der Leistung die Ergebnisse bei der roten Farbdarbietung am schlechtesten ausgefallen sind. Trotzdem sind bei beiden Bewertungsvariablen die Ergebnisse bei Rot am besten ausgefallen.

Es wurde anschließend überprüft, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen in der letzten Farbbedingung gibt. Die statistische Analyse ergab einen signifikanten Unterschied in der Bewertung des letzten Versuchs. Den höchsten Mittelwert in der Bewertung hatte die Gruppe mit Grau als letzte Farbbedingung. 43,18% der Stichprobenanzahl sahen zuletzt Grau, 31,82% sahen Rot und 25% sahen Blau als letzte Farbdarbietung.

Hier fällt auf, dass bei fast allen Variablen der Leistung die Ergebnisse bei der roten Farbdarbietung am besten ausgefallen sind. Bei beiden Bewertungsvariablen lagen die Ergebnisse bei Rot im mittleren Bereich, was bedeutet, dass sie weder den schlechtesten noch den besten Mittelwert erreicht hatten.

Im Vergleich der Ergebnisse von Rot bei der 3. und 4. Forschungsfrage sticht folgender Sachverhalt ins Auge:

- Wird Rot als erstes gesehen, bringen die Variablen *mittleres Drehmoment, maximales Drehmoment und mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden* im Vergleich zu Blau und Grau schlechtere Ergebnisse, wogegen die Zeit bis zum Erreichen der Maximalkraft sehr kurz ist und somit ein gutes Ergebnis darstellt.
- Wird Rot als letztes gesehen ist es genau umgekehrt. Die Variablen *mittleres Drehmoment, maximales Drehmoment und mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden* bringen im Vergleich zu Blau und Grau bessere Ergebnisse, wogegen die Zeit bis zum Erreichen der Maximalkraft länger ist und somit ein schlechtes Ergebnis darstellt.

In beiden Fällen handelt es sich um einen Between-Subject-Vergleich mit unterschiedlicher Stichprobenverteilung.

In der fünften Forschungsfrage wurde die Farbdarbietung außer Acht gelassen und überprüft, ob es einen Übungseffekt der Versuche gibt. Die statistische Auswertung ergab, dass es sowohl bei den zwei Variablen der Bewertung als auch bei der Variable *Zeitpunkt des maximalen Drehmoments* keinen Übungseffekt gab.

Wo es allerdings einen signifikanten Übungseffekt gab, zeigt sich in den Variablen *mittleres Drehmoment*, *maximales Drehmoment* und *mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25 Sekunden* (vgl. Abb. 31-33). In den Abbildungen ist der Übungseffekt aufgrund der immer höher werdenden Balken deutlich zu sehen. Die ProbandInnen erzielten beim letzten Versuch in den drei Variablen die besten Werte, was auf den Übungseffekt zurückzuführen ist.

Eine weitere Begründung in der stetigen Verbesserung der Ergebnisse von den Versuchen könnte darin begründet sein, dass sich die ProbandInnen immer mehr steigern wollen.

Aufgrund der Tatsache, dass die ProbandInnen über die Anzahl der Versuche Bescheid wussten, waren sie sich auch bewusst, wann ihr letzter Versuch war. Das Wissen über den letzten Versuch verleitet dazu, noch einmal alles zu geben um die bisherigen Versuche zu übertreffen.

Die ProbandInnen wurden nach der Testung nicht nur über den Sinn und Zweck der Studie befragt, sondern auch, ob sie sich an die Farben und ihre Reihenfolge erinnern können. Interessant ist, dass die Mehrheit der ProbandInnen, die Rot als erste Farbdarbietung hatten, sofort auf die Farbe aufmerksam wurden und sich dem Farbwechsel bewusst waren. Die meisten, denen Rot zum Schluss dargeboten wurde, haben nur Rot wahrgenommen. Dies könnte darin begründet sein, dass sich Blau und Grau farblich von Schwarz zu wenig stark abheben, um bewusst wahrgenommen werden zu können. Manche ProbandInnen haben bei der Aufzählung auch die Farben Grün und Violett genannt, die gar nicht gezeigt worden sind. Rot ist immer genannt worden, da diese Farbe, wie viele Studien (Hill & Barton, 2005; Little & Hill, 2007; Elliot et al., 2007; Elliot & Aarts, 2011; Payen et al., 2011) bewiesen haben, eine Warn- und Signalfarbe ist und besser im Gedächtnis bleibt als andere.

Andere wissenschaftliche Studien konnten mit ähnlichem Testverfahren eine Verbindung zwischen der Signalfarbe Rot und der Kraftleistung bestätigen. Sowohl die Studie von Elliot und Aarts (2011) als auch die Studie von Payen et al. (2011) untersuchten den Einfluss von Rot auf die Kraftleistung. Elliot und Aarts (2011) testeten dieselben Variablen wie in der vorliegenden Studie und konnten einen signifikanten Unterschied im mittleren Drehmoment, maximalen Drehmoment und in der Schnelligkeit der Kraftentwicklung feststellen. Payen et al. (2011) hingegen erzielten einen gegenläufigen Effekt der Farbe

Rot auf die Kraftleistung, was auf die zeitliche Darbietung des Farbreizes zurückzuführen ist. Der Grund für eine Reduktion der Kraftleistung lag darin, dass die Farbwahrnehmung weit vor der Kraftausübung erfolgte, was sich bei den Ergebnissen der Schnelligkeit der Kraftentwicklung bemerkbar machte.

Die Testung von Elliot und Aarts (2011) ähnelte der vorliegenden Studie auch in der Art der Farbdarbietung. Die ProbandInnen sahen ebenfalls die Farbe auf einem Monitor, wobei hier nicht die Schrift in Farbe gezeigt, sondern der Hintergrund farbig präsentiert worden ist.

Die Studie von Payen et al. (2011) ist zur vorliegenden Studie bei der Art der Bewegungsausführung und beim Messvorgang vergleichbar nicht jedoch beim Zeitpunkt der Farbdarbietung. Auch hier wurden die ProbandInnen auf ihre Maximalkraft der Oberschenkelmuskulatur durch isometrische Muskelkontraktion gemessen. Ähnlich wie in der vorliegenden Studie konnte kein signifikanter Unterschied in der Maximalkraft hinsichtlich der Farben Rot, Blau und Grau festgestellt werden. Payen et al. (2011) bestätigen allerdings eine Reduktion der Schnelligkeit der Kraftentwicklung, wenn Rot vor der Kraftausübung gesehen wird. Diese Beobachtung konnte bei der vorliegenden Studie nicht gemacht werden.

Aufgrund der mangelnden Aussagekraft der Ergebnisse der vorliegenden Studie können die zwei Studien (Elliot & Aarts, 2011; Payen et al., 2011) nicht bekräftigt werden. Weiters müssen die Theorien der Farbforschung kritisch hinterfragt werden, da die Ergebnisse diese nicht stützen. Der Aspekt der Evolutionsbiologie, bei dem die Farbe Rot als bedrohender Reiz und gleichzeitig als Signalfarbe fungiert, konnte aufgrund der Ergebnisse der ProbandInnen nicht bestätigt werden.

Ebenso gibt es keinen Grund zur Annahme, dass die „Color-in-Context Theory“ als möglicher Erklärungsansatz für die Resultate herangezogen werden kann. Es konnte weder ein bedeutender Einfluss der Farbe auf die Wahrnehmung, noch auf das Verhalten nachgewiesen werden.

Aufgrund der völlig konträren Wirkung der beiden Farben Rot und Blau (erregend vs. beruhigend), wurden genau diese Farben ausgewählt, um deren Wirkung im Zuge der Studie zu bestätigen. Es wurde erwartet, dass die Farben unterschiedliche Ergebnisse in der Kraftleistung hervorrufen und sich ihre erregende beziehungsweise beruhigende Wirkung in den Ergebnissen der Leistung bewahrheitet. Der funktionelle Wert, den laut Elliot und Maier (2012) eine Farbe besitzt, machte sich in der Studie auch nicht bemerkbar, da es keinen Unterschied in den Ergebnissen hinsichtlich der unterschiedlichen Farbdarbietung gab. Es war demnach nicht ersichtlich, ob Rot erregend beziehungsweise Blau beruhigend wirkte.

Die Studie ist nur beschränkt aussagekräftig, da die Testung nicht in einer natürlichen Umgebung durchgeführt wurde und damit die Ergebnisse nicht auf eine richtige Sportsituation übertragbar sind.

Es kann durchaus sein, dass die Wirkung der Farben durch dieses Testdesign anders ist, als in einer realen Sportaktivität gewesen wäre (Feltman & Elliot, 2011). Eine isometrische Messung der Oberschenkelmuskulatur schien in einer echten Sportsituation schwierig, da sowohl die nötigen Geräte, als auch die abgeglichene Farbzusammensetzung an Kleidung oder anderen Objekten schwierig zu beschaffen sei. Es ist schwer, die Farbe, die auf (lebenden) Objekten abgebildet werden müsste, anhand der Helligkeit und Intensität abzustimmen. Dies erweist sich als schwer mess- und kontrollierbar (Feltman & Elliot, 2011).

Anhand der Studie können keine allgemein gültigen Aussagen darüber getroffen werden, ob die Farbe die SportlerInnen in ihrem sportlichen Verhalten beeinflusst oder nicht. Piatti et al. (2012) erwähnen die Schwierigkeit einer Verallgemeinerung der Ergebnisse auf die Gesamtheit, da das Bewusstsein der ProbandInnen, dass es sich um einen Test handelt, zu einem veränderten Verhalten führt. Nicht nur die unnatürliche Situation der Testung führt zu einer Tendenz der Verhaltensänderung, sondern auch der Einfluss der Testleitung. Die Eigenschaften, das Auftreten und besonders die Sympathie zwischen Testleiterin und ProbandInnen können Einfluss auf die Beantwortung der Fragen und Auswirkungen auf die Motivation der ProbandInnen haben. Obwohl versucht wurde die Interaktion zwischen Testleitung und Testperson so gering wie möglich zu halten, ist dieser Effekt nicht auszuschließen.

Weiters stellt die Altersbeschränkung der ProbandInnen eine Limitation der Studie dar. Die ProbandInnen repräsentieren durch die geringe Spannbreite von 18 bis 32 Jahren lediglich einen kleinen Teil der Gesamtpopulation, wodurch nur eine eingeschränkte allgemeine Aussage über die Population getroffen werden kann.

Die eingeschränkte Aussagekraft der Studie begründet sich auch in der geringeren Stichprobengesamtzahl von 44 ProbandInnen. Es wäre interessant zu überprüfen, ob die Ergebnisse mit einer größeren Stichprobenanzahl anders ausgefallen wären.

Für zukünftige Studien sollte die Anzahl der Versuche nicht bekannt gegeben werden, damit das Bewusstsein über den letzten Versuch nicht gewährleistet wird. Möglicherweise ist auch die geringe Anzahl von Versuchen der Grund, warum es vermehrt zu einem Übungseffekt kam. Hierbei sei zu überlegen, die Anzahl der Versuche zu verdoppeln, wenn nicht sogar zu verdreifachen. Aufgrund der langen Ruhephase zwischen den Versuchen sollte ein Ermüdungseffekt nicht eintreten.

Um eine bessere Standardisierung zu gewährleisten sollte in zukünftigen Studien die Gewandfarbe der ProbandInnen vorab festgelegt werden um einen Einfluss der Gewandfarbe bestmöglich zu verhindern.

Weiters gibt es noch keine Vergleichsstudien, die in einer Testung pro ProbandIn mehrere Farben zum Einsatz gebracht haben, wodurch sich der Vergleich der Ergebnisse schwierig gestaltet. Für zukünftige Studien könnte in Anlehnung an die vorliegenden Ergebnisse der Fokus vermehrt auch auf die Farbe und ihre Wirkung auf die Kraftleistung bei isometrischer Kontraktion gelegt werden, bei der die ProbandInnen mehreren Farben ausgesetzt sind. Bisher wurden in den meisten Studien einzelne Farben herangezogen und mit einer Kontrollfarbe verglichen. Es wäre im Sinne der Farbpsychologie wünschenswert in Zukunft Testungen durchzuführen, in denen mehrere Farben herangezogen und miteinander verglichen werden. So könnten Untersuchungen, mit Einbeziehung mehrerer Farben, weitere Erkenntnisse über den Einfluss auf das Verhalten des Menschen gewonnen werden.

Zudem sollte in Zukunft die Verteilung der Farbbedingungen in der zeitlichen Abfolge besser randomisiert werden, um die Vergleichbarkeit der einzelnen Farbbedingungen zu erhöhen.

Da das Verhalten als Reaktion auf den Farbreiz mit bloßen Auge in der vorliegenden Studie nicht ersichtlich war, wäre es für die Farbforschung in Zukunft interessant, die neurologische Reaktion auf einen Farbreiz zu betrachten und zu untersuchen.

Um mehr Klarheit darüber zu erlangen, was Farbe im Kopf verursacht und wie sie sich auf die Psyche auswirkt, wären weitere Untersuchungen hilfreich, die sich mit neurophysiologischen Prozessen während einer Farbdarbietung befassen. So können Erkenntnisse über unmittelbare Reaktionen auf den roten Farbreiz gewonnen werden.

8 Conclusio

Seit den letzten Jahren befassten sich etliche Studien in ihren Untersuchungen speziell mit der Farbe Rot und ihrem Einfluss auf die menschliche Psyche. Es wurde der Farbeinfluss in verschiedensten Bereichen untersucht, sowohl im sportlichen als auch im außersportlichen Kontext. Angefangen vom Ballsport, Wettkampfsport bis hin zu mental anspruchsvollen Aufgaben gibt es Studien, die sich in diesen Bereichen mit der Wirkung von Farbe auseinandersetzen.

Für die vorliegende Studie wurde in Anlehnung an die Studien von Payen et al. (2011) und Elliot und Aarts (2011) die Forschungsfrage entwickelt, inwieweit die Farbe Rot im Vergleich zu Grau und Blau eine leistungssteigernde Wirkung in der Kraftleistung aufweist.

Da sich, wie im Kapitel der Ergebnisdarstellung ersichtlich, bis auf den Mittelwert der Bewertung des aktuellen Versuchs kein signifikanter Unterschied zwischen Grau, Blau und Rot zeigt, kann die Forschungsfrage soweit beantwortet werden, dass die Farbe Rot keine wie zu erwartende leistungssteigernde Wirkung in der Kraftleistung aufzeigt. Die Ergebnisse der drei Farben unterscheiden sich minimal voneinander.

Die durch die Studie gewonnenen Resultate deuten nicht darauf hin, dass es eine Verbindung zwischen Rot und der Kraftleistung gibt. Die Studie war als Erweiterung der Studien von Payen et al. (2011) und Elliot und Aarts (2011) gedacht, um festzustellen, dass die rote Farbdarbietung unmittelbar vor und während der Kraftausübung zu einem Leistungsanstieg führt. Aus Gründen der mangelnden Signifikanz können die Ergebnisse dieser zwei Studien nicht bekräftigt werden.

Zusammenfassend liefert die vorliegende Studie im Allgemeinen aber schon die Erkenntnis, dass die verschiedenen Farben, denen die ProbandInnen ausgesetzt waren, keinerlei Einfluss auf die Kraftleistung haben. Die ProbandInnen erzielten bei allen drei Farbdarbietungen nahezu ähnliche Ergebnisse, was darauf zurückzuführen ist, dass sie alle eine ähnliche Wirkung haben. Hierbei ist anzumerken, dass die ProbandInnen allen drei Farben innerhalb einer Testung ausgesetzt waren und nicht nur einer einzigen Farbe. In vielen Studien, wie beispielsweise bei Payen et al. (2011) und Elliot und Aarts (2011) gab es mehrere Gruppen, die jeweils nur eine Farbbedingung hatten. Es konnten daher die Ergebnisse der verschiedenen Gruppen verglichen werden, aber keine intraindividuellen Ergebnisse bezüglich verschiedener Farbaussetzung erzielt werden. Die vorliegende Studie zielte unter anderem darauf ab, zu überprüfen, ob die ProbandInnen bei verschiedenen Farben verschieden gut abschneiden.

Es gibt mittlerweile viele Studien, die sich mit Rot und ihrer Wirkung auf den Menschen befassen, aber dennoch ist es schwierig einen Vergleich mehrerer Studien aufzustellen, da sie kontextspezifisch durchgeführt werden. Einige Studien berichten darüber, dass das Tragen von Rot zu einer erheblichen Leistungssteigerung führt und andere wiederum zeigen auf, dass der Anblick eines rotbekleideten Gegenübers eine aggressionsfördernde Wirkung aufweist. Dies sind zwei Möglichkeiten, zwischen denen teils unterschieden wird, teils aber auch nicht. Laut Elliot und Maier (2014) sollen die zwei Möglichkeiten, einer Farbe ausgesetzt zu sein, nicht als widersprüchlich betrachtet werden, sondern vielmehr als einander ergänzend.

9 Literaturverzeichnis

- Albers, J. (2006). *Interaction of color. Revised and expanded edition*. New haven & London: Yale University
- 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.
- Becker-Carus, C. (2017). *Sinnesphysiologie*. In M. A. Wirtz (Hrsg.), Dorsch – Lexikon der Psychologie. Zugriff am 01. Mai 2017 unter <https://portal.hogrefe.com/dorsch/sinnesphysiologie/>
- Berghäuser, H. (2017). *Farbsehtest*. Zugriff am 26. März 2017 unter <http://www.brillen-optiker.org/sehtest/>
- BMWFW. (2017a). *ISOMED - Isokinetisches Test- und Trainingssystem*. Zugriff am 02. Mai 2017 unter https://forschungsinfrastruktur.bmwfw.gv.at/de/fi/isomed-2000-e750-560-mit-zubehor-dr-ferstl_2840
- BMWFW. (2017b). *IsoMed 2000 E750-560 mit Zubehör, D&R Ferstl*. Zugriff am 02. Mai 2017 unter https://forschungsinfrastruktur.bmwfw.gv.at/de/fi/isomed-isokinetisches-test-und-trainingssystem_530
- Chang, D., Dooley, L. & Tuovinen, J. E. (2001). Gestalt theory in visual screen design: a new look at an old subject. *Australian Computer Society*, 5-12
- Dirnberger, J., Wiesinger, H. P., Stöggel, T., Kösters & A., Müller, E. (2012). Absolute und relative Kraftausdauer der Kniebeuge- und -streckmuskulatur: eine Reliabilitätsstudie unter Verwendung des IsoMed 2000-Dynamometers. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 26 (3), 142-147.
- DocCheck Flexikon. Das Medizinlexikon zum Medmachen (2017a). *Definition ergotrop*. Zugriff am 3. März 2017 unter <http://flexikon.doccheck.com/de/Ergotrop>
- DocCheck Flexikon. Das Medizinlexikon zum Medmachen (2017b). *Definition trophotrop*. Zugriff am 3. März 2017 unter <http://flexikon.doccheck.com/de/Vagotonie>
- Dreiskaemper, D., Strauss, B., Hagemann, N. & Büsch, D. (2013). Influence of red jersey color on physical parameters in combat sports. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 35, 44-49.
- Drösser, C. (1997). Stimmt's: Stiere "sehen Rot". *Zeit online*. Zugriff am 20. März 2017 unter <http://www.zeit.de/1997/45/stimmt45.txt.19971031.xml>

- Duden. (2017). *Evolutionsbiologie*. Zugriff am 03. Mai unter <http://www.duden.de/rechtschreibung/Evolutionsbiologie>
- 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).
- Elliot, A. J. & Aarts, H. (2011). Perception of the color red enhances the force and velocity of motor output. *Emotion*, 11 (2), 445-449.
- Elliot, A. J. & Maier, M. A. (2007). Color and psychological functioning. *Association for psychological science*, 16 (5).
- Elliot, A. J. & Maier, M. A. (2012). Color-in-context theory. *Advances in Experimental Social Psychology* 45, 61–25.
- 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.
- 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, 154–168.
- Elliot, A. J., Maier, M. A., Binser, M. J., Friedman, R., Pekrun, R. (2009). The effect of red on avoidance behavior in achievement contexts. *Society for Personality and Social Psychology*, 35, 365-375.
- Fehrman, K. R. & Fehrman, C. (2004). *Color. The secret influence*. 2nd ed., New Jersey: Pearson Education
- 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, 308-314.
- Goldstein, K. (1942). Some experimental observations concerning the influence of colors on the function of the organism. *Occupational Therapy and Rehabilitation*, 21, 147–151.
- Heller, E. (1989). *Wie Farben wirken. Farbpsychologie, Farbsymbolik, Kreative Farbgestaltung*. Reinbeck: Rowohlt
- Hill, R. A. & Barton R. A. (2005). Red enhances human performance in contests. Signals biologically attributed to red coloration in males may operate in the arena of combat sports. *Nature*, 435, 293.

- Huettner, M. & Schwarting, U. (2002). *Grundzüge der Marktforschung* (7., neu bearb. Aufl.). München, Wien: Oldenbourg
- Little A. C. & Hill R. A. (2007). Attribution to red suggests special role in dominance signaling. *Journal of Evolutionary Psychology*, 5, 161–168.
- Maxeiner, J. (1989). *Wahrnehmung, Gedächtnis und Aufmerksamkeit im Sport* (Schriftenreihe des Ausschusses Deutscher Leibeserzieher, Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport Bd. 95). Schorndorf: Hofmann
- Meier, B. P., D'Agostino, P. R., Elliot, A. J., Maier, M. A., Wilkowski, B. M. (2012). Color in context: psychological context moderates the Influence of red on approach and avoidance-motivated behavior. *PLoS ONE*, 7 (7).
- Mester, J., Grupe, O., Heinemann, K., Lenk, H., Lotz, F. & Weicker, H. (Hrsg.). (1988). *Diagnostik von Wahrnehmung und Koordination im Sport. Lernen von sportlichen Bewegungen*. (Wissenschaftliche Schriftenreihe des Deutschen Sportbundes, 20). Schorndorf: Hofmann
- Nienstedt, M. (1974). *Psychologie. Zur Anordnung der Farbtöne nach ihrer Eindrucks Wirkung. Norm und individuelle Abweichungen, untersucht an zwölf Farben des Vollenfarbengreises*. Münster: Westfälische Wilhelms-Universität, Institut für Philosophie
- 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, 44-48.
- Piatti, M., Savage, D.A. & Torgler, B. (2012). The red mist? Red shirts, success and team sports. *Sport in Society*, 15 (9), 1209-1227.
- Prändl, I. (2011a). *Wahrnehmung, Einstellung, Vorurteil. Subjektive und objektive Wahrnehmung*. Zugriff am 03. Mai unter <http://wahrnehmung.psychowissen.net/wahrnehmung/objektive-und-subjektive-wahrnehmung/index.html>
- Prändl, I. (2011b). *Wahrnehmung, Einstellung, Vorurteil. Grundsätzliches zur Wahrnehmung*. Zugriff am 03. Mai 2017 unter <http://wahrnehmung.psychowissen.net/wahrnehmung/grundsatzliches-zu-wahrnehmung/index.html>
- Raithel, J. (2008). *Quantitative Forschung. Ein Praxiskurs* (2. Aufl.). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften
- Riedel, I. (1983). *Farben. In Religion, Gesellschaft, Kunst und Psychotherapie*. Stuttgart: Kreuz

- Rudolf, M. & Müller, J. (2012). *Multivariate Verfahren. Eine praxisorientierte Einführung mit Anwendungsbeispielen in SPSS* (2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe
- Rudolph, D. (2014). *Licht Wellenlänge*. Zugriff am 04. Mai 2017 unter <http://www.frustfrei-lernen.de/optik/licht-wellenlaenge.html>
- Seiler, R., Stock, A. & Gottwald, B. (Hrsg.). (1994). *Handbuch Psychotraining im Sport. Methoden im Überblick*. Hamburg: Rowohlt
- Wiesinger, H.-P. (2011). Diplomarbeiten und Dissertationen. Überprüfung der Reliabilität eines Testprotokolls zur Feststellung der konzentrischen Maximalkraft der Beinextensoren und –flexoren am Isomed 2000, sowie Überprüfung ausgewählter Kennwerte von Ultraschallmessungen und Darstellung diverser Zusammenhänge. Zugriff am 11. April 2017 unter <http://uni-salzburg.at/index.php?id=63291&dpds-year=2011&dpds-type=1&dpds=0&itemid=21622>
- Weller-Essers, A. et al. (2010). *Lernhelfer. Die Dimensionen der Farbe*. Zugriff am 30. März 2017 unter <https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/kunst/artikel/dimensionen-der-farbe>
- Wenk, H. (1990). *Untersuchungen zur Farbästhetik im späten Schulkind- und Jugendalter. ein Modell zur ästhetischen Wahrnehmung von Farbe und zur Gestaltung von Farbwirkungen durch ästhetische Organisation gewählter Farben*. (Europäische Hochschulschriften: Reihe 11, Pädagogik; Bd. 387). Frankfurt am Main: Peter Lang

11 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: optische Täuschung 1	3
Abb. 2: optische Täuschung 2	4
Abb. 3: Abbildungsverhältnisse in der Sinnesphysiologie	5
Abb. 4: Kippfigur	6
Abb. 5: Datengesteuerte Wahrnehmung	7
Abb. 6: Farbsehtest auf Rot-Grün-Schwäche	10
Abb. 7: „IsoMed 2000“ Vorderansicht, komplette Fixation am Testgerät.....	36
Abb. 8: Seitenansicht Fixierung am IsoMed 2000	37
Abb. 9: Proband in Bewertungsphase	38
Abb. 10: Aufbau der Geräte	40
Abb. 11: „IsoMed 2000“.....	41
Abb. 12: Trainingsprogramm.....	42
Abb. 13: Patientenadaptierung.....	43
Abb. 14: Bildschirm „IsoMed 2000“	43
Abb. 15: Erste Folie der Testung.....	45
Abb. 16: Bewertung Frage 1	46
Abb. 17: Bewertung Frage 2	46
Abb. 18: Bewertung Frage 3	46
Abb. 19: Bewertung Frage 4	46
Abb. 20: Bewertung Frage 5	47
Abb. 21: Bewertung Frage 6	47
Abb. 22: Bewertung Frage 7	47
Abb. 23, 24, 25: Rot, Blau, Grau	51
Abb. 26: Mittelwerte der Variable „Mittelwert der Bewertung des Versuchs“ nach Farbe bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen.....	64
Abb. 27: Vergleich der Mittelwerte nach Farben bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen	65

Abb. 28: Vergrößerte Darstellung von TTPT, Bew_Versuch und Bew_Befinden bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen	65
Abb. 29: Mittelwerte der Variable „Mittelwert der Bewertung des Versuchs" nach Farbe bei einem Stichprobenumfang von 36 ProbandInnen.....	67
Abb. 30: Mittelwerte der Variable „Mittelwert Bewertung des Versuchs" nach letzter Farbbedingung bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen	71
Abb. 31: Mittelwerte der Variable „mittleres Drehmoment" der Versuche bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen	73
Abb. 32: Mittelwerte der Variable „maximales Drehmoment" der Versuche bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen	74
Abb. 33: Mittelwerte der Variable „mittlere Kraftentwicklung im Zeitabschnitt von 0-0,25s" der Versuche bei einem Stichprobenumfang von 44 ProbandInnen.....	74

12 Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Wellenlängenbereiche der Spektralfarben	8
Tab. 2: Geschlecht	34
Tab. 3: Dominantes Bein	34
Tab. 4: Sportumfang pro Woche.....	34
Tab. 5: Krafttraining pro Woche.....	34
Tab. 6: Reliabilitätsstatistiken (4 Items)	48
Tab. 7: Item-Skala-Statistiken (Bewertung 1-4)	48
Tab. 8: Reliabilitätsstatistiken (3 Items)	48
Tab. 9: Item-Skala-Statistiken (Bewertung 5-7)	49
Tab. 10: Reliabilitätsstatistiken (2 Items)	49
Tab. 11: Häufigkeiten der Farbreihenfolge.....	60
Tab. 12: Häufigkeiten der ersten Farbbedingung.....	60
Tab. 13: Häufigkeiten der letzten Farbbedingung	61
Tab. 14: Deskriptive Statistik der Testparameter, aufgeteilt auf die Farben: Darstellung von Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Stichprobenumfang (N).....	62
Tab. 15: Deskriptive Statistik der Testparameter der ProbandInnen, die den Untersuchungszweck nicht erahnt haben, aufgeteilt auf die Farben : Darstellung von Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Stichprobenumfang (N)	66
Tab. 16: Deskriptive Statistik der Testparameter der ProbandInnen, aufgeteilt auf die Farben der ersten Farbbedingung : Darstellung von Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Stichprobenumfang (N).....	68
Tab. 17: Deskriptive Statistik der Testparameter der ProbandInnen, aufgeteilt auf die Farben der letzten Farbbedingung : Darstellung von Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Stichprobenumfang (N).....	70
Tab. 18: Deskriptive Statistik der Testparameter, aufgeteilt auf die vier Versuche, unabhängig von der Farbdarbietung: Darstellung von Mittelwert (M), Standardabweichung (SD) und Stichprobenumfang (N).....	72

13 Anhang

13.1 Protokoll

PROTOKOLL Testung IsoMed 2000

--

Größe: _____

Gewicht: _____

Debriefing:

Die Person war der Meinung, dass der eigentliche Sinn der Untersuchung darin besteht, dass..

	.. die subjektive Wahrnehmung im Vergleich zum Versuch untersucht wird
	.. geprüft wird, ob die Farbe einen Einfluss auf die Kraftleistung hat
	.. geprüft wird, ob es einen erheblichen Ermüdungseffekt gibt
	.. geprüft wird, ob es einen Unterschied zw. Sportlern & Nichtsportlern gibt
	.. die Maximalkraft und die Schnelligkeit der Kraftentwicklung getestet wird
	.. <i>sonstiges:</i>

links-/rechtsfüßig: _____

Std/Woche Sport: _____

Std/Woche Krafttraining: _____

Anmerkung:

13.2 TeilnehmerInneninformation und Einwilligungserklärung

Gewinnung von Normdaten des IsoMed 2000 zur Messung der isometrischen Maximalkraft bei viermaliger Wiederholung

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer,

wir laden Sie ein, an der oben genannten Studie teilzunehmen

Ihre Teilnahme an dieser Studie erfolgt freiwillig. Sie können jederzeit, ohne Angabe von Gründen, Ihre Bereitschaft zur Teilnahme ablehnen oder auch im Verlauf der Studie zurückziehen. Die Ablehnung der Teilnahme oder ein vorzeitiges Ausscheiden aus dieser Studie hat keine nachteiligen Folgen für Sie.

Diese Art von Studien ist notwendig, um verlässliche neue *wissenschaftliche* Forschungsergebnisse zu gewinnen. Unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung von Studien ist jedoch, dass Sie Ihr Einverständnis zur Teilnahme an dieser Studie schriftlich erklären. Bitte lesen Sie den folgenden Text sorgfältig durch und zögern Sie nicht, Fragen zu stellen.

Bitte unterschreiben Sie die Einwilligungserklärung nur

- wenn Sie Art und Ablauf der Studie vollständig verstanden haben,
- wenn Sie bereit sind, der Teilnahme zuzustimmen und
- wenn Sie sich über Ihre Rechte als Teilnehmer/in an dieser Studie im Klaren sind.

1. Was ist der Zweck der Studie?

Die Studie dient der Gewinnung von Normdaten des IsoMed 2000 bei viermaliger Erbringung der isometrischen Maximalkraft der Oberschenkelmuskulatur.

2. Wie läuft die Studie ab?

Nach Ihrem Einverständnis zur Teilnahme an der Studie werden Sie ersucht 10 Minuten am Ergometer aufzuwärmen. Dann nehmen Sie am IsoMed 2000 Platz und werden von der Testleiterin fixiert. Um die maximale isometrische Muskelkontraktion (Kraftleistung mittels Kniestreckung) ihrer Oberschenkelmuskulatur zu messen, wird Ihr rechtes Bein eingespannt und ihre Hüfte sowie ihr Oberkörper fixiert, um sicherstellen zu können, dass die Kraftleistung ausschließlich Ihrer Oberschenkelmuskulatur entspringt. Sie werden via Bildschirm instruiert und bekommen Anweisungen zur standardisierten Vorgehensweise der Messung. Gesamt werden Sie ersucht vier Mal Ihre maximale Kraft anzubringen und anschließend kurze Fragen zur subjektiven Bewertung ihrer Leistung zu beantworten (7 Fragen). Insgesamt wird die Teilnahme an der Studie circa 45 Minuten in Anspruch nehmen. Für die Studie werden gesamt 45 ProbandInnen im Alter von 18-40 Jahren getestet. Alle ProbandInnen werden einzeln auf ihre maximale Kraftleistung der Oberschenkelmuskulatur (4x) untersucht. Alle Erhebungen finden hier im Labor der Abteilung Trainingswissenschaft, des Instituts für Sportwissenschaft der Universität Wien statt.

3. Worin liegt der Nutzen einer Teilnahme an der Studie?

Die Ergebnisse dieser Studie sollen wichtige Vergleichsdaten des IsoMed 2000 liefern, wodurch eine Erhöhung der Aussagekraft individueller Messergebnisse angestrebt wird. Durch die Teilnahme leisten Sie einen wesentlichen Beitrag zum wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn und der praktischen Implikation der maximalen Kraftmessung mittels IsoMed 2000.

4. Gibt es Risiken bei der Durchführung der Studie und ist mit Beschwerden oder anderen Begleiterscheinungen zu rechnen?

Mit dieser Testung sind keine absehbaren Risiken verbunden. Teilen Sie uns gesundheitliche Vorbelastungen bitte mit, da diese gegebenenfalls zu einem Ausschluss aus der Studie führen können.

5. Hat die Teilnahme an der Studie sonstige Auswirkungen auf die Lebensführung und welche Verpflichtungen ergeben sich daraus?

Zwei Tage vor der Untersuchung dürfen keine bzw. nur leichte sportliche Aktivitäten durchgeführt werden, um die Tests in ermüdungsfreiem Zustand absolvieren zu können. Es ergeben sich keine weiterführenden Auswirkungen oder Verpflichtungen durch Ihre Teilnahme.

6. Was ist zu tun beim Auftreten von Beschwerdesymptomen, unerwünschten Begleiterscheinungen und/oder Verletzungen?

Sollten im Verlauf der Studie irgendwelche Beschwerdesymptome, unerwünschte Begleiterscheinungen oder Verletzungen auftreten, ersuchen wir Sie ausdrücklich dies der Studienleitung mitzuteilen. Sie können uns diesbzgl. auch jederzeit nach der Studie kontaktieren. Die Kontaktdaten finden Sie unter Punkt 10.

7. Wann wird die Studie vorzeitig beendet?

Sie können jederzeit, auch ohne Angabe von Gründen, die Teilnahme an der Studie widerrufen und abbrechen, ohne dass hieraus Nachteile für Ihre Person entstehen.

Zudem kann die Studienleitung entscheiden die Teilnahme einer Person zu beenden. Dies erfolgt wenn

- a) der oder die Teilnehmer/in den Erfordernissen der Studie nicht entspricht oder b)
- die Studienleitung den Eindruck hat, dass eine weitere Teilnahme an der Studie nicht im Interesse des bzw. der Teilnehmer/in ist.

8. In welcher Weise werden die im Rahmen dieser Studie gesammelten Daten verwendet?

Ihr Name ist ausschließlich den wissenschaftlichen MitarbeiterInnen der Studie bekannt und wird nur auf diesem Blatt vermerkt. Die beteiligten MitarbeiterInnen sind hierbei der Verschwiegenheit verpflichtet. Ihr Name wird im Datensatz durch eine Kennziffer ersetzt, wodurch ihre vollständige Anonymität garantiert wird. Die aufgenommenen Daten werden gesammelt und statistisch ausgewertet. Um Ihre Anonymität zu wahren, werden die erhobenen Daten von den persönlichen Daten getrennt aufbewahrt. Die im Rahmen der

Untersuchung erhobenen Daten und gewonnenen Erkenntnisse werden ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken verwendet und ggf. in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht. Die Aufbereitung der Daten erfolgt in einer Form, die keinerlei Rückschlüsse auf die Identität einzelner Personen zulässt. Sie können innerhalb von 6 Monaten die Löschung Ihrer Daten beantragen. Die Kontaktdaten hierfür finden Sie unter Punkt 10. Die Daten und Einverständniserklärungen werden getrennt voneinander gespeichert und gelagert. Nach 7 Jahren werden die Einverständniserklärungen von der Testleitung vernichtet. Die Zuordnung Ihrer Daten zu Ihrem Namen ist anschließend nicht mehr möglich.

9. Entstehen für die Teilnehmer/Innen Kosten? Gibt es einen Kostenersatz oder eine Vergütung?

Durch Ihre Teilnahme an dieser Studie entstehen für Sie keine Kosten. Es ist zudem keine Form der Entschädigung vorgesehen.

10. Möglichkeit zur Diskussion weiterer Fragen

Bei etwaigen Fragen, die in Zusammenhang mit der Studie stehen, können Sie uns jederzeit kontaktieren. Alle Fragen, die die Rechte als Teilnehmer/in an der Studie betreffen, werden selbstverständlich beantwortet.

Namen der Kontaktperson bzw. der Kontaktpersonen:

Leiter/in	Name Björn Krenn E-Mail: bjoern.krenn@univie.ac.at Tel.: 01-4277-48823
Versuchsleiter/in	Name: Tanja Minychthaler E-Mail: t.miny12@hotmail.com Tel.: 0699/12666901
Weitere relevante Personen	Name: E-Mail: Tel.:

11. Einwilligungserklärung

Name der teilnehmenden Person in Druckbuchstaben:

Geb. Datum:

Ich erkläre mich bereit, an der Studie „Gewinnung von Normdaten des IsoMed 2000 zur Messung der isometrischen Maximalkraft bei viermaliger Wiederholung“ teilzunehmen.

Ich bin von Frau Tanja Minychthaler ausführlich und verständlich über Zielsetzung, Bedeutung und Tragweite der Studie und die sich für mich daraus ergebenden Anforderungen aufgeklärt worden. Ich habe darüber hinaus den Text dieser TeilnehmerInneninformation und Einwilligungserklärung gelesen, insbesondere den 4. Abschnitt (Gibt es Risiken, Beschwerden und Begleitscheinungen?). Aufgetretene Fragen wurden mir von der Studienleitung verständlich und ausreichend beantwortet. Ich hatte genügend Zeit, mich zu entscheiden, ob ich an der Studie teilnehmen möchte. Ich habe zurzeit keine weiteren Fragen mehr.

Ich werde die Hinweise, die für die Durchführung der Studie erforderlich sind, befolgen, behalte mir jedoch das Recht vor, meine freiwillige Mitwirkung jederzeit zu beenden, ohne dass mir daraus Nachteile entstehen. Sollte ich aus der Studie ausscheiden wollen, so kann ich dies jederzeit schriftlich oder mündlich bei „Dr. Björn Krenn“ veranlassen.

Ich bin zugleich damit einverstanden, dass meine im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten aufgezeichnet und ausgewertet werden.

Ich stimme zu, dass meine Daten dauerhaft elektronisch gespeichert werden. Die Daten werden in einer nur der Projektleitung zugänglichen Form gespeichert, die gemäß aktueller Standards gesichert ist.

Sollte ich zu einem späteren Zeitpunkt die Löschung meiner Daten wünschen, so kann ich dies schriftlich oder telefonisch ohne Angabe von Gründen bei „Dr. Björn Krenn (bjoern.krenn@univie.ac.at)“ veranlassen.

Den Aufklärungsteil habe ich gelesen und verstanden. Ich konnte im Aufklärungsgespräch alle mich interessierenden Fragen stellen. Sie wurden vollständig und verständlich beantwortet.

Eine Kopie dieser TeilnehmerInneninformation und Einwilligungserklärung habe ich erhalten. Das Original verbleibt bei der Studienleitung.

(Datum und Unterschrift der/des Teilnehmerin/Teilnehmers)

.....

(Datum, Name und Unterschrift der Versuchsleiterin)

.....

12. Abfrage von sportbiographischen Daten

Bitte beantworten Sie die folgenden Fragen, damit die Testleitung einen Einblick in Ihre Sportbiographie bekommt.

- ☐ **Sind Sie links- oder rechtsfüßig?**

.....

- ☐ **Wie viele Stunden betreiben Sie durchschnittlich pro Woche Sport?**

.....

- ☐ **Wie viele Stunden/Woche entfallen hier ca. für Krafttraining?**

.....