



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Zusammenhang zwischen standardmäßig erhobenen
Blutparametern, dem subjektiven Belastungsempfinden und der
Trainingsbelastung bei Nachwuchs- und erwachsenen Fußball-
Leistungssportler*innen in der Vorsaison“

verfasst von / submitted by
Anne Wildom, BSc BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Science (MSc)

Wien, 2023 / Vienna, 2023

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

UA 066 826

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

Masterstudium Sportwissenschaft

Betreut von / Supervisor:

Dr. Christoph Triska, BSc MSc

Abstrakt

Die Korrelation zwischen Blutparametern, sportlichem Training und dem individuellen Belastungsempfinden von Athlet*innen stellt ein wichtiges Forschungsgebiet im professionellen Sportsetting dar. Im Fußballleistungssport ist die Saisonvorbereitung als eine belastungsintensive, meist mit erhöhtem Trainingspensum gekennzeichnete definierte Zeitspanne, in der der Fokus klar auf der Leistungssteigerung liegt. Wird der Zusammenhang zwischen unterschiedlichen Trainingsreizen und den Belastungsgraden des Körpers verstanden, so kann die Leistung nachhaltig optimiert werden, indem Übertrainingssymptomen schneller entgegengewirkt und ein mögliches Verletzungsrisiko minimiert wird. Da physische und psychische Komponenten eng miteinander verflochten sind, erfordert eine präzise Einschätzung des (Gesundheits-)Zustands von Sportler*innen sowohl die Integration von Blutanalysen als auch den Einsatz von Instrumenten zur Erhebung der psychischen Verfassung. Aufgrund der teils differenten physischen und psychischen Reaktionen von Männern und Frauen auf hochintensive Belastungsphasen, ist eine geschlechtergetrennte Forschung notwendig. Vor allem im frauenspezifischen Forschungsbereich besteht ein geringes Repertoire an Studien beziehungsweise Literatur. Schlussendlich dient ein systematisches Monitoring im Leistungssport dem Verein als effizientes Mittel zur Verletzungsprävention, fördert den Leistungserhalt und ermöglicht eine kontinuierliche Leistungssteigerung der Sportler*innen. Eine dadurch resultierend geringere Ausfallszeit der Athlet*innen bringt zusätzlich ökonomische Vorteile mit sich.

Abstract

The correlation between blood parameters, athletic training and the individual stress perception of athletes is an important area of research in the professional sports setting. In professional football, pre-season preparation is a defined period of time that is characterised by high stress levels, usually with an increased training load, and in which the focus is clearly on improving performance. If the connection between different training stimuli and the body's load levels is understood, performance can be sustainably optimised by counteracting overtraining symptoms more quickly and minimising a possible risk of injury. As physical and psychological components are closely intertwined, a precise assessment of the (health) condition of athletes requires both the integration of blood analyses and the use of instruments to survey the psychological condition. Due to the partly different physical and psychological reactions of men and women to high-intensity stress phases, gender-segregated research is necessary. Especially in the women-specific research area, there is a small repertoire of studies or literature.

Finally, systematic monitoring in competitive sport serves the club as an efficient means of injury prevention, promotes performance maintenance and enables continuous performance improvement of the athletes. The resulting lower absenteeism of the athletes also brings economic advantages.

Inhaltsverzeichnis

Abstrakt.....	2
Abstract	3
1. Einleitung und Problemstellung.....	6
1.1 <i>Fußball und die physiologischen und psychischen Anforderungen</i>	8
1.2 <i>Diagnostik physiologischer und psychischer Beanspruchung im Fußballsport ...</i>	8
1.3 <i>Blutparameter, Hormone und Mikronährstoffe und deren Zusammenhang mit körperlicher Beanspruchung</i>	10
1.3.1 Hämoglobin	10
1.3.2 Hämatokrit	11
1.3.3 Granulozyten	11
1.3.4 Monozyten	12
1.3.5 Lymphozyten	12
1.3.6 Kreatinkinase (CK) und myokardiale Kreatinkinase (CK-MB).....	13
1.3.7 Eisen	13
1.3.8 Transferrinsättigung.....	14
1.3.9 Ferritin	15
1.3.10 Kreatinin	15
1.3.11 C-reaktives Protein (CRP).....	15
1.3.12 Magnesium	16
1.3.13 Cortisol	17
1.3.14 Testosteron.....	18
1.3.15 Luteinisierendes Hormon	19
1.3.16 Tryoidea stimulierendes Hormon	19
1.3.17 Vitamin B6	19
1.4 <i>REST-Q-Fragebogen.....</i>	20
1.4.1 Beschreibung des REST-Q-Fragebogens	20
1.4.2 Validität und Reliabilität des REST-Q-Fragebogens	22
2. Methodik.....	24
2.1 <i>Studiendesign.....</i>	24

2.2	<i>Ein- und Ausschlusskriterien der Proband*innen</i>	26
2.3	<i>Rekrutierung</i>	26
2.4	<i>Trainingshäufigkeiten der Studienteilnehmer*innen</i>	27
2.5	<i>CONSORT Flussdiagramm</i>	29
2.6	<i>Hypothesen</i>	30
2.7	<i>Statistische Auswertung der Daten</i>	31
3	Resultate	33
3.1	<i>Statistische Auswertung der Blutparameter</i>	33
3.1.1	Statistische Auswertung der Blutparameter männlicher Studienteilnehmer ...	33
3.1.2	Statistische Auswertung der Blutparameter weiblicher Studienteilnehmerinnen	39
3.2	<i>Statistische Auswertung des REST-Q-Fragebogens</i>	45
4	Diskussion	67
4.1	<i>Blutparameter</i>	67
4.1.1	Männliche Probanden	67
4.1.2	Weibliche Probandinnen.....	71
4.2	<i>REST-Q-Fragebogen</i>	77
4.2.1	Subjektives Belastungsempfinden männlicher Probanden.....	77
4.2.2	Subjektives Belastungsempfinden weiblicher Probanden.....	80
4.3	<i>Überprüfung der Hypothesen</i>	81
5	Limitationen	82
6	Fazit	84
7	Literaturverzeichnis	86
8	Abbildungsverzeichnis	93
9	Tabellenverzeichnis	94

1. Einleitung und Problemstellung

Das Leistungsprofil der Profisportler*innen im Fußball hat sich in den letzten Jahrzehnten aufgrund steigender physischer Anforderungen stark gewandelt. Während einer Trainingseinheit legen erwachsene Fußballspieler eine Gesamtdistanz von bis zu 7.000 Meter zurück, während einem Spiel sogar rund 13.000 Meter. Ausgehend von diesem Laufvolumen werden erhebliche Distanzen in höheren Geschwindigkeitsbereichen, wie etwa hochintensive Läufe, Sprints, Beschleunigungen und „Stop and Go“-Bewegungen, zurückgelegt (Clemente et al., 2021). Die Aufbauphase vor der Wettkampfsaison gilt als Zeitraum, indem besonders hohe Trainingsreize gesetzt werden, um die ganzheitliche Fitness der Fußballspieler*innen nach der „Offsaison“ wiederherzustellen sowie zu optimieren. Eine Studie von Meckel et al. (2018) hat gezeigt, dass die Erreichung einer um rund 8% höheren aeroben und anaeroben Leistung nach der Vorsaison realistisch ist. Die physiologischen und physischen Entwicklungen der Spieler*innen während der Saison hängen größtenteils vom physischen Fitnesszustand zu Saisonbeginn ab (R. Silva et al., 2021).

Aus diesen Gründen ist eine genaue sportmedizinische beziehungsweise sportwissenschaftliche Überwachung der Sportler*innen erforderlich, wobei die psychische sowie physische Fitness, Ernährung, Ermüdungs- und Erholungszustand sowie auch die Verletzungsprävention Schlüsselemente dieser wissenschaftlichen Kontrolle sind. Für die Prüfung dieser Komponenten kommen zahlreiche Methoden zum Einsatz. Pulsmesser, GPS-basierte Tracking-Systeme, sportmotorische Testungen mit Kraftmessplatte etc., biomechanische Bewegungsbeurteilung sowie Trainingssoftware sind integrale Bestandteil des Monitorings im professionellen Fußballsport (Djaoui et al., 2017).

Blutbiomarker, die mittels herkömmlicher Blutanalyse erfasst werden, spielen bei der Überwachung der physischen Leistungsfähigkeit, insbesondere der Reaktionen der Sportler*innen auf die Trainingsbelastungen, eine unerlässliche Rolle. Gleichmaßen wie verschiedene Körperzellen auf den Stress einer Inflammation reagieren, zeigen die (Muskel-)Zellen der Athlet*innen Reaktionen auf den physischen Stress des Trainings oder Wettkampfes. Blutbiomarker bieten die Möglichkeit, Leistungssportler*innen während der körperlich sehr intensiven Vorbereitungsphase sportmedizinisch zu überwachen, um diese bestmöglich zu unterstützen (Lee et al., 2017a). Parameter hämatologischer Funktion, wie

etwa Hämoglobin (Hb), Hämatokrit (Ht), Ferritin, Eisen oder Transferrinsättigung, geben unter anderem Aufschlüsse über die aeroben Kapazitäten der Sportler*innen, einer der körperlichen Aspekte, der in der Vorsaison am intensivsten trainiert wird (Bekris et al., 2015). Änderungen biochemischer Parameter verweisen ebenso auf körperliche Anpassungen an eine intensive Trainingsbelastung. Das Hormon Cortisol, das mit katabolen Prozessen in Verbindung gebracht wird, sowie das Hormon Testosteron, das im Zusammenhang mit anabolen Vorgängen steht, stellen wichtige biochemische Marker dar. Zur Überprüfung des muskulären Status und inflammatorischer Prozesse im Körper werden Blutbiomarker wie das C-reaktive Protein (CRP), die (myokardiale) Kreatinkinase (CK, CK-MB) sowie Kreatinin eingesetzt. Um das Immunsystem der Sportler*innen zu kontrollieren, werden Neutrophile, Monozyten, Eosinophile, Lymphozyten sowie Basophile als Blutbiomarker herangezogen. Durch den Prozess der Phagozytose stellen Monozyten, Eosinophile und Neutrophile eine Abwehrfunktion dar, Lymphozyten und Basophile spielen eine wichtige Rolle bei der Abwehr akuter viraler und bakterieller Infektionen (Pedlar et al., 2019).

Infolgedessen wird im Zuge der vorliegenden Masterarbeit eine Studie durchgeführt, bei der es sich um eine wissenschaftliche Begleitung der Aufbauphase vor der Wettkampfsaison im professionellen Fußballsport handelt. Die dazu erforderlichen Blutanalysen wurden am Beginn der Vorsaison sowie am Ende der Vorbereitungsphase, noch vor dem Meisterschaftsstart, durchgeführt. Auf diese Weise sollen Erkenntnisse geliefert werden, die die Zusammenhänge zwischen den Biomarkern der Blutanalyse, dem Trainingspensum und dem von den Sportler*innen wahrgenommenen subjektiven Belastungsempfinden betreffen. Ziel der Beobachtungsstudie ist es herauszufinden, ob und wie sich gewisse Blutbiomarker und das subjektive Belastungsempfinden der Nachwuchs- und erwachsenen Leistungssportler*innen infolge der sehr trainings- und belastungsintensiven Aufbauphase anpassen. Die Forschungsfrage wurde folgendermaßen formuliert: „Bestehen Unterschiede zwischen den standardmäßig erhobenen Blutparametern, dem subjektiven Belastungsempfinden und der Trainingsbelastung bei Nachwuchs- und erwachsenen Fußball-Leistungssportler*innen vor und nach der Vorbereitungsphase?“

1.1 Fußball und die physiologischen und psychischen Anforderungen

Fußball weist aufgrund des häufigen Wechsels der Bewegungsarten (z.B. Laufen, Gehen, Springen, Sprinten usw.), der Geschwindigkeit (Beschleunigung, Verlangsamung), der Richtung sowie der technischen Anforderungen ein intermittierendes Aktivitätsprofil auf. Diese spezifischen Anforderungen im Fußballleistungssport erfordern physische Fähigkeiten wie kardiorespiratorische sowie muskuläre Ausdauer, (Antritts-)Schnelligkeit, Muskelkraft, Beweglichkeit und inter- und intramuskuläre Koordination (Slimani & Nikolaidis, 2019).

Als komplexe Sportart beansprucht Fußball sowohl das aerobe als auch das anaerobe System. Die aerobe Leistungsfähigkeit bzw. kardiovaskuläre Fitness ist ein wichtiger Aspekt in der physischen Konditionierung im Fußball. Die aerobe Fitness spielt bei der Aufrechterhaltung einer hohen Ausdauerleistung über einen längeren Zeitraum sowie bei der Beschleunigung des Erholungsprozesses zwischen einzelnen Trainingseinheiten eine bedeutende Rolle (Slimani & Nikolaidis, 2019).

Ein effizientes anaerobes Leistungsvermögen, das Kraft und Schnelligkeit kombiniert, um Sprints, Sprünge und Zweikämpfe bestmöglich bewältigen zu können, ist grundlegend, um den Leistungsanforderungen der intermittierenden Sportart gerecht zu werden (Slimani & Nikolaidis, 2019).

1.2 Diagnostik physiologischer und psychischer Beanspruchung im Fußballsport

Belastung wird als ein komplexes Zusammenspiel von Verhaltens-, psychologischen, physiologischen Reaktionen auf situative und umweltbezogene Reize definiert. Die darauf aufbauende subjektive Wahrnehmung dieser Belastungen wird als Beanspruchung bezeichnet (Kellmann et al., 2018). Auf Grundlage dieser Erklärung kann es bei objektiv gleicher Belastung zu individuell unterschiedlichen Beanspruchungszuständen kommen.

Um die Trainingsbelastung im Leistungssport sowie das subjektive Befinden von Sportler*innen bestmöglich überwachen und adaptieren zu können, werden regelmäßig geeignete Monitoring-Instrumente eingesetzt. Grundsätzlich wird die Diagnostik in objektive und subjektive Verfahren unterteilt. Objektive Messinstrumente dienen dem Erfassen von Leistungs-, physiologischer und biochemischer Parameter, bei subjektive

Verfahren hingegen liegt der Fokus auf der Ermittlung psychologischer Variablen (Saw et al., 2016).

Sportmotorischen Testungen zur Feststellung der Ausdauer- und Sprintleistungen sowie der Ausprägung von Kraft, Beweglichkeit und Koordination der Athlet*innen sind im professionellen Sportsetting grundlegende Instrumente. Diese eignen sich zwar zur Feststellung von (Leistungs-)Fortschritten und Entwicklungen, sind jedoch weniger für eine tägliche beziehungsweise regelmäßige Überwachung von Nutzen (Meeusen et al., 2013).

Der Einsatz einer Labordiagnostik in Form von Blutanalysen, die Aufschluss über den medizinischen Zustand der Sportler*innen geben, ist im Leistungssport sehr geläufig. Da es jedoch schwierig ist, die Reaktion auf intensive Trainingsreize von abnormalen Veränderungen oder Anzeichen eines Übertrainings zu unterscheiden, ist das Heranziehen weiterer Instrumente zur Interpretation der Beanspruchung der Sportler*innen erforderlich (Meyer et al., 2020). Infolgedessen können Adaptionen in der Trainingsplanung und -steuerung vorgenommen werden (Saw et al., 2016). Aufgrund hoher Kosten und verzögerten Feedbacks ist die Erfassung entsprechender Blutparameter für eine kontinuierliche und periodische Überwachung jedoch wenig praxistauglich.

Qualitative Diagnostikmethoden wie etwa die Durchführung von Fragebogen sind kostengünstiger und weniger zeitintensiv und bieten sich vergleichsweise besser für eine Überwachungsroutine an. Es zeigte sich, dass psychologische Faktoren oft früher Aufschluss über die Entwicklung von Übertraining aufgrund unzureichender Erholung geben als objektiv gemessene physische Parameter (Saw et al., 2016).

Das subjektive Befinden der Athlet*innen ist deswegen so entscheidend, da die Anpassungen und Reaktionen auf gesetzte Trainingsreize sehr unterschiedlich sind. In wissenschaftlicher Forschung stellen psychometrische Fragebögen eines der effektivsten Mittel zur Darstellung von Erholung und Beanspruchung dar, da sie aufgrund kostengünstiger Anwendung und geringer Störung im Trainingsalltag besonders für das Monitoring größerer Gruppen geeignet sind (Meeusen et al., 2013).

Diese Effizienz ergibt sich auch durch seinen globalen Ansatz, da verwendete Items eines Fragebogens meist mehrere Erholungs- und Belastungsebenen umfassen.

Die subjektive Wahrnehmung des Erholungs- und Beanspruchungsbefindens leitet sich aus der Verarbeitung physischer, emotionaler und mentaler Einwirkungen ab, die direkten Einfluss auf den Regenerationsbedarf haben (Kellmann et al., 2016). Bei der Diagnostik psychischer Beanspruchung anhand subjektiver Methoden wie Fragebögen ist jedoch immer zu berücksichtigen, dass diese zum Beispiel aufgrund des Bedürfnisses, sich „sozial erwünscht“ zu verhalten, manipulierbar sein können. Die entsprechende Aufklärung der Sportler*innen über die Verwendung und Nutzung ihrer Daten kann dieser Manipulation entgegenwirken.

1.3 Blutparameter, Hormone und Mikronährstoffe und deren Zusammenhang mit körperlicher Beanspruchung

1.3.1 Hämoglobin

Hämoglobin (Hb) ist ein sauerstoff-transportierendes Protein, das den roten Blutfarbstoff bildet und 95% der Trockenmasse der Erythrozyten ausmacht. Bei einem Blutanteil von fünf bis sechs Liter stehen dem menschlichen Körper etwa 700-900 g Hb zur Verfügung. Jedes Hämoglobin-Molekül ist aus vier eisenhaltigen Hämgruppen zusammengesetzt, an die sich schließlich Sauerstoff bindet. Jedes Gramm Hämoglobin transportiert 1,34 ml Sauerstoff. Dies wird als Sauerstoff-Transportkapazität bezeichnet (San-Millán, 2019).

Für die Bildung von Hb ist eine entsprechende Menge an Eisen und Protoporphyrin notwendig. Beim Abbau des Hämoglobins wird der Porphyrinring im Molekül oxidativ aufgespalten, sodass Verdoglobin, Biliverdin und anschließend Bilirubin entsteht. Ein geringer Teil des freigesetzten Eisens wird aus dem Körper ausgeschieden, während der größte Teil über die Milz erneut in den Blutkreislauf zurücktransportiert wird. Die Messung des Hämoglobins wird seit vielen Jahren im Sport zur Überwachung von körperlicher Leistung und Übertraining eingesetzt, da man durch die Abnahme des Hämoglobin-Gehalts im Blut und die damit verbundenen Abnahme der Sauerstoff-Transportkapazität auf eine verminderte sportliche Leistungsfähigkeit rückschließen kann (San-Millán, 2019). Die Überwachung des Hb-Wertes ist eine wirksame Methode, um die Sauerstoff-Transportkapazität während der gesamten Saison oder bei Verdacht auf einen Leistungsabfall zu beurteilen (Renz, 2018). Ist ein Sportler müde oder erschöpft, werden viele anabole Prozesse im Körper verringert, und die Erythropoese (Produktion der Erythrozyten) kann beeinträchtigt werden, sodass es zu einem Rückgang der Produktion von Hämoglobin und der Sauerstoff-Transportkapazität kommt. Des Weiteren kann

Eisenmangel zu einem niedrigeren Hämoglobin-Wert führen, da Eisen für die Hämoglobinsynthese benötigt wird und zugleich auch der Ort der Sauerstoffbindung ist.

1.3.2 Hämatokrit

Unter dem Blutparameter Hämatokrit wird in der Medizin der prozentuelle Volumenanteil zellulärer Bestandteile, die im Blut zirkulieren, verstanden. Bei gesunden Menschen besteht dieser Anteil zu 96% aus Erythrozyten, weswegen der Hämatokritwert den Erythrozytenanteil im Blut widerspiegelt. Hämatokrit gibt Aufschluss über das Verhältnis flüssiger und fester Bestandteile im Blut und lässt somit eine Beurteilung der Fließfähigkeit des Blutes zu. Das Blut ist umso dickflüssiger, je höher der Hämatokritwert ist. Dickflüssiges Blut fließt langsamer und erhöht das Risiko einer Thrombose oder eines Schlaganfalles. Insofern haben Veränderungen des Flüssigkeitshaushaltes im Körper direkten Einfluss auf den Hämatokritwert. (Herold, 2021)

1.3.3 Granulozyten

Granulozyten, Monozyten und Lymphozyten werden zu den Leukozyten gezählt. Granulozyten stellen bei Erwachsenen den größten Teil der Leukozyten im peripheren Blut dar. Ihre Hauptaufgabe liegt in der Bekämpfung von Mikroorganismen, weswegen sie bakterizid und fungizid wirkende Enzyme enthalten. Nach Anfärbung der Granula werden sie in Neutrophile, Eosinophile und Basophile eingeteilt.

1.3.3.1 Neutrophile Granulozyten

Neutrophile Granulozyten sind Teil des angeborenen Immunsystems und haben eine zentrale Rolle bei der bakteriellen Infektabwehr. Das angeborene Immunsystem hat das primäre Ziel, die Schädigung begrenzt zu halten, abgestorbenes Gewebe zu entfernen sowie Reparaturprozesse anzukurbeln. An diesem Geschehen sind vor allem die aus dem peripheren Blut rekrutierten neutrophilen Granulozyten und Monozyten beteiligt. Am Ort der Entzündung aktivieren sie gemeinsam mit Bindegewebszellen das Endothel, was maßgeblich an der frühen lokalen Entzündungsreaktion beteiligt ist. Bei einer Blutuntersuchung wird nur ein Bruchteil der im gesamten Organismus verfügbaren Zahl an Neutrophilen detektiert. Aufgrund der kurzen Halbwertszeit der Neutrophilen von 2 Tagen, muss das Knochenmark eine hohe Produktionsleistung vollbringen, um die Granulozytenzahl in Homöostase zu halten (Renz, 2018).

1.3.3.2 Eosinophile Granulozyten

Auch eosinophile Granulozyten sind Teil des angeborenen Immunsystems und beteiligen sich als Phagozyten am Entzündungsgeschehen. Eosin ist der Farbstoff, mit dem sie angefärbt sind. Die im Inneren der eosinophilen Granulozyten liegenden Enzyme bekämpfen im Zuge der Phagozytose Krankheitserreger, insbesondere Parasiten oder Würmer. Ein erhöhtes Vorkommen Eosinophiler im Blut ist meist Anzeichen allergischer Reaktionen, Kollagenosen oder andere Erkrankungen. Im Gegensatz dazu können Stresssituationen die Anzahl eosinophiler Granulozyten im Blut erniedrigen. (Renz, 2018)

1.3.3.3 Basophile Granulozyten

Als Teil der körpereigenen Immunabwehr sind basophile Granulozyten bei vermehrtem Vorkommen im Blut Indikatoren gewisser Entzündungsreaktionen beziehungsweise allergischer Reaktionen. Diese allergischen Reaktionen werden durch die Freisetzung von Botenstoffen, die im Inneren der Basophilen sitzen, bedingt. Beispielsweise können Basophile den Botenstoff Histamin in die Haut abgeben, das zu einem Juckreiz führt. Bei zu wenig basophilen Granulozyten im Blut kann Stress eine Ursache sein, aber auch diverse Medikamente oder Erkrankungen wie Hyperthyreose. (Renz, 2018)

1.3.4 Monozyten

Monozyten sind überwiegend Zellen des angeborenen Immunsystems. Sie sind nicht nur für die Abwehr von Mikroorganismen bedeutend, sondern übernehmen auch antigenpräsentierende Aufgaben für T-Zellen. Im Zuge ihrer Immunfunktion wandern die Monozyten aus dem Blut in das Gewebe. Dort kommt es zur Umwandlung in Fresszellen (Makrophagen), die bösartigen Bakterien, Zelltrümmer etc. entgegennehmen und abtransportieren. Eine erhöhte Monozyten-Anzahl kann auf eine Stressreaktion des Körpers sowie auf eine chronische Entzündung hindeuten (Brade et al., 2023).

1.3.5 Lymphozyten

Im Gegensatz zu den Granulozyten und den Monozyten sind Lymphozyten Teil des erworbenen Immunsystems. Mittels immunologischer Techniken unterscheidet man B- und T-Zellen, wobei T-Zellen mit 75% den wichtigsten Lymphozytenbestandteil darstellen. In Betrachtung physischer Beanspruchung kann man unmittelbar nach ausdauernder sportlicher Leistung einen Anstieg der Lymphozyten-Anzahl um 50-100% beobachten. Die Anzahl

sinkt jedoch ungefähr nach einer halben Stunde für rund drei bis sechs Stunden wieder um bis zu 50% des Wertes vor der sportlichen Aktivität, steigt darauffolgend jedoch wieder enorm an. Dieser Vorgang wird als biphasische Leukozyten-Antwort bezeichnet. (Brade et al., 2023)

1.3.6 Kreatinkinase (CK) und myokardiale Kreatinkinase (CK-MB)

Kreatinkinase (CK) ist ein Enzym, das häufig als Biomarker für muskuläre Schädigungen eingesetzt wird. Da eine direkte Korrelation zwischen der messbaren Enzymaktivität und der Belastungsintensität besteht, ermöglicht es die Überwachung von Kreatinkinase, Rückschlüsse auf die metabolische Adaption an die physische Belastung sowie muskuläre Arbeitslast zu ziehen. Aufgrund des Katalysierens der Phosphorylierung von Adenosindiphosphat (ADP) zu Adenosintriphosphat (ATP), hat die Kreatinkinase eine hohe Bedeutung im Energiestoffwechsel (Delsmann et al., 2021).

Fußballsportler*innen zeigen physiologisch eine höhere CK-Aktivität. Dies liegt daran, dass fußballspezifische Bewegungen im Stop-and-Go-Charakter eine erhöhte exzentrische Belastung aufweisen und es dadurch zu einer vermehrten Ausschüttung der Kreatinkinase aus dem Zytosol der Muskelzelle kommt (Meyer & Meister, 2011). Aufgrund dessen wird der Blutparameter im Fußballleistungssport selten zur Überprüfung von Skelettmuskelschäden herangezogen. Dennoch kann er bei bestehender Erhöhung ein Indikator für Übertrainings sein.

CK-MB ist ein Isoenzym der Kreatinkinase, das hauptsächlich im Herzmuskel vorkommt. Im sportlichen Kontext kann die CK-MB-Konzentration im Blut, insbesondere bei intensiver und langanhaltender physischer Belastung, aufgrund verstärkter Herzmuskelarbeit und möglichen einhergehenden Muskelverletzungen oder -schäden vorübergehend stark ansteigen. CK-MB wird jedoch kaum als spezifischer Marker für körperliche Beanspruchung herangezogen, sondern wird vorwiegend zur Diagnose von Herzschäden verwendet (Brancaccio et al., 2010).

1.3.7 Eisen

Eisen ist für die Bildung von funktionsfähigen Erythrozyten essenziell. Im menschlichen Körper wird 3-5 g Eisen gespeichert, wobei 70 % als Hämeisen, 18 % in Form von Ferritin

und Hämosiderin intrazellulär und 12 % als Funktionseisen an Myoglobin und Enzymen gelagert wird. Der tägliche Eisenverlust macht 1-2 mg aus.

Im Blutplasma wird das Eisen als dreiwertiges Eisen an β_1 -Globuline (Transferrin, Siderophilin) gebunden. Je nach Bedarf wandert es in die Leber, wo es einerseits zur Ferritinbildung und andererseits zur Speicherung von Eisen kommt, in das Knochenmark zur Bildung von Hämoglobin und in die Muskeln zur Herstellung von Myoglobin und Myosin (Renz, 2018).

Für die intestinale Eisenaufnahme ist das Leberprotein Hepcidin verantwortlich. Als Folge von chronischem Übertraining oder hochintensivem Training zeigt sich eine erhöhte Hepcidin-Freisetzung aus der Leber. Aufgrund der Verringerung der Eisenabsorption entsteht ein Eisenmangel (Renz, 2018).

Die physische Leistungsfähigkeit kann durch einen Eisenmangel stark limitiert sein. Laborchemisch äußert sich dieser in Form eines erniedrigten Ferritins und Hämoglobins, wenn es sich bereits um eine Eisenmangelanämie handelt. Klinisch betrachtet ruft ein Eisenmangel einerseits starke Ermüdung hervor, andererseits ist er mit einer geringeren maximalen Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_{2\max}$) und Dyspnoe, einer subjektiv empfundenen, erschwerten Atmung, verbunden (Mammoli et al., 2019). Ein Eisenmangel findet auch auf der muskuloskelettalen Ebene einen Einfluss. Nicht nur erhöht eine unzureichende Eisenzufuhr das Risiko für Stressfrakturen oder eine reduzierte Knochendichte, sondern verlängert auch die Regenerationsdauer nach Verletzungen (Sale et al., 2019).

1.3.8 Transferrinsättigung

Die Rolle von Transferrin im Eisenstoffwechsel ist einerseits der Transport von Eisen, andererseits dessen Speicherung in den Zellen. Die Transferrinsättigung ist als Quotient aus der Konzentration von Eisen und Transferrin im Serum messbar und wird daher in Prozent angegeben. Sie ist ein Indikator der Eisenverfügbarkeit (Brade et al., 2023). Liegt ein Eisenmangel vor, steigt die Transferrinkonzentration an, während die Transferrinsättigung sinkt. Da im Zuge der Akute-Phase-Reaktion die Transferrinsynthese supprimiert wird, sinkt der Eisenspiegel ab. Daraus resultiert trotz des Eisenmangels eine normale Transferrinsättigung (Renz, 2018).

1.3.9 Ferritin

Ferritin ist sowohl im Zytoplasma als auch in den Mitochondrien fast aller Körperzellen vorhanden. Es zeigt seine Bedeutung in der Eisenhomöostase des Organismus, da es Eisen bindet und sequestriert, damit es einerseits nicht toxisch wirken kann, andererseits rasch wieder verfügbar ist. (Brade et al., 2023)

In der klinischen Praxis kommt zur Beurteilung des Depoteisens die Bestimmung des Serum-Ferritins zum Einsatz. Grundsätzlich ist das Serum-Ferritin eisenfrei. Da es sich jedoch mit dem Eisen speicherndem Ferritin in Fließgleichgewicht befindet, wird es zur quantitativen Analyse der Eisenspeicher herangezogen. Ferritin ist ein Akute-Phase-Protein, das bei akuten Entzündungen als Teil der unspezifischen Immunreaktion vermehrt im Blut vorkommen kann. So kann auch bei Eisenmangel ein erhöhter Serum-Ferritin-Wert vorkommen. Ein Serum-Ferritin-Wert unter 12 µg/l ist ein Indikator für einen leeren Eisenspeicher (Renz, 2018).

1.3.10 Kreatinin

Als Stoffwechselprodukt von Kreatin wird Kreatinin im Organismus durch die Umwandlung von Kreatinphosphat produziert und als Abbauprodukt des Muskelstoffwechsels in die Zirkulation freigesetzt. Während Kreatin wichtig für die Versorgung des Muskelgewebes und der Muskelkontraktion ist, hat der Stoff Kreatinin für unseren Organismus keine Notwendigkeit. Täglich werden ein bis zwei Prozent des Kreatins im Muskel als Kreatinin über die Niere und zu einem geringen Teil über den Darm ausgeschieden, weswegen es in der klinischen Medizin auch ein bekannter Parameter zur Beurteilung der Nierenfunktion ist. Dabei ist die ausgeschiedene Menge an Kreatinin direkt proportional zur Muskelmasse (Renz, 2018). Der Kreatinin-Wert ist demnach abhängig von den Faktoren Lebensalter, Geschlecht und Muskelmasse. Ein Grund für einen erniedrigten Serum-Kreatinin-Wert kann daher eine verminderte Muskelmasse und eine proteinarme Ernährung sein (Fiedler & Vogt, 2019).

1.3.11 C-reaktives Protein (CRP)

Das C-reaktive Protein dient in der Laborddiagnostik zur Feststellung von Entzündungsreaktionen im Körper. Als Eiweißstoff, dessen Bildungsort die Leber ist, wird es zu den Akute-Phase-Proteinen gezählt. Unter der Akute-Phase-Reaktion versteht man eine unspezifische Immunantwort des Organismus auf eine biochemische Stressreaktion,

das jedoch nicht sofort mit dem Vorliegen einer Infektion in Zusammenhang steht. Im Zuge dieser Reaktion setzt es das Komplementsystem, ein Teil des unspezifischen Immunsystems zur Eliminierung von zellulären Antigenen wie Bakterien, in Gange und bindet dabei an Phosphocholin, ein wichtiger Bestandteil der Phospholipide von Zellmembranen. Durch diesen Vorgang kann sich das C-reaktive Protein an Bakterien anlagern und von Makrophagen erkannt werden.

Etwa 24-48 Stunden nach Beginn der Akute-Phase-Reaktion kommt es zu einem enormen Anstieg des CRP-Wertes im Blut. Es liegt eine Korrelation der Höhe des CRP-Wertes mit dem Schweregrad der Entzündungsreaktion vor. Die kurze Halbwertszeit des CRP lässt den Wert in der Abklingphase jedoch rasch wieder abfallen. Zur Unterscheidung zwischen bakteriellen oder viralen Infektionen kann zwar nicht allein die CRP-Bestimmung herangezogen werden, dennoch wird eine geringe CRP-Zunahme eher viralen Infektionen und ein höherer Anstieg eher bakteriellen Entzündungen zugesprochen. So ist ein CRP-Wert über 40 mg/l mit hoher Wahrscheinlichkeit kein Indikator einer viralen Infektion (Renz, 2018). Infolge muskulärer Schädigung führt intensive physische Leistung innerhalb der ersten sechs Stunden zu einem Anstieg des C-reaktiven Proteins. Der Anstieg des CRP während einer akuten sportlichen Leistung hängt vom Trainingszustand der untersuchten Person ab. Jedoch kommt es bei regelmäßigem physischem Training zu einer Minderung des CRP-Wertes im Ruhezustand. (Brade et al., 2023)

1.3.12 Magnesium

Magnesium hat physiologisch betrachtet vor allem als zweiwertiges Ion in vielen ATP-anhängigen Enzymen und anderen Proteinen, aber auch als Elektrolyt eine wichtige Funktion. Als Mineralstoff hat es Einfluss auf die Skelettmineralisation und somit auf die Knochengesundheit und Muskelleistung. Demnach könnte eine erniedrigte Magnesiumkonzentration eine katabole Stoffwechselsituation des Knochens bedingen (Mammoli et al., 2019). Zhang et al. (2017) belegten in ihrer Studie auf Grundlage der protektiven Wirkung des Magnesiums eine positive Korrelation zwischen der Muskelkraft respektive Muskelleistung und des Magnesiumwertes.

Magnesium ist zugleich auch der physiologische Antagonist von Calcium. Bei einer zu geringen Magnesiumkonzentration im Blut beziehungsweise Serum ($< 0,65$ mmol/l) kommt es zu einem Anstieg der Durchlässigkeit der Zellmembran für Kalium-, Natrium- und Calciumionen, das einen intrazellulären Calciumanstieg zur Folge hat. Der erhöhte

Calciumspiegel veranlasst das Zusammenziehen der Blutgefäße, das in einem erhöhten Blutdruck resultiert. (Mammoli et al., 2019)

Im menschlichen Körper befindet sich zwei Drittel des Magnesiums in der extrazellulären Knochenmatrix, das restliche Drittel wird intrazellulär, vor allem in der Muskulatur, lokalisiert. Im Blutplasma zirkuliert etwa nur 1% des gesamten Magnesiums, wobei 66% davon an Albumin gebunden sind (Renz, 2018). Nach einer intensiven Ausdauerleistung erreicht die Magnesium-Konzentration im Plasma aufgrund der Bewegung von Magnesium in die Erythrozyten einen zwischenzeitlichen Abfall. Es ist auch bekannt, dass Ausdauersportler*innen eher dazu neigen, einen Magnesiummangel zu entwickeln. Dies liegt an einer erhöhten Magnesium-Ausscheidung aus den Nieren. (Brade et al., 2023)

1.3.13 Cortisol

Cortisol ist ein Steroidhormon der Klasse der Glukokortikoide, dessen Bildungsort die Nebennierenrinde ist. Die Cortisol-Produktion wird durch ein Zusammenspiel von Hypothalamus, Hypophyse und Nebennierenrinde reguliert. Im Hypophysenvorderlappen stimuliert CRH (Corticotropin-releasing-Hormon) die Freisetzung von ACTH (Adrenocorticotropes Hormon). Dieser Vorgang löst die Biosynthese und Sekretion von Cortisol aus. Aufgrund einer negativen Rückkoppelung wird die Sekretion von CRH und ACTH gehemmt. Dieser Komplex bildet die Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA-Achse) (Renz, 2018).

Als kataboles Hormon ist Cortisol an der Lipolyse, Glykogenolyse und Proteolyse beteiligt, um Fettsäure, Glukose und Aminosäure für Energiezwecke zu mobilisieren (Renz, 2018). Ebenso hat es seine Beteiligung an der Regulation des Immunsystems (Michailidis, 2014). Da Cortisol schlecht wasserlöslich ist, wird es im Blut an ein Transportprotein gebunden. In freier Form findet man nur 5 % des Steroidhormons. Ein kleiner Teil des freien Cortisols erscheint unverändert im Urin und dient als indirektes Maß der freien Cortisolkonzentration im Blut. In der Leber wird der größte Teil des Cortisols verstoffwechselt. Durch den starken Einfluss des zentralen Nervensystems auf den Hypothalamus, weist das Hormon eine hohe tageszeitliche Schwankung auf. Der Höhepunkt der Cortisol-Ausschüttung zeigt sich zwischen 06:00 und 08:00 Uhr morgens, während das Minimum um Mitternacht erreicht wird.

Stress kann einen Faktor für die Erhöhung der Cortisol-Sekretion darstellen. Ebenso hat die Trainingsintensität einen großen Einfluss auf die Cortisol-Ausschüttung (Hill et al., 2008). Im Zuge einer akuten Phase des Übertrainings muss die Energieverfügbarkeit erhöht werden, um übermäßiges Training, schlechte Erholung oder schlechte Ernährung kompensieren zu können. Die Cortisol-Ausschüttung wird erhöht, um die Energieverfügbarkeit zu steigern (Budgett, 1990). Die HPA-Achse interagiert bei Stimulation durch physiologischen Stress in Abhängigkeit der Trainingsintensität und dem Ausmaß des physiologischen Stresses.

Anabole Hormone wie Testosteron können diesem Katabolismus entgegenwirken, weswegen das Verhältnis zwischen Testosteron und Cortisol ein wirksames Mittel ist, um das Gleichgewicht zwischen Katabolismus und Anabolismus bei Athleten zu beurteilen. Trainiert ein Athlet über längere Zeit unter stressigen physiologischen Bedingungen, kann dies zu einer Abstumpfung der Testosteronreaktionen führen, das wiederum einen erhöhten katabolen Zustand, Übertraining und einen akuten Leistungsabfall bedingen kann (Urhausen et al., 1987).

1.3.14 Testosteron

In den Leydig-Zellen des Hodens findet die Biosynthese des Testosterons, unter Kontrolle von Hypothalamus und Hypophyse, statt. Die Produktion des Testosterons weist ebenso wie Cortisol einen zirkadianen Rhythmus auf, wobei der höchste Wert morgens und der niedrigste Wert abends zu finden ist. In freier, biologisch aktiver Form stehen nur 2-3 % des Testosterons im Blut zur Verfügung. Es wird an Albumin und an Sexualhormon-bindendes Globulin gebunden. In der Leber wird das Hormon inaktiviert und anschließend entweder über die Niere ausgeschieden oder in Östrogene umgewandelt.

Testosteron zeigt nicht nur eine essenzielle Wirkung für die Entwicklung des männlichen Organismus und dessen Sexualfunktion und Fertilität, sondern hat auch anabole Effekte auf den Knochen- und Proteinstoffwechsel. Demnach beeinflusst Testosteron auch die Ausbildung der Skelettmuskulatur sowie die Erhaltung der Knochendichte. (Brade et al., 2023) Eine Abnahme des Testosteron-Wertes kann Hinweis darauf geben, dass die Trainingsintensität sowie das Trainingsvolumen körpereigene Grenzen überschritten hat.

Weiters kann eine Testosteronabnahme ein Anzeiger für eine Verminderung des anabolen Potenzials sein (Gillespie & Edgerton, 1970).

1.3.15 Luteinisierendes Hormon

Das luteinisierende Hormon (LH) ist ein Hormon aus dem Vorderlappen der Hypophyse, das dort gespeichert wird, bis es zur Freisetzung kommt. LH ist ebenso wie das Testosteron ein wichtiger Botenstoff für die Regulierung vieler Sexualfunktionen. Im weiblichen Organismus ist das Luteinisierende Hormon für die Reifung der Eizellen sowie die Produktion von Östrogen in den Eierstöcken mitverantwortlich und löst die Ovulation aus. Alter und Hormonstatus, wie etwa der Menstruationszyklus, haben großen Einfluss auf den LH-Spiegel. So geht man davon aus, dass es kurz vor dem Eisprung zu einem starken Anstieg des Luteinisierenden Hormons kommt (Renz, 2018). Da der Menstruationszyklus bei jeder Frau einen individuellen Verlauf aufweist, ist es notwendig, den LH-Spiegel unter Berücksichtigung des weiblichen Zyklus zu interpretieren.

1.3.16 Thyreoidea stimulierendes Hormon

Das schilddrüsenstimulierende Hormon (TSH) ist ein Routineparameter, der im Rahmen der meisten umfassenden Stoffwechseluntersuchungen erhoben wird. Es wird in der Hirnanhangsdrüse gebildet und gelangt über das Blut zur Schilddrüse, wo es die Freisetzung der Schilddrüsenhormone T3 und T4 reguliert. Es zeigt seinen Einfluss nicht nur in der Hormonbildung der Schilddrüse, sondern auch in deren Wachstum und Iodaufnahme. Die TSH-Produktion wird zum einen vom Hypothalamus geregelt, zum anderen über die Konzentration der Schilddrüsenhormone aufgrund einer negativen Rückkoppelung (Brade et al., 2023). Eine Schilddrüsenunterfunktion (Hypothyreose) ist durch erhöhte TSH-Werte gekennzeichnet. Bei Sportler*innen können erhöhte TSH-Werte auch nach mehrwöchigem Ausdauertraining festgestellt werden (Simsch et al., 2002).

1.3.17 Vitamin B6

Vor allem in der Regulation des Energiemetabolismus zeigt der Vitamin-B-Komplex seine Bedeutung (Lee et al., 2017b). Vitamin B6, oder Pyridoxin, ist ein wasserlösliches Vitamin, das als wichtige Verbindung für den Zellstoffwechsel fungiert. Als Coenzym ist es an mehr als hundert biochemischen Reaktionen beteiligt. Die meisten von Vitamin B6 mitkatalysierten Reaktionen hängen zwar mit der Aminosäurebiosynthese und dem Aminosäurekatabolismus zusammen, dennoch trägt es auch an der Synthese von Fettsäuren

bei (Parra et al., 2018). Durch die Biosynthese von Neurotransmittern hat Vitamin B6 einen Einfluss auf die kognitive Entwicklung. Aufgrund der Förderung der Produktion von Lymphozyten beeinflusst Vitamin B6 die Immunfunktion und ist an der Hämoglobinbildung beteiligt (Woolf et al., 2017). Im sportlichen Kontext zeigt Vitamin-B in der Unterstützung der Funktion von Muskeln und Nerven seine Wirkung, in dem es zu einem ungestörten Ablauf zwischen neuronalen Reizen und Muskeln beiträgt (Brade et al., 2023).

1.4 REST-Q-Fragebogen

1.4.1 Beschreibung des REST-Q-Fragebogens

Der Rest-Q (Recovery-Stress Questionnaire for Athletes) ist ein Fragebogen, der speziell für die Messung der Erholung und des Stresslevels bei Sportler*innen entwickelt wurde. Im Sportkontext dient er dazu, den individuellen Erholungs- und Stresszustand von Sportler*innen zu erfassen und zu bewerten.

Der aus 76-Items bestehende Fragebogen wird in mehreren Kategorien unterteilt, die verschiedene Aspekte der Erholung und des Stresses abdecken. Diese Kategorien werden anhand von Aussagen oder Items gebildet, zu denen die Sportler*innen ihre Zustimmung oder Ablehnung auf einer 7-stufigen Likert-Skala, die von „nie“ (0) bis „immerzu“ (6) reicht, angeben. Alle Items im REST-Q-Sport beginnen in der Regel mit dem Wortstamm "In den letzten 3 Tagen/Nächten". Der REST-Q-Fragebogen wird in folgende Kategorien eingeteilt: *genereller Stress, emotionaler Stress, sozialer Stress, Konflikte/Druck, Ermüdung, Energiemangel, körperliche Beschwerden, Erfolg, soziale Erholung, physische Erholung, generelles Wohlbefinden, Schlafqualität, unzureichende Regenerationsphasen, emotionale Erschöpfung, Verletzungen, Fitnesslevel, Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit, Selbstwirksamkeit und Selbstregulation.*

Die Kategorie *genereller Stress* erfasst das allgemeine Stressempfinden der Studienteilnehmer*innen. Es kommt zur Ermittlung der momentanen Ausprägung von Depression, psychischem Stress, Unausgeglichenheit, sowie Lustlosigkeit. In der Kategorie *emotionaler Stress* liegt der Fokus auf dem psychischen Befinden der männlichen und weiblichen Teilnehmer*innen. Hierbei wird die Häufigkeit von Gereiztheit, Aggression, Ängstlichkeit und Hemmungen ergründet. In der Kategorie *sozialer Stress* wird erfragt, inwiefern andere Menschen das psychische Empfinden der Studienteilnehmer*innen negativ beeinflussen. Dazu wird die Häufigkeit von Streitereien, Irritationen in Bezug auf andere sowie die Ausprägung von Humorlosigkeit und Verärgerung erfragt. Die Kategorie

Konflikt/Druck befasste sich mit dem Vorhandensein von Konflikten oder Drucksituationen wie unangenehme, aber obligatorische Aufgaben, die erledigt werden müssen. In der Kategorie *Ermüdung* wird die körperliche Erschöpfung der Teilnehmer*innen anhand der Ausprägungen von Zeitdruck, Störungen bei der Arbeit, Übermüdung und Schlafmangel genauer erfragt. In der Kategorie *Energiemangel* steht ebenso die Übermüdung im Vordergrund. Jedoch will man hier den Einfluss der Ermüdung auf die Psyche feststellen. Die Fragen dieser Kategorie beziehen sich auf die Unkonzentriertheit, Inkonsequenz und Zerstreuung der Studienteilnehmer*innen. Die Kategorie *körperliche Beschwerden* befasst sich rein mit den physischen Beschwerden der Studienteilnehmer*innen. Dazu zählen Kopfschmerzen, körperliches Unwohlsein, Trägheit und Erschöpfung. In der Kategorie *Erfolg* steht die Ausprägung von Freude an der Arbeit, Erfolge wie der Abschluss wichtiger Arbeiten und Kreativität bzw. Ideenfindung im Fokus. Die Kategorie *soziale Erholung* bezieht sich auf die Häufigkeit von angenehmen sozialen Kontakten, Entspannung und Belustigung. Die Kategorie *physische Erholung* befasst sich mit dem regenerativen Verhalten der Studienteilnehmer*innen. Im Zuge dessen wird die Ausprägung von Entspannung, Ausgeglichenheit, dem Gefühl der körperlichen Fitness und der Leistungsfähigkeit ermittelt. Die Kategorie *generelles Wohlbefinden* erfasst die Häufigkeit von guter Laune, Zufriedenheit und hohem generellem Wohlbefinden. Im Zuge der Kategorie *Schlafqualität* soll die Häufigkeit von Schlafstörungen und schlaflosen Nächten festgestellt werden. In der Kategorie *unzureichende Regenerationsphasen* liegt der Fokus auf einer mangelnden Regeneration, welche durch zu wenig oder nicht gut genutzte Pausen oder situationsbedingten Aspekten entstehen kann. Die Kategorie *emotionale Erschöpfung* befasst sich mit dem negativen Einfluss des Leistungssportes auf das psychische Wohlbefinden der Studienteilnehmer*innen. Es wird ermittelt, wie stark Gefühle wie Antriebslosigkeit und Frustration ausgeprägt sind. Im Zuge der Kategorie *Verletzung* wird das Verletzungsrisiko beziehungsweise die Verletzungsanfälligkeit auf Grundlage der Ausprägung körperlicher Schmerzen wie Muskelverhärtungen, -verspannungen oder -schmerzen während beziehungsweise nach der sportlichen Belastung gemessen. Die Kategorie *Fitnesslevel* gibt Auskunft über die körperliche Verfassung der Studienteilnehmer*innen. Das Empfinden körperlicher Entspannung, Energie und guter Erholung wird hier gemessen. In der Kategorie *Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit* liegt der Fokus auf der Reflexionsfähigkeit eigener Leistung, der Kommunikationsfähigkeit mit Teamkolleg*innen und der Integration im eigenen Team. Die Kategorie *Selbstwirksamkeit* misst die Überzeugung, gesteckte Ziele oder Leistungsziele

durch optimale Vorbereitung und richtiges Training erreichen zu können. In der Kategorie *Selbstregulation* steht das regulative Verhalten der Studienteilnehmer*innen im Vordergrund. Es wird die Ausprägung der Nutzung mentaler Fähigkeiten zur Vorbereitung, Motivation und Zielsetzung erfasst. (Gnacinski, 2017)

1.4.2 Validität und Reliabilität des REST-Q-Fragebogens

Zur Bestimmung der Reliabilität bei psychologischen Selbstauskünften wie dem REST-Q-Fragebogen bedarf es an Überprüfung der internen Konsistenz und Reproduzierbarkeit der Item-Antworten über mehrere Durchführungen der Messung (Crocker & Algina, 1986).

Einige Studien untersuchten die interne Konsistenz der 19 Skalen des REST-Q-Fragebogens anhand von Cronbachs Alpha (α), so wie es auch Kellmann und Kallus (2001) zur Überprüfung der Reliabilität durchführten. Über alle Studien hinweg erfüllten 12 von 19 Skalen nicht die Akzeptanzstandards. Insgesamt zeigte sich, dass die Items der Skalen Konflikt/Druck, Erfolg, Energiemangel, Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit, körperliche Beschwerden und körperliche Erholung eine unterdurchschnittliche interne Konsistenz innerhalb der Testsitzungen aufweisen. In fünf der neun untersuchten Studien (56%) erreichten die Skalen Konflikt/Druck und Erfolg nicht die Akzeptanzstandards, einen Cronbach's Alpha-Wert von $\alpha = 0,70$ oder höher (Kellmann & Kallus, 2001), und in drei der neun Studien (33%) konnte der Akzeptanzstandard von den Skalen Energiemangel, Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit, körperliche Beschwerden und körperliche Erholung nicht gewährleistet werden. (Gnacinski, 2017)

Ergebnisse zur Untersuchung der Test-Retest-Reliabilität des REST-Q-Fragebogens bringen auf Grundlage von Pearsons's r eine angemessene Reliabilität, einen Wert von $r > 0,70$ für 15 von 19 Skalen ($r = 0,70 - 0,82$) innerhalb eines Zeitraums von 72 Stunden hervor (Kellmann & Kallus, 2001). Die Forschungsergebnisse von Mäetsu et al. (2006) zeigten eine erforderliche 24-Stunden-Test-Retest-Reliabilität für alle Skalen ($r = 0,74 - 0,84$), mit Ausnahme der Skala „unzureichende Regenerationsphasen“ ($r = 0,63$).

In Anbetracht der vorliegenden Evidenz bedarf es dennoch hinsichtlich der internen Konsistenz und der Test-Retest-Reliabilität der REST-Q-Sport-Skalen an weiteren Untersuchungen. Bei psychologischen Erhebungen liefert die Kriteriumsvalidität Informationen über die Beziehung zwischen den beobachteten Werten und anderen Variablen praktischer Bedeutung. Zur Bestimmung dieser haben frühere Studien die

Korrelation zwischen den Variablen lediglich isoliert analysiert, nicht aber in Kombination. Es zeigten sich schwache bis mäßige Korrelationen, ein Korrelationskoeffizient von Pearson's $r > 0.30$ und < 0.70 , zwischen „Stress“ und „Erholung“ und jeder der im POMS-Fragebogen („Profile of Mood States“) enthaltenen Stimmungen, jedoch keine Zusammenhänge zwischen dem Stress-Erholungszustand und den Stimmungsprofilen. Angesichts der uneinheitlichen Beziehungen zwischen den RESTQ-Sport-Variablen und den physiologischen Markern des Übertrainings (Saw et al., 2016), besteht die Notwendigkeit, die bisherige Forschung zu erweitern.

Vergangene Studien zu den psychometrischen Eigenschaften des REST-Q-Fragebogens zeigten Bedenken hinsichtlich der Reliabilität und Validität der Skalen „Erfolg“ und „soziale Erholung“. Elf Studien stellten bei elf der 19 Skalen (Konflikt/Druck, Energiemangel, physische Beschwerden, generelles Wohlbefinden, Schlafqualität, Verletzungen, unzureichende Regenerationsphasen, Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit, Selbstwirksamkeit, Selbstregulation) unzureichend psychometrische Eigenschaften fest. Hinsichtlich psychometrischer Eigenschaften der Kategorien „genereller Stress“, „emotionaler Stress“, „sozialer Stress“, „Ermüdung“, „emotionale Erschöpfung“ und „Fitnesslevel“ zeigten sich keine Bedenken (Gnacinski, 2017).

Trotz vorhandener Evidenz, die den Einsatz des REST-Q-Fragebogens in Forschung und Praxis unterstützt, besteht weiterhin Bedarf an Verbesserung der psychometrischen Eigenschaften des Fragebogens (Gnacinski, 2017).

2. Methodik

2.1 Studiendesign

Die geplante Studie umfasst eine Stichprobe von 76 Spieler*innen im Nachwuchs- und Erwachsenenalter, zwischen 14 und 30 Jahren, des Fußballvereins „Fußballklub Austria Wien“. Der Anteil der weiblichen Spielerinnen in dieser Studie liegt bei rund 33 %. Es handelt sich dabei um Nachwuchs- und erwachsenen Leistungssportler*innen, welche mindestens vier Mal wöchentlich trainieren. Die zu observierende Erhebungsphase betrifft die Vorbereitungsphase beziehungsweise Aufbauzeit. Bei den weiblichen Leistungssportlerinnen spricht man hierbei von einem Zeitraum von sieben Wochen, wobei der Trainingsbeginn am 08.07.2021 und der Meisterschaftsstart am 26.08.2021 war. Die Vorsaison der männlichen Studienteilnehmer hingegen erstreckte sich über fünf Wochen. Der Vorbereitungsstart war am 15.06.2021 und das erste Meisterschaftsspiel wurde am 19.07.2021 bestreitet. In diesem Zeitraum lag die wöchentliche Trainingshäufigkeit der weiblichen Fußballspielerinnen bei vier Trainingseinheiten, wobei drei Einheiten am Fußballplatz und eine Einheit in der Kraftkammer stattfanden. Die männlichen Nachwuchsspieler, die „Young Violets“, absolvierten wöchentlich vier bis sechs Trainingseinheiten am Fußballplatz, eine in der Kraftkammer sowie zusätzlich eine bis zwei Lafeinheiten zu Hause. Die männlichen Leistungssportler der Kampfmannschaft leisteten eine sehr ähnliche Vorbereitungsphase. Die Anzahl der wöchentlichen Trainingseinheiten am Fußballfeld schwankte hingegen zwischen sieben und neuen Einheiten.

Die vorliegende Studie involvierte zwei Erhebungszeitpunkte. Die Erhebungen fanden sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Teilnehmenden zu Beginn und am Ende der jeweiligen Aufbauphase statt. Die zu erhebenden Daten inkludierten einerseits Blutparameter der Routineuntersuchungen durch den Verein, andererseits die subjektive Belastung durch den Rest-Q Fragebogen (Kallus & Kellmann, 2016). Die Erhebung der Daten fand im Trainingszentrum des Fußballvereins statt. Die Blutproben der Sportler*innen wurden von der Gruppenpraxis für medizinische und chemische Labordiagnostik labors.at analysiert, befundet und an die sportwissenschaftliche Leitung des Vereins weitergegeben. Hinsichtlich der Durchführung des REST-Q-Fragebogens im Zuge der vorliegenden Studie lässt sich sagen, dass die Studienteilnehmer*innen den Fragebogen in einem separaten Raum auf einem zur Verfügung gestellten Tablett einzeln durchführten. Somit war gewährleistet,

dass involvierte Personen keinerlei ungewollten Einflüsse auf die Studienteilnehmer*innen ausüben konnten. Die Übergabe der erhobenen Daten von der sportwissenschaftlichen Leitung des Vereins an die Studienleitung erfolgte eine Woche nach dem letzten Ergebniszeitpunkt. Abbildung 1 präsentiert den Ablauf der Studie aller männlicher Probanden, Abbildung 2 veranschaulicht den Ablauf der Studie aller weiblichen Probandinnen.

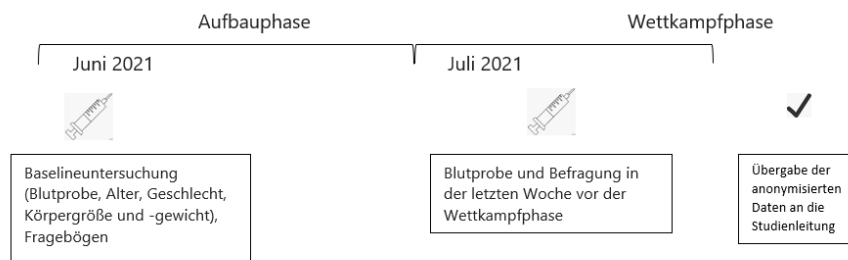


Abbildung 1: Ablauf der Studie bei männlichen Probanden

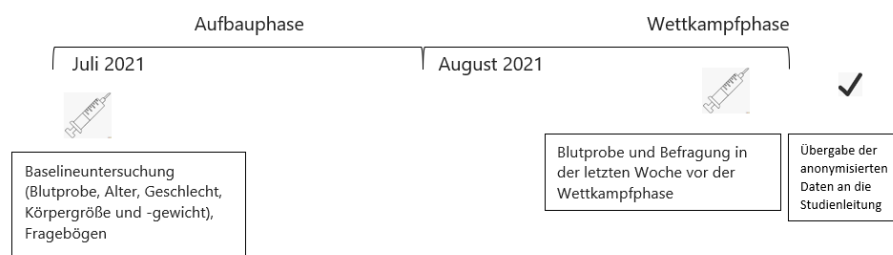


Abbildung 2: Ablauf der Studie bei weiblichen Probanden

Das gewählte Studiendesign ist ein Messwiederholungsdesign, auch *Repeated measure design within groups* genannt. Eine Gruppe repräsentiert die weiblichen Studienteilnehmerinnen, die andere Gruppe alle männlichen Teilnehmer. Sowohl Pretest als auch Posttest umfassen die gleichen Gruppen von Teilnehmer*innen. Alle weiblichen Probanden sind zwischen den beiden Testungen der gleichen physischen Belastung ausgesetzt, die jedoch nicht mit den männlichen Testpersonen ident ist. Die inkludierten männlichen Studienteilnehmer weisen ebenso alle den gleichen physischen Belastungsumfang auf.

Folgende Blutparameter wurden in die Beobachtungsstudie miteinbezogen: Biomarker hämatologischer Funktion wie Hämoglobin, Hämatokrit, Eisen, Transferrinsättigung und Ferritin; Biomarker der Immunfunktion wie Lymphozyten,

Monozyten, Granulozyten (neutrophile, basophile, eosinophile); Biomarker des Hormonhaushaltes wie Cortisol im Serum, luteinisierendes Hormon (LH), Testosteron und thyroidea stimulierendes Hormon (TSH); Biomarker muskulären Status und Inflammation wie Creatin-Kinase (CK), Creatin-Kinase in Herzmuskelzellen (CK-MB), C-reaktives Protein (CRP) und Kreatinin sowie die Mikronährstoffe Magnesium und Vitamin B6.

2.2 Ein- und Ausschlusskriterien der Proband*innen

In der vorliegenden Studie wurden jene Studienteilnehmer*innen inkludiert, die entweder im Nachwuchs- oder im erwachsenen Fußballleistungssport aktiv als Athlet*innen tätig sind. Es handelt sich bei allen ausgewählten Proband*innen um männliche und weibliche Sportler*innen des Fußballklub Austria Wien. Da die Anwesenheit an beiden Testzeitpunkten erforderlich war, wurden jene Athlet*innen ausgeschlossen, die an einem der beiden Messzeitpunkte nicht präsent waren. Demnach mussten, um in die Studie eingeschlossen zu werden, sowohl zum ersten als auch zum zweiten Testzeitpunkt Daten des jeweiligen Fußballspielers bzw. der jeweiligen Fußballspielerin vorhanden sein. Ein weiteres, wesentliches Einschlusskriterium war die aktive und regelmäßige Teilnahme an den gesetzten Trainingseinheiten. Bei den weiblichen Athletinnen erstreckte sich diese Teilnahmezeitraum über sieben Wochen, bei den männlichen Sportlern war dieser Zeitraum über fünf Wochen definiert. Die Trainingsbeteiligung wurde vom jeweiligen Trainer des Teams schriftlich dokumentiert. Hinsichtlich des Alters kam es bei den männlichen Athleten zu keinen Einschränkungen. In der Future-League, dem Wettbewerb der weiblichen Nachwuchs-Athletinnen, war jedoch für eine Teilnahme ein Mindestalter von 14 Jahren erforderlich.

2.3 Rekrutierung

Im Zuge der bereits mehrmaligen Zusammenarbeit der Universität Wien und dem Fußballklub Austria Wien wurden für die Durchführung der Studie aktive Sportler*innen des Fußballvereins rekrutiert. Der Fußballklub Austria Wien stellte während des Erhebungszeitraums sowohl ein männliches als auch ein weibliches Fußballleistungsteam in der höchsten österreichischen Liga (1. Bundesliga), ein Männernachwuchsteam, die Young Violets, in der zweithöchsten Liga (2. Liga) und ein Frauennachwuchsteam in der Frauen Future League, die erst seit der Saison 2019/2020 ausgetragen wird. Allen vier Teams

standen dieselben Räumlichkeiten zur Verfügung. Aus diesem Grund stellte die Rekrutierung der Studienteilnehmer*innen kein zeitliches und örtliches Hindernis dar.

2.4 Trainingshäufigkeiten der Studienteilnehmer*innen

Der untersuchte Zeitraum, die Vorbereitung auf die kommende Saison, umfasste bei den männlichen Athleten der Young Violets-Fußballmannschaft fünf Wochen. In diesen fünf Wochen wurden insgesamt 45 Mannschafts-Trainingseinheiten durchgeführt. Die Anzahl der Trainingseinheiten in der Kraftkammer variierte, durchschnittlich wurden zwei Einheiten pro Woche in der Kraftkammer absolviert. Ähnlich war auch die Vorbereitungsphase der Herren-Kampfmannschaft, die ebenfalls fünf Woche dauerte. Während dieser Phase wurden 48 Trainingseinheiten absolviert. Die Kampfmannschaft führte ebenso durchschnittlich zwei Trainingseinheiten in der Kraftkammer pro Woche durch. Die Trainingseinheiten hatten sowohl bei der Young Violets-Mannschaft als auch bei der Kampfmannschaft eine Dauer von je eineinhalb Stunden. Die unten angeführte Liste zeigt nicht nur die einzelnen Trainingseinheiten mit Datum und Uhrzeit, sondern auch die Teilnehmeranzahl an jedem Training. Die Gesamtanzahl umfasst hierbei sowohl die Spieler der Young-Violets als auch die der Kampfmannschaft.

Tabelle 1: Liste der einzelnen Trainingseinheiten der Young Violets und der Kampfmannschaft

Training YV	Datum	Uhrzeit	Teilnehmer	Training KM	Datum	Uhrzeit	Teilnehmer
Sportmotorische Testungen	21.06.21	08:00-16:00	22/39	Training	21.06.21	16:00-17:30	17/22
YV-Training	22.06.21	09:00-10:30	24/35	Sportmotorische Testungen	22.06.21	09:00-17:00	32/32
YV-Training	23.06.21	16:00-17:30	20/33	Training	23.06.21	10:00-11:30	20/26
YV-Training	24.06.21	09:00-10:30	19/33	Training	23.06.21	16:00-17:30	16/21
YV-Training	24.06.21	15:00-16:30	19/33	Training	24.06.21	10:00-11:30	21/24
YV-Training	25.06.21	09:00-10:30	23/35	Training	24.06.21	16:00-17:30	24/26
YV-Training	25.06.21	15:00-16:30	22/35	Training	24.06.21	10:00-11:30	19/23
YV-Training	26.06.21	09:00-10:30	24/33	Training	25.06.21	16:00-17:30	23/32
YV-Training	26.06.21	10:00-11:00	22/39	Training	25.06.21	10:00-11:30	20/23
YV-Training	27.06.21	16:00-17:30	21/35	Training	28.06.21	16:00-17:30	19/22
YV-Training	28.06.21	10:00-11:30	21/42	Training	28.06.21	10:00-11:30	23/25
YV-Training	28.06.21	15:00-16:30	21/42	Training	29.06.21	16:00-17:30	25/25
YV-Training	29.06.21	10:00-11:30	22/42	Training	29.06.21	10:00-11:30	32/32
YV-Training	29.06.21	15:00-16:30	22/42	Training	30.06.21	16:00-17:30	21/23
YV-Training	30.06.21	10:00-11:30	22/42	Training	30.06.21	09:00-10:30	20/24
YV-Training	01.07.21	10:00-11:30	22/42	Training	01.07.21	16:00-17:30	17/17
YV-Training	03.07.21	09:30-11:00	23/42	Training	01.07.21	16:00-17:30	23/25
				Training	02.07.21	17:30	

YV-Training	05.07.21	09:30-11:00	24/42	Training	03.07.21	10:00-11:30	21/25
YV-Training	05.07.21	15:00-16:30	23/42	Training	03.07.21	16:00-17:30	21/21
YV-Training	06.07.21	09:30-11:00	22/42	Training	04.07.21	10:00-11:30	21/24
YV-Training	06.07.21	15:00-16:30	21/42	Training	05.07.21	10:00-11:30	22/25
YV-Training	07.07.21	09:30-11:00	20/42	Training	06.07.21	10:00-11:30	21/25
YV-Training	08.07.21	15:00-16:30	22/42	Training	06.07.21	16:00-17:30	21/25
YV-Training	08.07.21	15:00-16:30	22/42	Training	07.07.21	10:00-11:30	22/25
YV-Training	09.07.21	09:30-11:00	17/25	Training	08.07.21	10:00-11:30	24/25
YV-Training	10.07.21	09:30-11:00	22/42	Training	08.07.21	16:00-17:30	23/25
YV-Training	12.07.21	09:30-11:00	23/42	Training	09.07.21	09:00-10:30	22/25
YV-Training	13.07.21	10:00-10:30	23/42	Training	12.07.21	10:00-11:30	21/25
YV-Training	13.07.21	15:00-16:30	23/42	Training	12.07.21	16:00-17:30	21/25
YV-Training	14.07.21	09:30-11:00	23/42	Training	13.07.21	10:00-11:30	21/25
YV-Training	15.07.21	09:30-11:00	21/42	Training	13.07.21	16:00-17:30	21/25
YV-Training	17.07.21	09:30-11:00	22/42	Training	14.07.21	10:00-11:30	21/25
YV-Training	19.07.21	09:30-11:00	21/42	Training	14.07.21	16:00-17:30	21/25
YV-Training	19.07.21	15:00-16:30	23/42	Training	15.07.21	10:00-11:30	22/25
YV-Training	20.07.21	09:30-11:00	22/42	Training	16.07.21	16:00-17:30	18/21
YV-Training	21.07.21	09:30-11:00	23/42	Training	19.07.21	10:00-11:30	24/25
YV-Training	22.07.21	10:00-11:00	22/42	Training	20.07.21	10:00-11:30	24/26
YV-Training	23.07.21	11:00-11:30	22/42	Training	21.07.21	16:00-17:30	21/23
YV-Training	24.07.21	09:30-11:00	22/42	Training	22.07.21	10:00-11:30	21/23
YV-Training	26.07.21	09:30-11:00	21/42	Training	23.07.21	10:00-11:30	21/23
YV-Training	26.07.21	15:00-16:30	20/42	Training	24.07.21	13:00-14:30	24/26
YV-Training	27.07.21	09:30-11:00	21/42	Training	25.07.21	10:00-11:30	19/21
YV-Training	28.07.21	09:30-11:00	21/42	Training	26.07.21	09:00-10:30	18/27
YV-Training	29.07.21	10:00-11:00	19/42	Training	26.07.21	16:00-17:30	25/27
YV-Training	30.07.21	11:00-11:30	21/42	Training	27.08.21	10:00-11:30	25/27
YV-Training	31.07.21	09:30-11:00	18/42	Training	28.07.21	19:00-20:30	22/24
				Training	29.07.21	10:00-11:30	18/27
				Training	30.07.21	06:30-07:30	20/23
				Training	31.07.21	16:00-17:30	22/25

Die oben angeführte Liste ist im Falle der weiblichen Athletinnen der Kampfmannschaft sowie auch der Future League-Mannschaft nicht vorhanden. Jedoch ist bekannt, dass die weiblichen Spielerinnen drei Mannschafts-Trainingseinheiten am Fußballplatz und zusätzlich eine Trainingseinheit in der Kraftkammer pro Woche zu absolvieren hatten. Diese Trainingseinheiten hielten das Future League-Team und die Kampfmannschaft immer zusammen ab. Somit war gewährleistet, dass die Trainingsbelastung aller weiblicher

Athletinnen in der Vorbereitungsphase grundsätzlich die gleiche war.

2.5 CONSORT Flussdiagramm

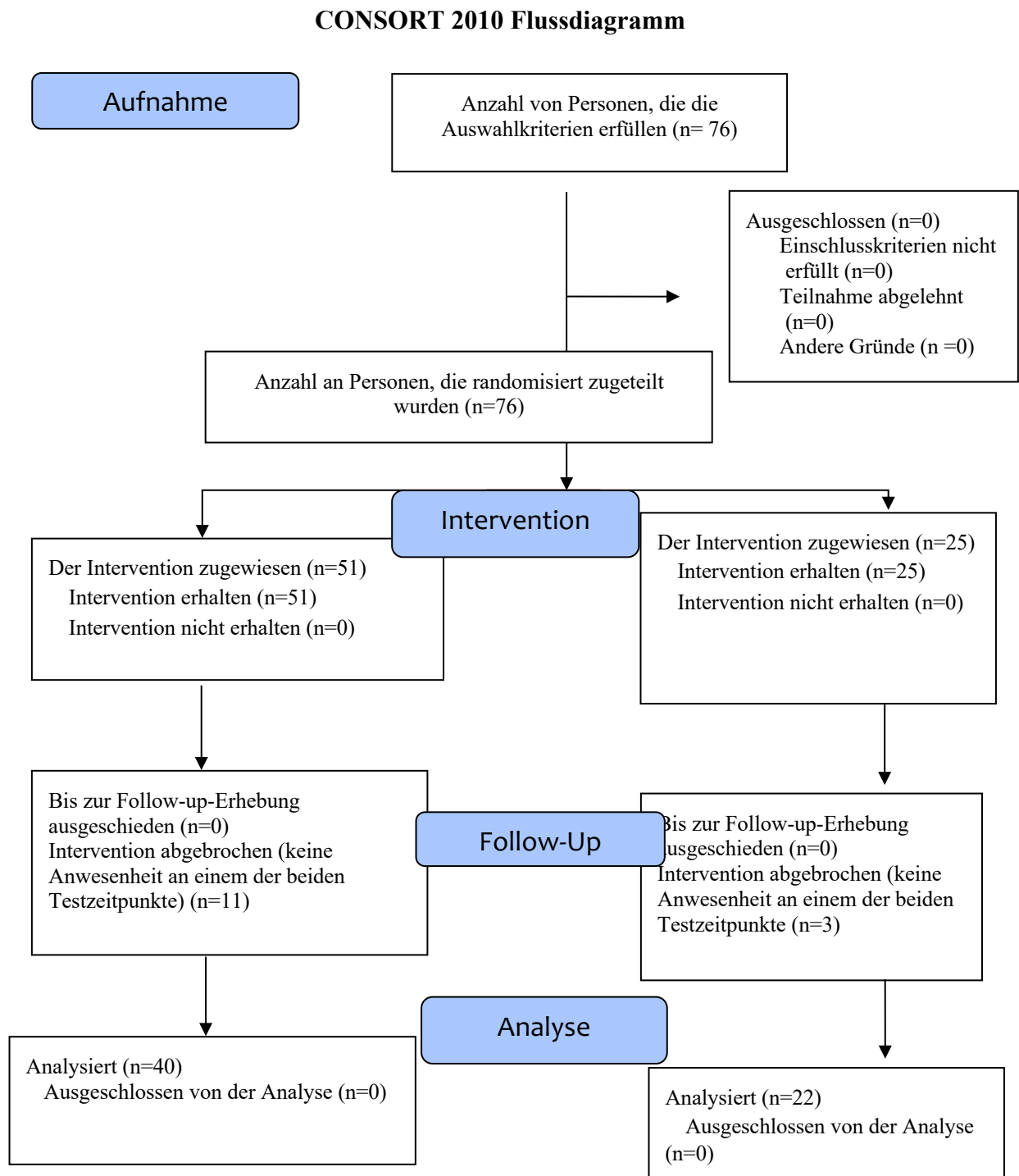


Abbildung 3: CONSORT 2010 Flussdiagramm (Schulz et al., 2010)

Das CONSORT 2010 Flussdiagramm stellt den Prozess der Auswahl der Studienteilnehmer*innen grafisch dar. Die Anzahl der für die Studienteilnahme ausgewählten Personen, die auch die Auswahlkriterien erfüllten, lag am Beginn bei 76. Die Teilnehmer*innen wurden ausgewählt, wenn sie ein Alter von 14 bis 30 Jahre aufweisen, im Leistungssport Fußball als aktive Spieler*innen beim Fußballklub Austria Wien tätig sind und regelmäßig am Training teilnehmen. Keiner der ausgewählten Personen lehnte die Teilnahme ab oder wurde aus sonstigen Gründen ausgeschlossen. Die Teilnehmer*innen wurden in geschlechterspezifische Gruppen eingeteilt, wobei 25 weibliche und 51 männliche Fußball-Leistungssportler*innen der Intervention zugewiesen wurden. Drei der 25 Studienteilnehmerinnen haben die Intervention aufgrund fehlender Anwesenheit an einem der beiden Testzeitpunkte abgebrochen. Aufgrund der Abwesenheit an einem der beiden Messzeitpunkte kam es auch bei elf männlichen Studienteilnehmern zum Abbruch der Intervention. Schlussendlich wurden in der vorliegenden Studie 22 weibliche und 40 männliche Teilnehmer*innen analysiert.

2.6 Hypothesen

Im Zuge der vorliegenden Arbeit werden mit Hilfe statistischer Methoden, auf Basis der erhobenen empirischen Daten, folgende Hypothesen geprüft:

H₀₁: „Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied in den einzelnen Blutparametern zwischen T1 und T2 bei den weiblichen Probanden.“ H₁₁: „Es besteht ein statistisch signifikanter Unterschied in den einzelnen Blutparametern zwischen T1 und T2 bei den weiblichen Probanden.“

H₀₂: „Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied in den einzelnen Blutparametern zwischen T1 und T2 bei den männlichen Probanden.“ H₁₂: „Es besteht ein statistisch signifikanter Unterschied in den einzelnen Blutparametern zwischen T1 und T2 bei den männlichen Probanden.“

H₀₃: „Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied im subjektiven Belastungsempfinden zwischen T1 und T2 bei den weiblichen Probanden.“ H₁₃: „Es besteht ein statistisch signifikanter Unterschied im subjektiven Belastungsempfinden zwischen T1 und T2 bei den weiblichen Probanden.“

H₀4: „Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied im subjektiven Belastungsempfinden zwischen T1 und T2 bei den männlichen Probanden.“ H₁4: „Es besteht ein statistisch signifikanter Unterschied im subjektiven Belastungsempfinden zwischen T1 und T2 bei den männlichen Probanden.“

2.7 Statistische Auswertung der Daten

Die statistische Auswertung der Blutparameter sowie des REST-Q-Fragebogens wurde mit Hilfe der Statistik- und Analysesoftware SPSS Statistics 27 durchgeführt. Sowohl die Werte des REST-Q-Fragebogens als auch die der Blutparameter wurden geschlechtergetrennt analysiert. In der Analyse wurden insgesamt Werte von 40 männlichen sowie 22 weiblichen Studienteilnehmer*innen berücksichtigt. Bei allen durchgeführten Analysen wurde eine Signifikanz bei einem p-Wert < 0,050 angenommen.

Vor der Analyse der Blutparameter wurden alle Variablen auf Normalverteilung geprüft. Im Zuge dessen wurde bei einer Stichprobengröße von mindestens 30 Personen der Kolmogorov-Smirnov-Test herangezogen, bei einer Stichprobengröße von weniger als 30 Probanden kam der Shapiro-Wilk-Test zum Einsatz. Eine Normalverteilung wurde angenommen, wenn die Signifikanz einen p-Wert > 0,050 aufwies. Die Normalverteilung wurde für jeden Blutparameter zu beiden Testzeitpunkten ermittelt. Jener Blutparameter galt nur dann als normalverteilt, wenn er zu beiden Testzeitpunkten eine Normalverteilung aufwies. Auf Grundlage des Ergebnisses des Normalverteilungs-Tests und der Anzahl der Gruppen, wurden geeignete statistische Tests gewählt. Bei normalverteilten Variablen kam der t-Test für abhängige Stichproben zum Einsatz, für nicht normalverteilte Parameter wurde der Wilcoxon-Test verwendet.

Im Zuge der Analyse der Deskriptivstatistik wurden die Blutparameter in folgende Cluster eingeteilt: Sauerstofftransport und hämatologische Funktion, Immunfunktion, Hormonhaushalt, muskulärer Status und Entzündung sowie Stoffwechselfunktion. Da sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Proband*innen in jedem Cluster mindestens ein Blutparameter nicht normalverteilt war, wurde für alle 19 Parameter der Median und die Spannweite zu beiden Messzeitpunkten ermittelt. Anhand der berechneten Mediane wurde der prozentuale Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkten für jeden Parameter bestimmt. Die prozentuale Änderung ergab sich aus der Differenz zwischen dem

Endwert und dem Anfangswert dividiert durch den Anfangswert. Das Ergebnis dieser Berechnung wurde dann mit 100 multipliziert, um die entsprechende Prozentzahl zu erhalten.

Im Zuge der Deskriptivstatistik des REST-Q-Fragebogens wurde für jede Frage jeder Kategorie der Median sowie Minimum und Maximum zu beiden Testzeitpunkten ermittelt. Es wurde die Differenz zwischen dem Median zum ersten Testzeitpunkt und dem Median zum zweiten Testzeitpunkt bestimmt. Aufgrund fehlender Codierung des REST-Q-Fragebogens wurde im Zuge des statistischen Tests auf Unterschied der Mann-Whitney-U-Test eingesetzt. Auch hierbei wurde bei einem $p\text{-Wert} < 0,050$ eine statistische Signifikanz angenommen.

3 Resultate

3.1 Statistische Auswertung der Blutparameter

3.1.1 Statistische Auswertung der Blutparameter männlicher Studienteilnehmer

Die nachstehenden Tabellen (Blutparameter des Sauerstofftransportes und hämatologischer Funktion (Tabelle 2), der Immunfunktion (Tabelle 3), des Hormonhaushaltes (Tabelle 4), des muskulären Status und Inflammation (Tabelle 5) und der Stoffwechselfunktion (Tabelle 6) männlicher Studienteilnehmer*innen) geben für jeden Blutparameter, eingeteilt in Cluster, einen Überblick über das Ergebnis des statistischen Tests auf Unterschied und zeigen Median und Spannweite zu beiden Testzeitpunkten sowie die prozentuale Änderung der Mediane zwischen den Messzeitpunkten.

Der hämatologische Parameter Hämoglobin erreichte zum ersten Testzeitpunkt einen Median und eine Spannweite von 15,4 (Max: 16,8; Min: 13,7) g/dl und zum zweiten Testzeitpunkt betrugen diese 15,25 (Max: 16,6; Min: 13,5) g/dl, was zu einer prozentualen Änderung von -0,97 % führte. Mit Hilfe des statistischen Wilcoxon-Tests wurde kein signifikanter Unterschied im Blutparameter Hämoglobin zwischen den beiden Messzeitpunkten festgestellt ($Z = -1,380$; $p = 0,168$). Ebenso zeigte sich beim Blutparameter Hämatokrit, mit einem Median und einer Spannweite von 44 (Max: 48; Min: 39) % zum ersten und 45 (Max: 49; Min: 39) % zum zweiten Testzeitpunkt und einer daraus resultierenden prozentualen Änderung von 2,27 %, kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Testzeitpunkten ($Z = 1,594$; $p = 0,111$). Ferritin, ein Parameter des Eisenstoffwechsels, zeigte im Test auf Unterscheid beider Messzeitpunkte keine statistische Signifikanz ($Z = -0,894$; $p = 0,371$). Mit einem Median und einer Spannweite von 90,50 (Max: 365; Min: 27) ng/ml zum ersten Testzeitpunkt und 76,00 (Max: 333; Min: 19) ng/ml nach der Intervention, wurde eine Differenz von -16,02 % errechnet. Bei einem weiteren Parameter des Eisenstoffwechsels, Transferrinsättigung, wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkten festgestellt ($Z = -2,136$; $p = 0,033$). Median und Standardabweichung betrugen dabei vor der Intervention 31,00 (Max: 71; Min: 11) % und nach der Intervention 25,00 (Max: 83; Min: 7) %, was eine prozentuale Änderung von -19,35 % ausmachte. Ein weiterer Parameter hämatologischer Funktion, Eisen, zeigte ebenfalls einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Messzeitpunkten ($t_{39} = 2,665$; $p = 0,011$). Da Median und Spannweite zum ersten Testzeitpunkt die Werte 113,50

(Max: 237; Min: 35) µg/dl und zum zweiten Testzeitpunkt die Werte 96,50 (Max: 230; Min: 31) µg/dl annahmen, betrug die berechnete prozentuale Änderung -14,98 %.

Hinsichtlich des ersten Parameters der Immunfunktion, den Lymphozyten, zeigte sich zum ersten Testzeitpunkt ein Median und eine Spannweite von 1,70 (Max: 3,0; Min: 1,2) G/l. Zum zweiten Messzeitpunkt betrugen diese 1,70 (Max: 2,7; Min: 0,8) G/l, was eine prozentuale Änderung von 0 % ergab. Hinsichtlich dieses Blutparameters besteht kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten ($Z = -0,924$, $p = 0,356$). Als weiterer Blutparameter der Immunfunktion wurden die Monozyten untersucht. Dieser Blutparameter brachte einen Median und eine Spannweite von 0,50 (Max: 0,7; Min: 0,2) G/l zum ersten Messzeitpunkt und von 0,50 (Max: 0,9; Min: 0,2) G/l zum zweiten Testzeitpunkt hervor, was ebenso zu einer Differenz von 0 % führte. Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkten im Blutparameter Monozyten ($Z = 1,117$; $p = 0,264$). Bezüglich des Parameters neutrophile Granulozyten kam es vor der Intervention zu einem Median und einer Spannweite von 2,75 (Max: 4,8; Min: 1,0) G/l und zum zweiten Testzeitpunkt zeigte sich ein Median und eine Spannweite von 2,95 (Max: 7,3; Min: 0,5) G/l, was eine prozentuale Änderung von 7,27 % hervorbrachte. Auch hier wies der statistische Test keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkten auf ($t_{39} = -0,99$; $p = 0,325$). Median und Spannweite des Blutparameters eosinophile Granulozyten betrugen zum ersten Testzeitpunkt 0,13 (Max: 0,5; Min: 0,0) G/l und zum zweiten Testzeitpunkt 0,13 (Max: 0,5; Min: 0,0) G/l. Daher zeigte sich eine prozentuale Änderung von 0 %. Mit Hilfe des statistischen Wilcoxon-Tests wurde kein signifikanter Unterschied im Blutparameter eosinophile Granulozyten zwischen den Messzeitpunkten ermittelt ($Z = -0,556$; $p = 0,578$). Der Blutparameter basophile Granulozyten erreichte zum ersten Zeitpunkt einen Median und eine Spannweite von 0,00 (Max: 0,1; Min: 0,0) G/l und zum zweiten Testzeitpunkt einen Median und eine Spannweite von 0,10 (Max: 0,1; Min: 0,0) G/l. Aufgrund des Medians zum ersten Testzeitpunkt von 0,00 G/l konnte keine prozentuale Änderung berechnet werden. Es wurde hinsichtlich dieses Blutparameters ebenso kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten ermittelt ($Z = 1,155$; $p = 0,248$).

Der erste Blutparameter des Hormonhaushaltes Thyroidea-stimulierendes Hormon (TSH) zeigte im statistischen Test auf Unterschied keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten ($Z = 0,077$; $p = 0,939$). Zum ersten Messzeitpunkt zeigten sich ein

Median und eine Spannweite von 1,85 (Max: 5,8; Min: 0,8) $\mu\text{U/ml}$, zum zweiten Testzeitpunkt betrugen diese 1,81 (Max: 3,75; Min: 0,75) $\mu\text{U/ml}$. Dies führte zu einer prozentualen Änderung von -2,16 %. Hinsichtlich des Hormons Cortisol im Serum wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten entdeckt ($t_{39} = 2,315$; $p = 0,026$). Zum ersten Testzeitpunkt zeigten sich ein Median und eine Spannweite von 13,65 (Max: 25,9; Min: 5,5) $\mu\text{g/dl}$, zum zweiten Testzeitpunkt stiegen diese auf 16,2 (Max: 26,5; Min: 1,8) $\mu\text{g/dl}$. Daher ergab sich eine berechnete prozentuale Änderung von 18,68 %. Ein weiteres Hormon, das Testosteron, zeigte keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten ($t_{39} = -0,531$; $p = 0,599$). Median und Spannweiten wiesen vor der Intervention die Wert 5,64 (Max: 10,0; Min: 2,5) ng/ml und nach der Intervention die Werte 5,42 (Max: 9,6; Min: 2,2) ng/ml auf, was eine prozentuale Änderung von -3,9 % ergab.

Der Entzündungsparameter C-reaktives Protein, ein Parameter des muskulären Status und Inflammation, wies vor der Intervention einen Median und eine Spannweite von 0,50 (Max: 2,0; Min: 0,3) mg/l auf, nach der Intervention betrugen diese 0,60 (Max: 7,6; Min: 0,3) mg/l , was zu einer prozentualen Änderung von 20 % führte. Der statistische Test auf Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten zeigte eine statistische Signifikanz ($Z = 2,747$; $p = 0,006$). Der Blutparameter Creatin-Kinase (CK) wurde lediglich zum ersten Testzeitpunkt mit einem Median und einer Spannweite von 234,0 (Max: 2227; Min: 116) U/l erhoben. Der Blutparameter Creatin-Kinase in Herzmuskelzellen (CK-MB) konnte hingegen vollständig analysiert werden. Bezüglich diesem zeigten sich zum ersten Testzeitpunkt ein Median und eine Spannweite von 18,0 (Max: 314; Min: 13) U/l . Zum zweiten Messzeitpunkt betrugen diese 17,0 (Max: 55; Min: 12) U/l , was eine prozentuale Änderung von -5,56 % hervorbrachte. Bezüglich des Parameters CK-MB konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkte festgestellt werden ($Z = 2,079$; $p = 0,038$). Ein weiterer Blutparameter des muskulären Status, Kreatinin, wies zum ersten Messzeitpunkt einen Median und eine Spannweite von 1,10 (Max: 1,4; Min: 0,8) mg/dl auf, zum zweiten Testzeitpunkt betrugen diese 1,00 (Max: 1,2 Min: 0,7) mg/dl . Somit ergab sich eine berechnete prozentuale Änderung von -9,09 %. Es besteht hinsichtlich des Blutparameters Kreatinin kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkten ($Z = -1,535$; $p = 0,125$).

Betrachtet man den Blutparameter Magnesium des Clusters Mikronährstoffe, so ergab sich sowohl zum ersten als auch zum zweiten Testzeitpunkt ein Median und eine Spannweite von 0,90 (Max: 1,0; Min: 0,8) mmol/l. Der statistische Test konnte keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten feststellen ($Z = 0,449$; $p = 0,653$). Der letzte untersuchte Blutparameter, Vitamin B6, wies mittels des statistischen Testes keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkten auf ($Z = -1,183$; $p = 0,237$). Mit einem Median und einer Spannweite von 32,75 (Max: 97,8; Min: 13,4) µg/dl zum ersten und 30,75 (Max: 152,2; Min: 10,4) µg/dl zum zweiten Testzeitpunkt, ergab sich eine prozentuale Änderung von -6,12 %.

Tabelle 2: Blutparameter des Sauerstofftransportes und hämatologischer Funktion männlicher Studienteilnehmer

Blutparameter	Beginn Vorsaison	Nach Vorsaison	%- Veränderung	Ergebnis
Hämoglobin (g/dl)	15,4 ± 3,10	15,25 ± 3,10	-0,97	$Z = -1,380$; $p = 0,168$
Hämatokrit (%)	44 ± 9	45 ± 10	2,22	$Z = 1,594$; $p = 0,111$
Ferritin (ng/ml)	90,50 ± 338	76,00 ± 314	-16,02	$Z = -0,894$; $p = 0,371$
Transferrinsättigung (%)	31,00 ± 60	25,00 ± 76	-19,35	$Z = -2,136$; $p = 0,033$
Eisen (µg/dl)	113,50 ± 202	96,50 ± 199	-14,98	$t_{39} = 2,665$; $p = 0,011$

Tabelle 3: Blutparameter der Immunfunktion männlicher Studienteilnehmer

Blutparameter	Beginn Vorsaison	Nach Vorsaison	%- Veränderung	Ergebnis
Monozyten (G/l)	0,50 ± 0,5	0,50 ± 0,70	0	$Z = 1,117$; $p = 0,264$
Lymphozyten (G/l)	1,70 ± 1,8	1,70 ± 1,90	0	$Z = -0,924$; $p = 0,356$
Neutrophile Granulozyten (G/l)	2,75 ± 3,8	2,95 ± 6,80	7,27	$t_{39} = -0,996$; $p = 0,325$
Eosinophile Granulozyten (G/l)	0,13 ± 0,51	0,13 ± 0,48	0	$Z = -0,556$; $p = 0,578$
Basophile Granulozyten (G/l)	0,00 ± 0,1	0,10 ± 0,10	0	$Z = 1,155$; $p = 0,248$

Tabelle 4: Blutparameter des Hormonhaushaltes männlicher Studienteilnehmer

Blutparameter	Beginn Vorsaison	Nach Vorsaison	%- Veränderung	Ergebnis
TSH ($\mu\text{U/ml}$)	1.85 ± 5.03	1.81 ± 3.0	-2,16	$Z = 0,077$; $p = 0,939$
Cortisol ($\mu\text{g/dl}$)	13.65 ± 20.4	16.2 ± 24.7	18,68	$t_{39} = 2,315$; $p = 0,026$
Testosteron (ng/ml)	5.64 ± 7.51	5.42 ± 7.4	-3,9	$t_{39} = -0,531$; $p = 0,599$

TSH = Thyroidea stimulierendes Hormon

Tabelle 5: Blutparameter des muskulären Status und Inflammation männlicher Studienteilnehmer

Blutparameter	Beginn Vorsaison	Nach Vorsaison	%- Veränderung	Ergebnis
CRP (mg/l)	$0,50 \pm 1,7$	$0,60 \pm 7,3$	20	$Z = 2,742$; $p = 0,006$
CK-MB (U/l)	$18,0 \pm 301$	$17,0 \pm 43$	-5,56	$Z = 2,079$; $p = 0,038$
Kreatinin (mg/dl)	$1,10 \pm 0,6$	$1,00 \pm 0,5$	-9,09	$Z = -1,535$; $p = 0,125$

CRP = C-reaktives Protein

CK = Creatin-Kinase

CK-MB = Creatin-Kinase (Myokardtyp)

Tabelle 6: Blutparameter der Mikronährstoffe männlicher Studienteilnehmer

Blutparameter	Beginn Vorsaison	Nach Vorsaison	%- Veränderung	Ergebnis
Magnesium (mmol/l)	$0,90 \pm 0,2$	$0,90 \pm 0,2$	0	$Z = 0,449$; $p = 0,653$
Vitamin B6 ($\mu\text{g/dl}$)	$32,75 \pm 84,4$	$30,75 \pm 141,8$	-6,12	$Z = -1,183$; $p = 0,237$

Die unten angeführte Abbildung stellt die prozentuale Änderung einzelner Blutparameter männlicher Studienteilnehmer zwischen den beiden Messzeitpunkten grafisch dar.

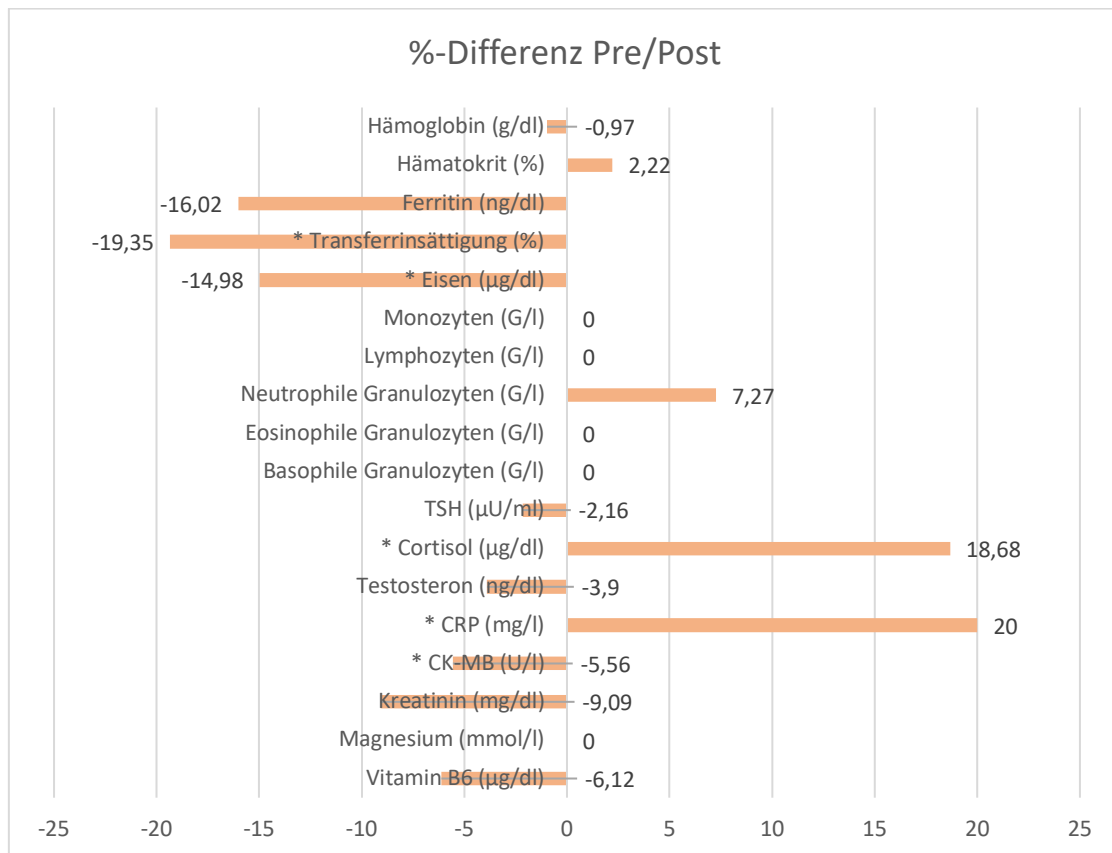


Abbildung 4: prozentuale Änderung der Blutparameter männlichen Probanden Pre/Post („*“ = statistisch signifikant)

Im Cluster Sauerstofftransport und hämatologische Funktion zeigten drei Blutparameter eine prozentuale Änderung über 10 %. Die höchste prozentuale Änderung in diesem Cluster erreichte der Blutbiomarker Transferrinsättigung mit einem Wert von -19,35 %, gefolgt von Ferritin mit einer Änderung von -16,02 % und Eisen mit einer Änderung von -14,98 % zwischen den beiden Messzeitpunkten. Hinsichtlich der Parameter Hämatokrit und Hämoglobin kam es zu einer geringeren prozentualen Änderung. Der Biomarker Hämatokrit erreichte eine Änderung von 2,27 %, der Parameter Hämoglobin lediglich 0,97 %. Im Cluster Immunfunktion kam es lediglich bei einem Blutparameter zu einer prozentualen Änderung. Bei den neutrophilen Granulozyten kam es zu einer Änderung von 7,27 % zwischen den beiden Messzeitpunkten, während die eosinophilen und basophilen Granulozyten sowie Monozyten und Lymphozyten eine prozentuale Änderung von 0 % aufweisen. Die größte prozentuale Änderung im Cluster Hormonhaushalt erreichte das Hormon Cortisol mit einem Wert von 18,68 %. Das Hormon TSH zeigte eine negative Änderung von -2,16 %, auch der Biomarker Testosteron wies eine negative Änderung mit dem Wert -3,9 % auf. Im Cluster muskulärer Status und Inflammation erreichte der

Parameter CRP mit einem Wert von 20 % die höchste prozentuale Änderung. Die Blutparameter CK-MB, mit einem Wert von -5,56 %, und Kreatinin, mit einem Wert von -9,09%, wiesen beide eine negative Änderung auf. Im Cluster Mikronährstoffe zeigte lediglich der Biomarker Vitamin B6 eine prozentuale Änderung mit dem Wert -6,12 %.

3.1.2 Statistische Auswertung der Blutparameter weiblicher Studienteilnehmerinnen

Die folgenden Tabellen (Blutparameter des Sauerstofftransportes und hämatologischer Funktion (Tabelle 7), der Immunfunktion (Tabelle 8), des Hormonhaushaltes (Tabelle 9), des muskulären Status und Inflammation (Tabelle 10) und der Stoffwechselfunktion (Tabelle 11) weiblicher Studienteilnehmer*innen) demonstrieren für jeden Blutparameter, eingeteilt in bestimmte Cluster, das Ergebnis des statistischen Tests auf Unterschied, Median und Spannweite zu beiden Testzeitpunkten sowie die prozentuale Änderung der Mediane zwischen beiden Testzeitpunkten.

Hinsichtlich des Blutparameters Hämoglobin wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Testzeitpunkten Pre und Post gefunden ($t_{21} = 0,240$; $p = 0,813$). Median und Spannweite betrugen 13,90 (Max: 15,7; Min: 11,7) g/dl vor der Intervention und 13,75 (Max: 15,4; Min: 10,7) g/dl nach der Intervention, was zu einer prozentualen Änderung von -1,08 % führte. Bei einem weiteren hämatologischen Blutparameter, dem Hämatokrit, konnte hingegen ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten ermittelt werden ($t_{21} = -2,688$; $p = 0,014$). Zum ersten Testzeitpunkt zeigten sich ein Median und eine Spannweite von 40 (Max: 45; Min: 36) %, zum zweiten Testzeitpunkt betrugen diese 41 (Max: 46; Min: 34) %. Die prozentuale Änderung betrug somit 2,5 %. Es besteht auch im Blutparameter Ferritin kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Messzeitpunkten ($Z = -0,104$; $p = 0,917$). Median und Spannweite nahmen vor der Intervention die Werte 36,50 (Max: 125; Min: 10) ng/dl an, nach der Intervention betrugen diese 47,50 (Max: 114; Min: 10) ng/dl. Die prozentuale Änderung lag daher bei 30,17 %. Ebenso konnte hinsichtlich des Blutparameters Transferrinsättigung kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Messzeitpunkten festgestellt werden ($t_{20} = 0,831$; $p = 0,416$). Vor der Intervention betrugen Median und Spannweite 20 (Max: 38; Min: 6) % und nach der Intervention 19 (Max: 34; Min: 4) %. Die prozentuale Änderung beider Testzeitpunkte ergab -5 %. Eisen, nach Ferritin und Transferrinsättigung ein weiterer Blutparameter des Eisenstoffwechsels, zeigte mittels des statistischen Testes keinen

signifikanten Unterschied zwischen den Testzeitpunkten ($t_{20} = 0,538$; $p = 0,597$). Median und Spannweite nahmen zum ersten Testzeitpunkt die Werte 80,00 (Max: 146; Min: 31) $\mu\text{g/dl}$ und zum zweiten Testzeitpunkt die Werte 89,50 (Max: 149; Min: 22) $\mu\text{g/dl}$ an, was eine prozentuelle Änderung von 11,88 % ausmachte.

Bezüglich des Blutparameters Lymphozyten, ein Parameter der Immunfunktion, konnte kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Testzeitpunkten erkannt werden ($t_{21} = 0,036$; $p = 0,972$). Vor der Intervention betrugen Median und Spannweite 2,15 (Max: 3,5; Min: 1,3) G/l und nach der Intervention 2,10 (Max: 3,4; Min: 1,1) G/l, was eine prozentuale Änderung von -2,33 % ausmachte. Auch der Blutparameter Monozyten zeigte im Test auf Unterschied keine statistische Signifikanz ($Z = -1,432$; $p = 0,152$). Da Median und Spannweite zum ersten Testzeitpunkt die Werte 0,60 (Max: 1,0; Min: 0,3) G/l und zum zweiten Testzeitpunkt die Werte 0,60 (Max: 1,0; Min: 0,4) G/l annahmen, kam es zu einer prozentuellen Änderung von 0 %. Hinsichtlich eines weiteren Parameters der Immunfunktion, den neutrophilen Granulozyten, wurde ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten ermittelt ($Z = -2,695$; $p = 0,007$). Dabei zeigten sich ein Median und eine Spannweite von 4,60 (Max: 8,9; Min: 3,3) G/l vor der Intervention, nach der Intervention betrugen diese 3,95 (Max: 5,9; Min: 1,6) G/l. Die prozentuale Änderung ergab -14,13 %. Die eosinophilen Granulozyten zeigten keine statistische Signifikanz im Test auf Unterschied zwischen den Testzeitpunkten ($Z = 1,221$; $p = 0,222$). Median und Spannweite nahmen zum ersten Testzeitpunkt die Werte 0,07 (Max: 0,6; Min: 0,0) G/l und zum zweiten Testzeitpunkt die Werte 0,09 (Max: 1,2; Min: 0,0) G/l an, was zu einer berechneten Änderung von 28,57 % führte. Es besteht ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Messzeitpunkten im Blutparameter basophile Granulozyten ($Z = 2,236$; $p = 0,025$). Vor der Intervention nahmen Median und Spannweite die Werte 0,00 (Max: 0,1; Min: 0,0) G/l an, nach der Intervention betrugen diese 0,10 (Max: 0,1; Min: 0,0) G/l. Aufgrund des Anfangswertes von 0,00 G/l konnte keine prozentuale Änderung berechnet werden.

Bezüglich des ersten Parameters des Hormonhaushaltes, dem thyreoidea-stimulierenden Hormon (TSH) konnte mittels des statistischen Testes auf Unterschied beider Messzeitpunkte keine Signifikanz nachgewiesen werden ($Z = -1,899$; $p = 0,057$). Median und Spannweite nahmen zum ersten Testzeitpunkt die Werte 2,0 (Max: 5,2; Min: 0,5) $\mu\text{U/ml}$ und zum zweiten Testzeitpunkt die Werte 1,54 (Max: 3,4; Min: 0,6) $\mu\text{U/ml}$ an. Die

berechnete Änderung ergab daher -23 %. Das Hormon Cortisol wies im statistischen Test auf Unterschied zwischen den Testzeitpunkten eine statistische Signifikanz auf ($t_{21} = 2,450$; $p = 0,023$). Median und Spannweite zeigten zum ersten Testzeitpunkt die Werte 11,60 (Max: 31,5; Min: 3,6) $\mu\text{g/dl}$ und zum zweiten Testzeitpunkt die Werte 9,25 (Max: 19,6; Min: 2,7) $\mu\text{g/dl}$, was eine prozentuale Änderung von -20,26 % ausmachte. Hinsichtlich des luteinisierenden Hormons (LH) wurde im statistischen Test auf Unterschied der Testzeitpunkte keine Signifikanz erkannt ($Z = 0,187$; $p = 0,852$). Vor der Intervention wurde ein Median und eine Standardabweichung von 3,7 (Max: 19,2; Min: 0,7) mU/ml ermittelt, nach der Intervention betrugen diese 5,0 (Max: 19,1; Min: 0,3) mU/ml. Die prozentuale Änderung ergab daher 35,14 %.

Der Entzündungsparameter C-reaktives Protein (CRP) wies zum ersten Testzeitpunkt einen Median und eine Spannweite von 0,60 (Max: 2,8; Min: 0,3) mg/l auf, zum zweiten Testzeitpunkt betrugen diese 0,75 (Max: 7,6; Min: 0,3) mg/l, was zu einer Änderung von 25 % führte. Der statistische Test auf Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten zeigte keine Signifikanz ($Z = 0,943$; $p = 0,346$). Hinsichtlich eines weiteren Blutparameters von Entzündungsreaktionen, der Creatin-Kinase (CK), konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkten ermittelt werden ($Z = 3,041$; $p = 0,002$). Zum ersten Testzeitpunkt waren Median und Spannweite 114 (Max: 335; Min: 61) U/l, zum zweiten Messzeitpunkt nahmen sie die Werte 155 (Max: 1610; Min: 66) U/l an. Die errechnete prozentuale Änderung ergab dabei 35,96 %. Bezüglich des Blutparameters Creatin-Kinase in Herzmuskelzellen (CK-MB) wurde ebenso einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Messzeitpunkten bewiesen ($Z = 2,487$; $p = 0,013$). Es zeigten sich vor der Intervention ein Median und eine Spannweite von 14,5 (Max: 20; Min: 11) U/l und nach der Intervention betrugen diese 17 (Max: 31; Min: 12) U/l, was eine Änderung von 17,24 % ergab. Bezüglich des Parameters Kreatinin, ein Parameter des muskulären Status, konnte ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Testzeitpunkten ermittelt werden ($Z = -3,350$; $p = 0,001$). Da Median und Spannweite vor der Intervention 0,90 (Max: 1,2; Min: 0,7) mg/dl und nach der Intervention 0,80 (Max: 1,0; Min: 0,7) mg/dl betrugen, zeigte sich eine prozentuale Änderung von -0,1 %.

Hinsichtlich eines Blutparameters der Mikronährstoffe, dem Magnesium, wurde kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten erkannt ($Z = 0,258$; $p = 0,796$). Da Median und Spannweite vor der Intervention 0,90 (Max: 0,9; Min:

0,7) mmol/l und nach der Intervention 0,85 (Max: 1,0; Min: 0,8) mmol/l betrugen, wurde eine Änderung von -5,6 % errechnet. Im statistischen Test auf Unterschied beider Messzeitpunkte wies auch der Blutparameter Vitamin B6 keine Signifikanz auf ($Z = -0,799$; $p = 0,424$). Vor der Intervention betrugen Median und Spannweite die Werte 24,7 (Max: 125,4; Min: 13,4) $\mu\text{g/dl}$, nach der Intervention betrugen diese 24,1 (Max: 153,9; Min: 12,7) $\mu\text{g/dl}$, was eine prozentuale Änderung von -2,4 % ergab.

Tabelle 7: Blutparameter des Sauerstofftransportes und hämatologischer Funktion weiblicher Studienteilnehmerinnen

Blutparameter	Beginn Vorsaison	Nach Vorsaison	%- Veränderung	Ergebnis
Hämoglobin (g/dl)	13,90 $\pm$ 4	13,75 $\pm$ 4,70	-1,08	$t_{21} = -0,240$; $p = 0,813$
Hämatokrit (%)	40 $\pm$ 9	41 $\pm$ 12	2,4	$t_{21} = -2,688$; $p = 0,014$
Ferritin (ng/ml)	36,50 $\pm$ 115	47,50 $\pm$ 104	30,17	$Z = -0,104$; $p = 0,917$
Transferrinsättigung (%)	20,00 $\pm$ 32	19,00 $\pm$ 30	-5	$t_{21} = 0,831$; $p = 0,416$
Eisen ($\mu\text{g/dl}$)	80,00 $\pm$ 115	89,50 $\pm$ 127	11,88	$t_{21} = 0,538$; $p = 0,597$

Tabelle 8: Blutparameter der Immunfunktion weiblicher Studienteilnehmerinnen

Blutparameter	Beginn Vorsaison	Nach Vorsaison	%- Veränderung	Ergebnis
Monozyten (G/l)	0,60 $\pm$ 0,7	0,60 $\pm$ 0,60	0	$Z = -1,432$; $p = 0,152$
Lymphozyten (G/l)	2,15 $\pm$ 2,2	2,10 $\pm$ 2,30	-2,33	$t_{21} = 0,036$; $p = 0,972$
Neutrophile Granulozyten (G/l)	4,60 $\pm$ 5,6	3,95 $\pm$ 4,30	-14,13	$Z = -2,695$; $p = 0,007$
Eosinophile Granulozyten (G/l)	0,07 $\pm$ 0,56	0,09 $\pm$ 1,14	28,57	$Z = 1,221$; $p = 0,222$
Basophile Granulozyten (G/l)	0,00 $\pm$ 0,1	0,10 $\pm$ 0,10	0	$Z = 2,236$; $p = 0,025$

Tabelle 9: Blutparameter des Hormonhaushaltes weiblicher Studienteilnehmerinnen

Blutparameter	Beginn Vorsaison	Nach Vorsaison	%- Veränderung	Ergebnis
TSH (µU/ml)	2,0 ± 4,73	1,54 ± 2,72	-23	Z = -1,899; p = 0,057
Cortisol (µg/dl)	11,60 ± 27,9	9,25 ± 16,9	-20,26	t ₂₁ = 2,450; p = 0,023
LH (mU/ml)	3,7 ± 18,5	5,0 ± 18,8	35,14	Z = 0,187; p = 0,852

TSH = Thyroidea stimulierendes Hormon

LH = Luteinisierendes Hormon

Tabelle 10: Blutparameter des muskulären Status und Inflammation weiblicher Studienteilnehmerinnen

Blutparameter	Beginn Vorsaison	Nach Vorsaison	%- Veränderung	Ergebnis
CRP (mg/l)	0,60 ± 2,5	0,75 ± 7,3	25	Z = 0,943; p = 0,346
CK (U/l)	114 ± 274	155 ± 1544	35,96	Z = 3,041; p = 0,002
CK-MB (U/l)	14,5 ± 9	17 ± 19	17,24	Z = 2,487; p = 0,013
Kreatinin (mg/dl)	0,90 ± 0,5	0,80 ± 0,3	-0,1	Z = -3,350; p = 0,001

CRP = C-reaktives Protein

CK = Creatin-Kinase

CK-MB = Creatin-Kinase (Myokardtyp)

Tabelle 11: Blutparameter der Mikronährstoffe weiblicher Studienteilnehmerinnen

Blutparameter	Beginn Vorsaison	Nach Vorsaison	%- Veränderung	Ergebnis
Magnesium (mmol/l)	0,90 ± 0,2	0,85 ± 0,2	-5,6	Z = 0,258; p = 0,796
Vitamin B6 (µg/dl)	24,7 ± 112	24,1 ± 141,2	-2,4	Z = -0,799; p = 0,424

Die unten angeführte Abbildung stellt die prozentuale Änderung einzelner Blutparameter weiblicher Studienteilnehmerinnen zwischen den beiden Messzeitpunkten grafisch dar.

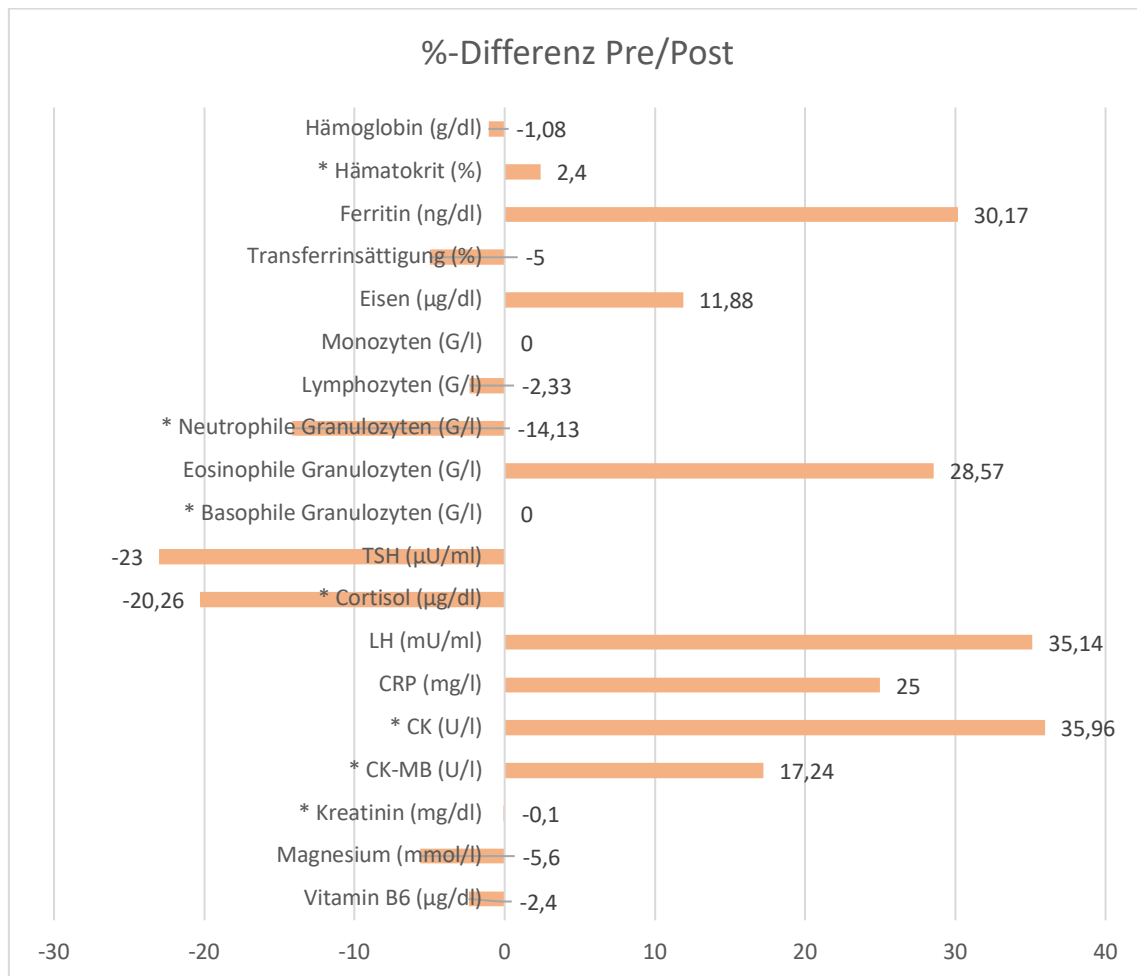


Abbildung 5: prozentuale Änderung der Blutparameter weiblicher Probanden Pre/Post („*“ = statistisch signifikant)

Im Cluster Sauerstofftransport und hämatologische Funktion erreichte der Parameter Ferritin mit einem Wert von 30,17 % die höchste prozentuale Änderung, gefolgt von Eisen mit einem Wert von 11,88 %. Der Parameter Transferrinsättigung zeigte eine negative Änderung von -5 %, Hämatokrit wies eine Änderung von 2,5 % auf und Hämoglobin erreichte eine negative Änderung von -1,08 %. Hinsichtlich der Blutparameter Monozyten und basophile Granulozyten des Clusters Immunfunktion kam es zu einer prozentualen Änderung von 0 %. Die höchste prozentuale Änderung im Cluster Immunfunktion zeigte der Parameter eosinophile Granulozyten mit einem Wert von 28,57 %. Die neutrophilen Granulozyten wiesen eine Änderung von -14,13 % auf, der Parameter Lymphozyten erreichte eine Änderung von -2,33 %. Im Cluster Hormonhaushalt zeigte das Hormon LH mit einem Wert von 35,14 % die größte prozentuale Änderung, gefolgt von den Hormonen TSH mit einer Änderung von -23 % und Cortisol mit einer Änderung von -20,26 %. Der Parameter CK des Clusters muskulärer Status und Inflammation wies mit 35,96 % die größte prozentuale

Änderung aller inkludierter Blutparameter auf. Der Parameter CRP erreichte eine Änderung von 25 % und CK-MB zeigte eine Änderung von 17,24 % zwischen den beiden Messzeitpunkten. Hinsichtlich des Parameters Kreatinin kam es zu einer geringen Änderung von -0,1 %. Mit einem Wert von -5,6 % des Parameters Magnesium und -2,4 % des Parameters Vitamin B6, zeigten beide Biomarker des Clusters Mikronährstoffe eine negative Änderung.

3.2 Statistische Auswertung des REST-Q-Fragebogens

Die Fragebogenauswertung wurde mithilfe des „Scoring Key of RESTQ-76 Sport“ vorgenommen (Kellmann & Kallus, 2001). Im Zuge der Fragebogenauswertung wurden die einzelnen Fragen unterschiedlichen Kategorien zugeteilt. Folgende Kategorien wurden für die Auswertung ausgewählt: *genereller Stress, emotionaler Stress, sozialer Stress, Konflikte/Druck, Ermüdung, Energiemangel, körperliche Beschwerden, Erfolg, soziale Erholung, Physische Erholung, generelles Wohlbefinden, Schlafqualität, unzureichende Regenerationsphasen, emotionale Erschöpfung, Verletzungen, Fitnesslevel, Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit, Selbstwirksamkeit und Selbstregulation.*

Bezüglich der Fragen der Kategorie *Genereller Stress* zeigten sich folgende Ergebnisse: Der Median der Frage 22, „In den letzten (3) Tagen/Nächten fühlte ich mich niedergeschlagen“, nahm sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Studienteilnehmer*innen vor sowie auch nach der Intervention den Wert 1 an. Betrachtet man nun Frage 24, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich betrübt“, so war der Median bei den männlichen Probanden sowohl 1 vor der Intervention als auch nach der Intervention. Bei den Frauen ergab sich bei der Frage 24 ebenso ein Median von 1 vor und nach der Intervention. Der Median der Frage 30, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich die „Nase“ voll“, zeigte wiederum sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Testpersonen vor und auch nach der Intervention einen Wert von 1. Bei den männlichen Probanden ergab der Median der Frage 45, „In den letzten (3) Tagen/Nächten wurde mir alles zuviel“, sowohl vor der Intervention als auch danach einen Wert von 0. Bei den weiblichen Teilnehmerinnen zeigte sich bezüglich der Frage 45 ein Median von 1 vor der Intervention sowie auch nach der Intervention.

In der Kategorie *Emotionaler Stress* gab es folgende Resultate: Bei den männlichen Probanden lag der Median der Frage 5, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich gereizt“, bei 1 vor der Intervention und bei 2 nach der Intervention. Bei den weiblichen Testpersonen hingegen zeigte sich ein Median von 2 vor sowie auch nach der Intervention. Der Median der Frage 8, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich missgestimmt“, hatte sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen vor und nach der Intervention den Wert 1. Der Median der Frage 28, „In den letzten (3) Tagen/Nächten litt ich unter Ängsten oder Hemmungen“, betrug bei den männlichen Studienteilnehmern sowohl vor der Intervention als auch nach der Intervention 0. Bei den weiblichen Probandinnen zeigte sich vor der Intervention ein Median von 1, zum zweiten Testzeitpunkt lag dieser ebenso auf 1. Der Median der Frage 37, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mich geärgert“, nahm bei den männlichen Studienteilnehmern vor der Intervention den Wert 1 an, nach der Intervention betrug er 2. Bei den weiblichen Athletinnen zeigten sich ein Median von 2 sowohl zum ersten als auch zum zweiten Testzeitpunkt.

Bei den Fragen in der Kategorie *sozialer Stress* kam es zu folgenden Resultaten: Der Median der Frage 21, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mich über andere geärgert“ war bei den männlichen Studienteilnehmern vor der Intervention 2 und nach der Intervention 1, hingegen lag dieser bei den Frauen sowohl zum ersten als auch zum zweiten Messzeitpunkt auf 2. Die Frage 26, „In den letzten (3) Tagen/Nächten sind mir andere „auf die Nerven“ gegangen“ brachte bei den männlichen Teilnehmern einen Median von 1,5 vor der Intervention und 1 nach der Intervention hervor, während der Median der weiblichen Probandinnen vor sowie auch nach der Intervention auf 2 lag. Hinsichtlich der Frage 39, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich aufgebracht“, kam es bei den männlichen Probanden zu einem Median von 1 sowohl vor der Intervention als auch danach. Bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen zeigte sich ein Median von 1 vor der Intervention und 2 nach der Intervention. Der Median der Frage 48, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich böse auf andere“, befand sich bei den männlichen und auch bei den weiblichen Proband*innen vor sowie auch nach der Intervention bei 1.

Hinsichtlich der Fragen der Kategorie *Konflikt/Druck* zeigten sich folgende Resultate: Bei der Frage 12, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich Konflikte mit mir herumgetragen“, lag der Median bei den männlichen Teilnehmern vor sowie auch nach der Intervention auf 1. Die Frage 12 brachte bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen einen Median von 1 zum

ersten Testzeitpunkt hervor, der sich zum zweiten Messzeitpunkt auf den Wert 2 erhöhte. Der Median der Frage 18, „In den letzten (3) Tagen/Nächten gingen mir die gleichen Gedanken immer wieder durch den Kopf“, zeigte bei den männlichen Probanden einen Wert von 2,5 vor der Intervention, der nach der Intervention auf den Wert 2 sank. Bei den weiblichen Teilnehmerinnen zeigte sich vor der Intervention ein Median von 2, der sich nach der Intervention auf den Wert 3 erhöhte. Die Frage 32, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mich vor Fremden bewähren müssen“, brachte sowohl bei den männlichen als auch weiblichen Studienteilnehmer*innen einen Wert von 0 vor der Intervention und 1 nach der Intervention hervor. Die Mediane des ersten und zweiten Testzeitpunktes der Frage 44, „In den letzten (3) Tagen/Nächten stand ich unter Leistungsdruck“, waren ebenso bei den weiblichen und männlichen Teilnehmer*innen gleich. Sie lagen bei 1 vor der Intervention und bei 2 nach der Intervention.

Die Resultate der Fragen in der Kategorie *Ermüdung* waren folgende: Der Median der Frage 2, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich zu wenig Schlaf“, war bei den männlichen Studienteilnehmern zum ersten Testzeitpunkt 1,5, dieser sank zum zweiten Testzeitpunkt auf den Wert 1 herab. Weibliche Probandinnen wiesen hinsichtlich der Frage 2 sowohl zum ersten als auch zum zweiten Testzeitpunkt einen Median von 2 auf. Die Frage 16, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hat mich die Arbeit stark ermüdet“, brachte sowohl bei den weiblichen als auch bei den männlichen Probanden*innen einen Wert von 1 zum ersten Testzeitpunkt und einen Wert von 2 zum zweiten Testzeitpunkt auf. Auch der Median der Frage 25, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich nach meiner Arbeit totmüde“, nahm bei den männlichen Studienteilnehmern vor der Intervention den Wert 1 und nach der Intervention den Wert 2 an. Weibliche Studienteilnehmerinnen hingegen hatten bezüglich der Frage 25 sowohl vor der Intervention als auch danach einen Median von 1. Bei der Frage 35, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich übermüdet“, zeigte sich bei den männlichen Studienteilnehmern ein Median von 1 vor und auch nach der Intervention. Bei den weiblichen Teilnehmerinnen änderte sich der Median zwischen den beiden Messzeitpunkten ebenfalls nicht, allerdings wies er den Wert 2 auf.

In der Kategorie *Energiemangel* kam es zu folgenden Ergebnissen: Hinsichtlich der Frage 4, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich unkonzentriert“, kam es bei den männlichen Studienteilnehmern zum ersten und zweiten Testzeitpunkt zu einem Median von 1, hingegen brachten die weiblichen Studienteilnehmer bei der Frage 4 sowohl vor als auch nach der

Intervention einen Median von 2 hervor. Der Median der Frage 11, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich mich schlecht konzentrieren“, lag bei den männlichen Probanden zu beiden Testzeitpunkten bei 1, während der Median bei den weiblichen Probandinnen den Wert 1 vor der Intervention und den Wert 2 nach der Intervention annahm. Bei den männlichen Teilnehmern lag der Median der Frage 31, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich meine Arbeit nur schleppend erledigen“, zum ersten Testzeitpunkt auf 1, dieser sank nach der Intervention auf den Wert 0. Der Median dieser Frage wies bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen sowohl vor der Intervention als auch danach den Wert 1 auf. Hinsichtlich der Frage 40, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich Arbeiten vor mir hergeschoben“, kam es bei den männlichen Studienteilnehmer zu einem Median von 1 vor der Intervention, der auf den Wert von 0 nach der Intervention sank. Bei den weiblichen Teilnehmerinnen zeigte sich hingegen ein Median von 0 vor der Intervention, der sich auf den Wert von 1 nach der Intervention erhöhte.

Die Ergebnisse der Fragen in der Kategorie *körperliche Beschwerden* lauteten wie folgt: Männlichen Studienteilnehmer brachten hinsichtlich der Frage 7, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich körperliche Beschwerden“, einen Median von 1 vor der Intervention und einen Median von 2 nach der Intervention hervor. Bei den Frauen hingegen lag der Median sowohl vor als auch nach der Intervention bei 1. Der Median der Frage 15, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich Kopfdruck oder Kopfschmerzen“, nahm bei den männlichen Studienteilnehmern den Wert 0 vor sowie auch nach der Intervention an. Bei den weiblichen Probandinnen nahm der Median dieser Frage der Wert 1 zum ersten Testzeitpunkt und den Wert 2 zum zweiten Testzeitpunkt an. Sowohl bei den weiblichen als auch bei den männlichen Studienteilnehmer*innen hatte der Median der Frage 20, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mich körperlich unwohl gefühlt“, vor und nach der Intervention den Wert 1. Bezüglich der Frage 42, „In den letzten (3) Tagen/Nächten fühlte ich mich körperlich matt“, zeigte sich bei den männlichen Probanden ein Median von 1 vor sowie auch nach der Intervention, während es bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen zu einem Wert von 2 vor der Intervention und einem Wert von 1 nach der Intervention kam.

Die Resultate der Fragen in der Kategorie *Erfolg* waren folgende: Die Frage 3, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich wichtige Arbeiten abgeschlossen“, wies bei den männlichen Testpersonen einen Median von 2 vor der Intervention und 3 nach der Intervention auf. Hingegen zeigte sich bei den weiblichen Teilnehmerinnen ein Median von

2 zu beiden Testzeitpunkten. Der Median der Frage 17, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich Erfolg“, brachte sowohl bei den weiblichen als auch bei den männlichen Testpersonen einen Wert von 3 vor und nach der Intervention hervor. Bezüglich der Frage 41, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich wichtige Entscheidungen getroffen“, kam es bei den männlichen Probanden zu einem Median von 2,5 vor der Intervention, der auf den Wert 2 nach der Intervention sank. Bei den weiblichen Testpersonen blieb der Median sowohl vor als auch nach der Intervention auf einem Wert von 2. Der Median der Frage 49, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich gute Ideen“, lag bei den männlichen Studienteilnehmern bei einem Wert von 3 zu beiden Testzeitpunkten. Bei den weiblichen Testpersonen hatte der Median vor der Intervention den Wert 3, der zum zweiten Testzeitpunkt auf den Wert 2 sank.

In der Kategorie *soziale Erholung* kam es zu folgenden Ergebnissen: Der Median der Frage 6, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich gelacht“, sowie auch der Frage 14, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mit Freunden schöne Stunden verbracht“, lag sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Testpersonen vor der Intervention bei einem Wert von 5 und nach der Intervention bei einem Wert von 4. Bezüglich der Frage 23, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich Freunde getroffen“, zeigte sich bei den männlichen Teilnehmern ein Wert von 5 vor der Intervention und ein Wert von 4 zum zweiten Testzeitpunkt. Bei den weiblichen Testpersonen kam es zu einem Median von 4 zum ersten Testzeitpunkt, der auf den Wert von 3 zum zweiten Messzeitpunkt sank. Der Median der Frage 33, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mich amüsiert“, nahm sowohl bei den weiblichen als auch bei den männlichen Studienteilnehmer*innen wieder den gleichen Wert an. Der Median lag bei einem Wert von 4 vor und nach der Intervention.

Die Ergebnisse der Fragen in der Kategorie *physische Erholung* lauteten wie folgt: Bei den männlichen Studienteilnehmern lag der Median der Frage 9, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mich körperlich entspannt gefühlt“, bei 4 vor der Intervention und bei 3 danach. Hingegen hatte der Median dieser Frage bei den weiblichen Testpersonen sowohl zum ersten als auch zum zweiten Testzeitpunkt den Wert 3. Auch der Median der Frage 13, „In den letzten (3) Tagen/Nächten fühlte ich mich ausgeglichen“, wies bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen zu beiden Testzeitpunkten einen Wert von 3 auf. Bei den männlichen Testpersonen lag der Median der Frage 13 hingegen wieder bei einem Wert von 4 vor der Intervention und bei einem Wert von 3 nach der Intervention. Hinsichtlich der

Frage 29, „In den letzten (3) Tagen/Nächten fühlte ich mich körperlich fit“, zeigte sich sowohl bei den weiblichen als auch bei den männlichen Teilnehmer*innen ein Median von 4 zu beiden Testzeitpunkten. Bei den männlichen Testpersonen lag der Median der Frage 38, „In den letzten (3) Tagen/Nächten fühlte ich mich leistungsfähig“, bei einem Wert von 5 vor und nach der Intervention, während der Median dieser Frage bei den weiblichen Testpersonen den Wert 3 zum ersten Testzeitpunkt und den Wert 4 zum zweiten Testzeitpunkt annahm.

Hinsichtlich der Fragen der Kategorie *generelles Wohlbefinden* zeigten sich folgende Resultate: Die Mediane der Frage 10, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich guter Dinge“, der Frage 34, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich gute Laune“, der Frage 43, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich glücklich“, sowie auch der Frage 47, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich zufrieden“, nahmen bei den männlichen Studienteilnehmern vor der Intervention jeweils den Wert 5 und nach der Intervention jeweils den Wert 4 an. Bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen lag der Median der Frage 10 bei einem Wert von 4 zum ersten Testzeitpunkt und bei einem Wert von 3 zum zweiten Testzeitpunkt. Die Mediane der Fragen 34, 43 und 47 hatten bei den weiblichen Probanden jeweils einen Wert von 4 sowohl vor als auch nach der Intervention.

Die Resultate der Fragen in der Kategorie *Schlafqualität* waren folgende: Der Median der Frage 19, „In den letzten (3) Tagen/Nächten bin ich zufrieden und entspannt eingeschlafen“, sowie auch der Frage 27, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war mein Schlaf erholsam“, nahm bei den männlichen Studienteilnehmern zu beiden Testzeitpunkten einen Wert von 4 an. Bei den weiblichen Testpersonen zeigte sich hinsichtlich der Frage 19 jedoch ein Median von 4 zum ersten und ein Median von 3 zum zweiten Testzeitpunkt. Der Median der Frage 27 hatte bei den weiblichen Probandinnen einen Wert von 3 vor der Intervention, der sich nach der Intervention auf einen Wert von 4 erhöhte. Bei den männlichen Teilnehmern zeigte sich bezüglich der Frage 36, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich unruhig geschlafen“, zu beiden Testzeitpunkten ein Median von 1. Der Median dieser Frage hatte bei den weiblichen Testpersonen den Wert 1 vor der Intervention, der nach der Intervention den Wert 2 annahm. Sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Proband*innen lag der Median der Frage 46, „In den letzten (3) Tagen/Nächten bin ich nachts ohne äußere Anlass aufgewacht“, zu beiden Testzeitpunkten bei einem Wert von 1.

In der Kategorie *unzureichende Regenerationsphasen* kam es zu folgenden Ergebnissen: Die Mediane der Frage 51, „In den letzten (3) Tagen/Nächten bin ich in den Pausen nicht zur Ruhe gekommen“, der Frage 58, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich den Eindruck, zu wenig Pause zu haben“, der Frage 66, „In den letzten (3) Tagen/Nächten wurde ich in den Pausen zu stark beansprucht“ sowie auch der Frage 72, „In den letzten (3) Tagen/Nächten waren die Pausen an der falschen Stelle“, nahmen bei den weiblichen und auch bei den männlichen Testpersonen zu beiden Testzeitpunkten den Wert 1 an.

Die Ergebnisse der Fragen in der Kategorie *emotionale Erschöpfung* waren folgende: Bei den männlichen Probanden lagen die Mediane der Frage 54, „In den letzten (3) Tagen/Nächten fühlte ich mich durch meinen Sport ausgebrannt“, und der Frage 63, „In den letzten (3) Tagen/Nächten fühlte ich mich durch meinen Sport gefühlsmäßig ausgelaugt“, zu beiden Testzeitpunkten bei einem Wert von 1. Die Mediane der Frage 54 und 63 wiesen bei den weiblichen Testpersonen einen Wert von 1 vor der Intervention und einen Wert von 2 nach der Intervention auf. Hinsichtlich der Frage 68, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war mir danach, den Sport aufzuhören“, kam es sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Studienteilnehmer*innen zu beiden Testzeitpunkten zu einem Median von 0. Die Frage 76, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hat mich mein Sport frustriert“, brachte bei den männlichen Probanden zu beiden Messzeitpunkten einen Median von 1 hervor. Hingegen lag der Median der Frage 76 bei den weiblichen Teilnehmerinnen bei einem Wert von 1 vor der Intervention und bei einem Wert von 2 nach der Intervention.

Hinsichtlich der Fragen der Kategorie *Verletzung* zeigten sich folgende Resultate: Bei den männlichen Testpersonen kam es bei den Fragen 50, „In den letzten (3) Tagen/Nächten taten mir Teile meines Körpers weh“, 57, „In den letzten (3) Tagen/Nächten litt ich während meiner sportlichen Leistungen unter Muskelverhärtungen oder -verspannungen“, und 64, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich nach meinen sportlichen Leistungen Muskelschmerzen“, zu einem Median von 1 vor der Intervention und einem Median von 2 nach der Intervention. Bei den weiblichen Teilnehmerinnen zeigte sich bei den Fragen 50 und 57 zu beiden Testzeitpunkten ein Median von 2. Die Frage 64 hingegen brachte bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen einen Median von 2 zum ersten Testzeitpunkt und einen Median von 1 zum zweiten Testzeitpunkt hervor. Sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Testpersonen hatte der Median der Frage 73, „In den letzten (3)

Tagen/Nächten war ich empfindlich gegenüber Verletzungen“, zu beiden Testzeitpunkten den Wert 1.

Bei den Fragen in der Kategorie *Fitnesslevel* wurden folgende Resultate gefunden:

Der Median der Frage 53, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich mich körperlich gut erholen“, lag bei den männlichen Studienteilnehmern zu beiden Testzeitpunkten bei einem Wert von 4, hingegen lag dieser bei den weiblichen Testpersonen vor und nach der Intervention bei einem Wert von 3. Hinsichtlich der Frage 61, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich körperlich in guter Fassung“, kam es bei den männlichen Probanden vor der Intervention zu einem Median von 5, der nach der Intervention auf den Wert 4 sank. Der Median dieser Frage hatte bei den weiblichen Teilnehmerinnen einen Wert von 4 zum ersten Testzeitpunkt und einen Wert von 3 zum zweiten Testzeitpunkt. Auch bei Frage 69, „In den letzten (3) Tagen/Nächten fühlte ich mich energiegeladen“, zeigte sich bei den weiblichen Testpersonen vor der Intervention ein Median von 4, der Median sank nach der Intervention auf den Wert 3 herab. Bei den männlichen Probanden kam es bei der Frage 69 zu beiden Testzeitpunkten zu einem Median von 4. Frage 75, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich körperlich entspannt“, brachte bei den männlichen Testpersonen vor der Intervention einen Median von 4 hervor, dieser sank zum zweiten Testzeitpunkt auf einen Wert von 3 herab. Bei den weiblichen Probandinnen hatte der Median zu beiden Testzeitpunkten den Wert 3.

In der Kategorie *Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit* kam es zu folgenden Ergebnissen: Der Median der Frage 55, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich in meinem Sport viel Lohnendes erreicht“, lag bei den männlichen Studienteilnehmern zum ersten Testzeitpunkt bei einem Wert von 4 und nach der Intervention nahm er einen Wert von 3 an. Bei den weiblichen Probandinnen zeigte sich ein Median von 3 vor der Intervention und ein Median von 2 nach der Intervention. Bezüglich der Frage 60, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich mich effektiv um die Probleme in meinem Team kümmern“, kam es sowohl bei den weiblichen als auch bei den männlichen Testpersonen zum gleichen Ergebnis. Der Median lag zu beiden Testzeitpunkten bei einem Wert von 2. Der Median der Frage 70, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich gut nachvollziehen, was in meinem Team vorging“, hatte bei den männlichen und weiblichen Studienteilnehmer*innen zu beiden Testzeitpunkten den Wert 3. Frage 77, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich mit gefühlsmäßigen Problemen in meinem Team gut

umgehen“, brachte bei den männlichen Testpersonen vor der Intervention einen Wert von 3,5 hervor, der nach der Intervention auf den Wert 3 sank. Bei den weiblichen Probandinnen hatte der Median der Frage 77 zum ersten Testzeitpunkt den Wert 2 und zum zweiten Testzeitpunkt erhöhte sich der Median auf den Wert 3.

Die Ergebnisse der Fragen in der Kategorie *Selbstwirksamkeit* lauteten wie folgt: Der Median der Frage 52, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich überzeugt, dass ich das gesteckte Ziel gut erreichen könnte“, lag bei den männlichen Studienteilnehmern zum ersten Testzeitpunkt bei einem Wert von 5, zum zweiten Testzeitpunkt nahm der Median den Wert 4 an. Bei den weiblichen Probandinnen zeigte sich bezüglich der Frage 52 zu beiden Testzeitpunkten ein Median von 3. Die Mediane der Frage 59, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich überzeugt, dass ich meine Leistungsziele jederzeit erreichen könnte“, der Frage 65, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich überzeugt, dass ich optimal vorbereitet bin“, sowie der Frage 71, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich überzeugt, gut trainiert zu haben“, hatten bei den männlichen Studienteilnehmern zu beiden Zeitpunkten einen Wert von 4. Bei den weiblichen Testpersonen zeigte sich bei Frage 59 zum ersten Testzeitpunkt ein Median von 3, zum zweiten Zeitpunkt lag der Median bei einem Wert von 2. Dieselben Ergebnisse zeigten sich auch bei der Frage 71. Der Median der Frage 65 hingegen wies bei den weiblichen Probandinnen einen Wert von 4 vor der Intervention und einen Wert von 3 nach der Intervention auf.

Die Resultate der Fragen in der Kategorie *Selbstregulation* waren folgende: Bei den männlichen Studienteilnehmern nahm der Median sowohl bei Frage 56, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich mich mental auf meine sportlichen Leistungen vorbereiten“, als auch bei der Frage 62, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich mich während meiner sportlichen Leistungen selbst antreiben“, zum ersten Testzeitpunkt einen Wert von 5 und zum zweiten Testzeitpunkt einen Wert von 4 an. Bei den weiblichen Studienteilnehmer*innen zeigte sich jedoch bei Frage 56 zu beiden Testzeitpunkten ein Median von 3. Der Median der Frage 62 lag vor der Intervention bei einem Wert von 4 und nach der Intervention hatte der Median den Wert 3. Bei der Frage 67, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich mich vor meinen sportlichen Leistungen voll motivieren“, gab es weder bei den männlichen als auch bei den weiblichen Testpersonen eine Angabe, deswegen konnte keine statistische Auswertung durchgeführt werden. Der Median der Frage 74, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mir für meine sportlichen Leistungen klare Ziele

gesetzt“, hatte bei den männlichen Probanden zu beiden Testzeitpunkten einen Wert von 5, bei den weiblichen Teilnehmerinnen zeigte sich ein Median von 4 vor der Intervention und ein Median von 3 nach der Intervention.

Für jede einzelne Frage wurde der statistische Test Mann-Whitney-U durchgeführt, um festzustellen, ob ein Unterschied zwischen dem Pretest und dem Posttest besteht. Bei den männlichen Testpersonen wiesen folgende Fragen einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den beiden Messzeitpunkten auf: die Frage 44, „In den letzten (3) Tagen/Nächten stand ich unter Leistungsdruck“ der Kategorie *Konflikt/Druck*; die Frage 16, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hat mich die Arbeit stark ermüdet“ der Kategorie *Ermüdung*; die Fragen 7 „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich körperliche Beschwerden“ und 20, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mich körperlich matt gefühlt“, der Kategorie *körperliche Beschwerden*; die Fragen 6, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich gelacht“, 14, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mit Freunden schöne Stunden verbracht“, 23, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich Freunde getroffen“ und 33, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mich amüsiert“, der Kategorie *soziale Erholung*; die Fragen 9, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mich körperlich entspannt gefühlt“, und 13, „In den letzten (3) Tagen/Nächten fühlte ich mich ausgeglichen“, der Kategorie *physische Erholung*; die Fragen 10, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich guter Dinge“, 34, „In den letzten (3) Tagen/Nächten hatte ich gute Laune“, 43, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich glücklich“ und 47, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich zufrieden“, der Kategorie *generelles Wohlbefinden*; die Frage 19, „In den letzten (3) Tagen/Nächten bin ich zufrieden und entspannt eingeschlafen“, der Kategorie *Schlafqualität*; die Fragen 50, „In den letzten (3) Tagen/Nächten taten mir Teile meines Körpers weh“, und 57, „In den letzten (3) Tagen/Nächten litt ich während meiner sportlichen Leistungen unter Muskelverhärtung oder -verspannung“, der Kategorie *Verletzung*; die Frage 60, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich mich effektiv um die Probleme in meinem Team kümmern“, der Kategorie *Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit*; die Frage 52, „In den letzten (3) Tagen/Nächten war ich überzeugt, dass ich das gesteckte Ziel gut erreichen könnte“, der Kategorie *Selbstwirksamkeit*. Der Median der Frage 44 änderte sich von „selten“ auf „manchmal“. Bei der Frage 16 zeigte sich nach der Intervention ebenso ein Median von „manchmal“, der davor „selten“ war. Ebenso stieg der Median der Frage 7 von „selten“ auf „manchmal“. Der Median der Frage 20 blieb zu beiden Testzeitpunkten gleich auf „selten“. Bei den Fragen 6, 14 und 23 änderten sich die

Mediane von „sehr oft“ zu „oft“. Bei der Frage 33 waren die Mediane wieder zu beiden Testzeitpunkten gleich auf „oft“. Die Fragen 9 und 13 wiesen vor der Intervention den Median „oft“ und nach der Intervention den Median „mehrmals“ auf. Bei allen Fragen der Kategorie *generelles Wohlbefinden* änderte sich der Median von „sehr oft“ zu „oft“. Frage 19 wies sowohl vor als auch nach der Intervention den Median „oft“ auf. Die Mediane der Fragen 50 und 57 der Kategorie *Verletzung* stiegen von „selten“ auf „manchmal“. Bei der Frage 60 blieb der Median zu beiden Zeitpunkten „manchmal“. Der Median der Frage 52 sank von „sehr oft“ auf „oft“.

Die weiblichen Probandinnen zeigten jedoch nur bei den Fragen 32, „In den letzten (3) Tagen/Nächten konnte ich meine Arbeit nur schleppend erledigen“, und 44, „In den letzten (3) Tagen/Nächten stand ich unter Leistungsdruck“, der Kategorie *Konflikt/Druck* sowie bei der Frage 14, „In den letzten (3) Tagen/Nächten habe ich mit Freunden schöne Stunden verbracht“, der Kategorie *soziale Erholung* eine statistische Signifikanz im Test auf Unterschied. Der Median der Frage 32 stieg nach der Intervention von „nie“ auf „selten“. Ebenso stieg der Median der Frage 44 von „selten“ auf „manchmal“. Bei der Frage 14 sank der Median von „sehr oft“ auf „oft“.

Die unten angeführte Tabelle stellt die Differenz der Mediane der jeweiligen Kategorie beziehungsweise Frage zwischen den beiden Messzeitpunkten aller männlicher Probanden grafisch dar. Die Grafik beinhaltet allerdings nur jene Fragen, die eine Differenz größer oder kleiner als Null aufweisen.

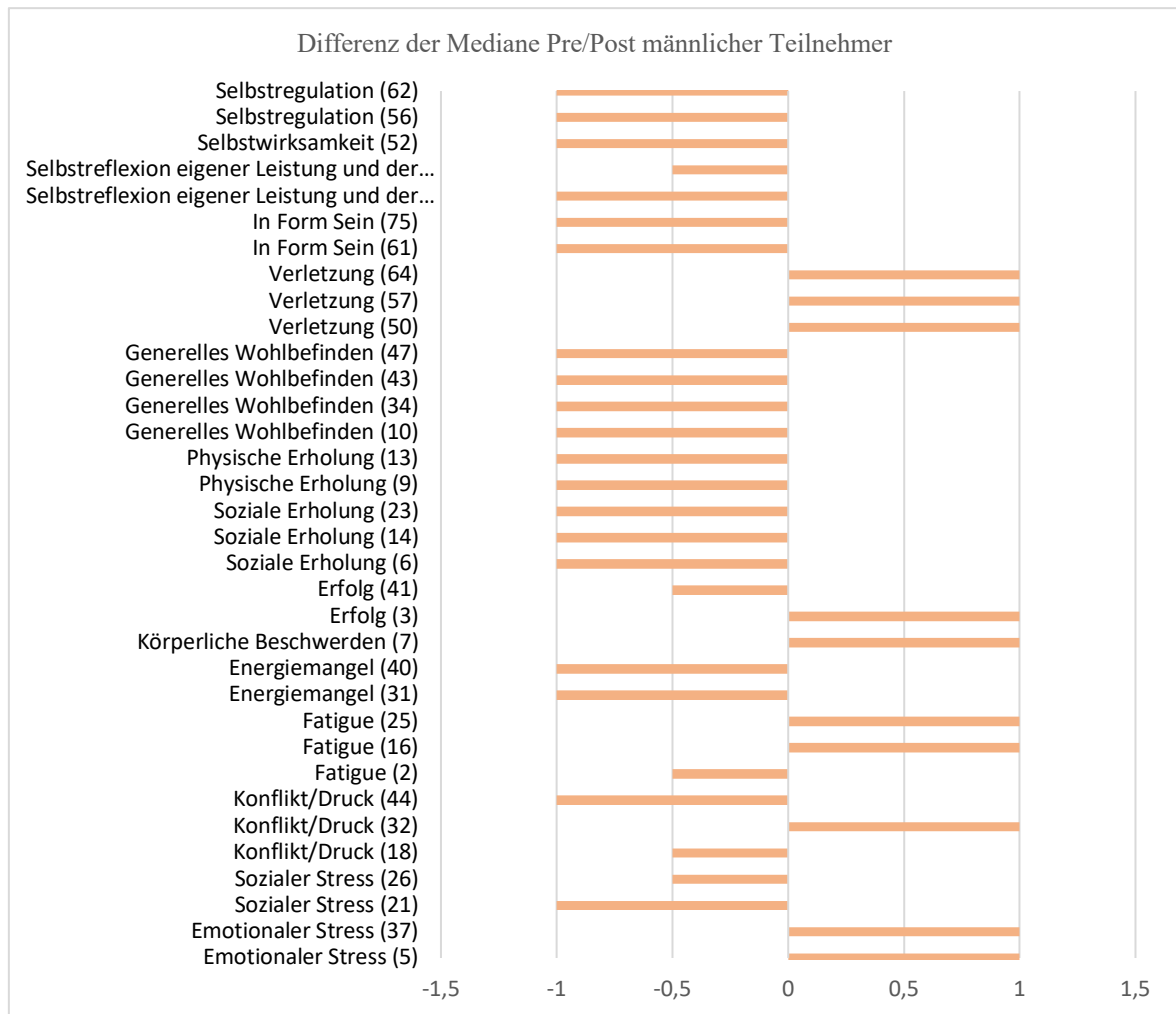


Abbildung 6: Differenz der Mediane Pre/Post einzelner Fragen des REST-Q-Fragebogens männlicher Probanden

Es zeigt sich, dass in der Kategorie *Selbstregulation* zwei von vier Fragen eine negative Differenz von -1 aufwiesen. In der Kategorie *Selbstwirksamkeit* kam es bei einer Frage zu einer Differenz von -1, die restlichen drei Fragen zeigten keine Differenz der Mediane zwischen den Messzeitpunkten. Zwei der vier Fragen sowohl in der Kategorie *Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit* als auch in der Kategorie *Fitnesslevel* wiesen eine Differenz von -1 auf. In der Kategorie *Verletzung* wurde bei drei der vier Fragen eine positive Differenz von 1 erkannt. Alle Fragen der Kategorie *generelles Wohlbefinden* zeigten eine Differenz von -1. Zwei der vier Fragen der Kategorie *physische Erholung* wiesen eine Differenz von -1 auf. In der Kategorie *soziale Erholung* betrug die Differenz bei drei Fragen -1. In der Kategorie *Erfolg* wies eine Frage eine negative Differenz von -0,5 auf, eine Frage eine positive Differenz von 1 auf und die restlichen beiden Fragen zeigten eine Differenz von 0. In der Kategorie *körperliche Beschwerden* kam es lediglich bei einer Frage zu einer positiven Differenz von 1. Zwei der vier Fragen der Kategorie *Energiemangel* wiesen eine negative Differenz von -1 auf. In der Kategorie *Ermüdung* zeigte

sich bei einer Frage eine negative Differenz von -0,5 und bei zwei Fragen eine positive Differenz von 1. In der Kategorie *Konflikt/Druck* kam es bei zwei Fragen zu einer negativen Differenz von -1 beziehungsweise -0,5, bei einer Frage zeigte sich eine positive Differenz von 1. Zwei der vier Fragen der Kategorie *sozialer Stress* wiesen eine negative Differenz von -0,5 beziehungsweise -1 auf, während sich in der Kategorie *emotionaler Stress* bei zwei Fragen eine positive Differenz von 1 zeigte. Anzumerken ist, dass alle vier Fragen der Kategorien *genereller Stress*, *Schlafqualität*, *unzureichende Regenerationsphasen* und *emotionale Erschöpfung* eine Differenz von 0 aufwiesen.

Die folgende Tabelle stellt, so wie bereits bei den männlichen Teilnehmern, die Differenz der Mediane der jeweiligen Kategorie beziehungsweise Frage zwischen den beiden Messzeitpunkten aller weiblicher Studienteilnehmerinnen grafisch dar. Auch diese Grafik beinhaltet nur jene Fragen mit einer Differenz größer oder kleiner als Null.

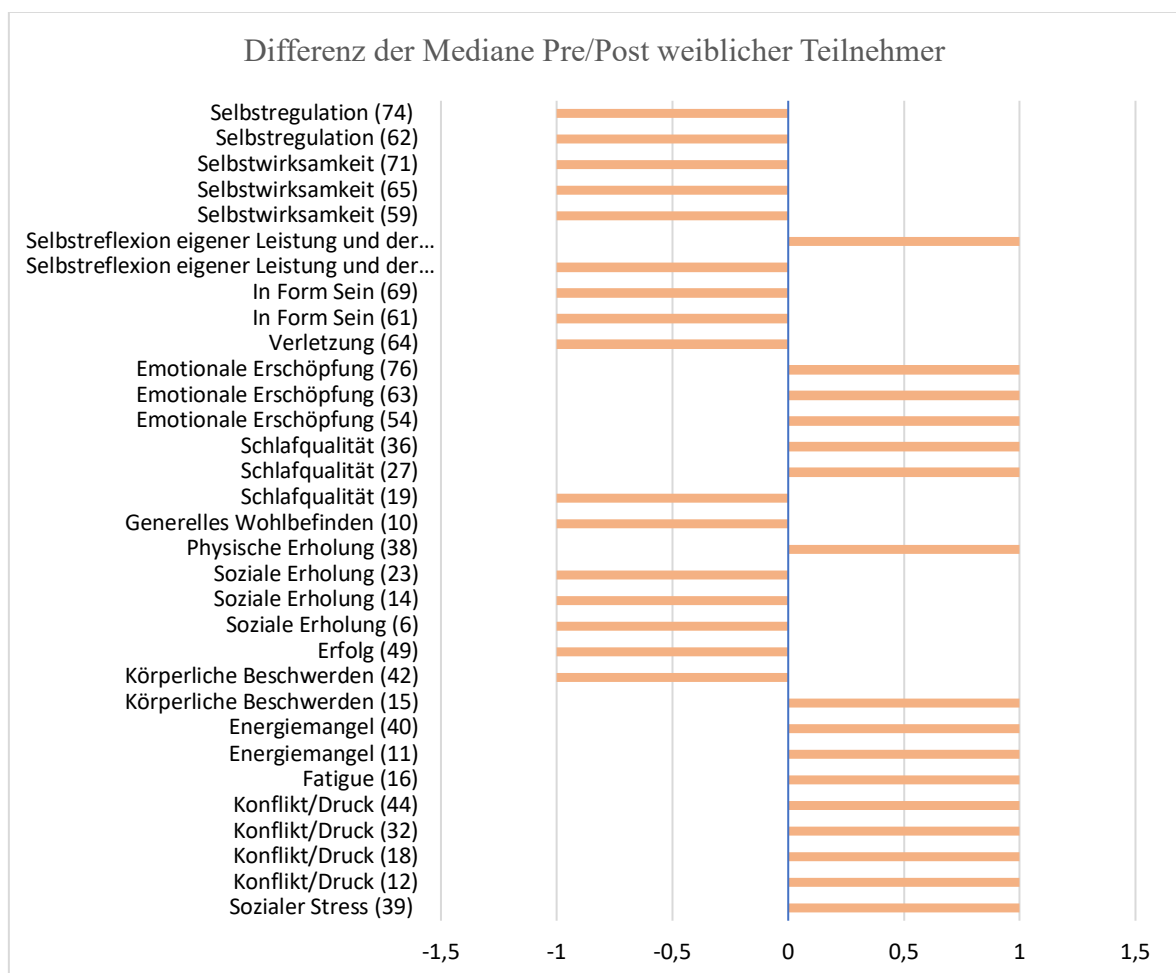


Abbildung 7: Differenz der Mediane Pre/Post einzelner Fragen des REST-Q-Fragebogens weiblicher Probanden

Zwei der vier Fragen der Kategorie *Selbstregulation* wiesen eine negative Differenz von -1 auf. In der Kategorie *Selbstwirksamkeit* waren es drei Fragen, die eine Differenz von -1

zeigten. Bei einer Frage in der Kategorie *Selbstreflexion* eigener Leistung und der Teamfähigkeit kam es zu einer Differenz von 1, bei einer anderen Frage zu der Differenz von -1 und die restlichen beiden Fragen zeigten keine Änderung der Mediane zwischen den beiden Messzeitpunkten. In der Kategorie *Fitnesslevel* wiesen zwei der vier Fragen eine negative Differenz von -1 auf. Lediglich eine Frage der Kategorie *Verletzung* wies eine Differenz von -1 auf. Drei der vier Fragen der Kategorie *emotionale Erschöpfung* zeigten eine positive Differenz von 1. In der Kategorie *Schlafqualität* kam es bei zwei Fragen zu einer positiven Differenz von 1 und bei einer Frage zu einer negativen Differenz von -1. Eine Frage der Kategorie *generelles Wohlbefinden* wies eine Differenz von -1 auf. In der Kategorie *physische Erholung* zeigte eine Frage eine positive Differenz von 1. Bei drei der vier Fragen der Kategorie *soziale Erholung* kam es zu einer negativen Differenz von -1. In der Kategorie *Erfolg* zeigte lediglich eine Frage eine Differenz von -1. Eine Frage der Kategorie *körperliche Beschwerden* zeigte eine negative Differenz von -1, eine andere Frage wies eine Differenz von 1 auf. Zwei der vier Fragen der Kategorie *Energiemangel* wiesen eine Differenz von 1 auf. In der Kategorie *Ermüdung* zeigte eine Frage eine positive Differenz von 1 auf. Bei allen vier Fragen der Kategorie *Konflikt/Druck* kam es zu einer positiven Differenz von 1. In der Kategorie *sozialer Stress* zeigte sich bei einer Frage eine Differenz von 1. Bei den weiblichen Studienteilnehmerinnen gilt es anzumerken, dass alle Fragen der Kategorien *genereller Stress*, *emotionaler Stress* sowie *unzureichend Regenerationsphasen* eine Differenz der Mediane von 0 zwischen den beiden Messzeitpunkten aufwiesen.

Tabelle 12: Statistische Auswertung des REST-Q-Fragebogens männlicher Studienteilnehmer Pre/Post

Number in REST- Q	Category	Median Pre	Median Post	Difference	Minimum- Maximum Pre	Minimum- Maximum Post	Statistical Test (Mann- Whitney-U)
22	Genereller Stress	1	1	0	0-4	0-4	$Z(93) = 0,379$; $p = 0,705$
24	Genereller Stress	1	1	0	0-3	0-3	$Z(93) = -0,857$; $p = 0,392$
30	Genereller Stress	1	1	0	0-4	0-4	$Z(93) = 0,118$; $p = 0,906$
45	Genereller Stress	0	0	0	0-3	0-3	$Z(93) = 0,112$; $p = 0,911$
5	Emotionaler Stress	1	2	1	0-5	0-5	$Z(93) = -0,008$; $p = 0,994$
8	Emotionaler Stress	1	1	0	0-4	0-5	$Z(93) = 1,565$; $p = 0,118$
28	Emotionaler Stress	0	0	0	0-3	0-3	$Z(93) = 1,407$; $p = 0,159$

37	Emotionaler Stress	1	2	1	0-4	0-4	$Z(93) = 1,727; p = 0,084$
21	Sozialer Stress	2	1	-1	0-5	0-4	$Z(93) = -1,063;$ $p = 0,288$
26	Sozialer Stress	1,5	1	-0,5	0-5	0-5	$Z(93) = -0,842;$ $p = 0,400$
39	Sozialer Stress	1	1	0	0-5	0-4	$Z(93) = 0,401; p = 0,689$
48	Sozialer Stress	1	1	0	0-4	0-4	$Z(93) = 0,058; p = 0,954$
12	Konflikt/Druck	1	1	0	0-5	0-5	$Z(93) = 0,041; p = 0,967$
18	Konflikt/Druck	2,5	2	-0,5	0-6	0-5	$Z(93) = -0,476;$ $p = 0,634$
32	Konflikt/Druck	0	1	1	0-3	0-4	$Z(93) = 1,267; p = 0,205$
44	Konflikt/Druck	1	2	1	0-5	0-6	$Z(93) = 3,456;$ $p = 0,001$
2	Ermüdung	1,5	1	-0,5	0-5	0-5	$Z(93) = -1,016;$ $p = 0,310$
16	Ermüdung	1	2	1	0-5	0-5	$Z(93) = 2,690;$ $p = 0,007$
25	Ermüdung	1	2	1	0-5	0-5	$Z(93) = 1,817;$ $p = 0,069$
35	Ermüdung	1	1	0	0-4	0-4	$Z(93) = 0,347;$ $p = 0,728$
4	Energiemangel	1	1	0	0-3	0-3	$Z(93) = -0,183;$ $p = 0,855$
11	Energiemangel	1	1	0	0-4	0-4	$Z(93) = 0,144; p = 0,886$
31	Energiemangel	1	0	-1	0-3	0-4	$Z(93) = -1,575;$ $p = 0,115$
40	Energiemangel	1	0	-1	0-5	0-4	$Z(93) = -0,631;$ $p = 0,528$
7	Körperliche Beschwerden	1	2	1	0-3	0-6	$Z(93) = 3,190;$ $p = 0,001$
15	Körperliche Beschwerden	0	0	0	0-3	0-3	$Z(93) = 0,249; p = 0,803$
20	Körperliche Beschwerden	1	1	0	0-3	0-4	$Z(93) = 2,275; p = 0,023$
42	Körperliche Beschwerden	1	1	0	0-4	0-4	$Z(93) = 1,235; p = 0,217$
3	Erfolg	2	3	1	0-5	0-6	$Z(93) = 0,160; p = 0,873$
17	Erfolg	3	3	0	0-5	1-5	$Z(93) = -0,537;$ $p = 0,591$
41	Erfolg	2,5	2	-0,5	0-6	0-6	$Z(93) = -0,496;$ $p = 0,620$

49	Erfolg	3	3	0	0-6	1-6	$Z(93) = -0,546;$ $p = 0,585$
6	Soziale Erholung	5	4	-1	4-6	1-6	$Z(93) = -3,709;$ $p < 0,001$
14	Soziale Erholung	5	4	-1	2-6	0-6	$Z(93) = -4,575;$ $p < 0,001$
23	Soziale Erholung	5	4	-1	1-6	0-6	$Z(93) = -3,649;$ $p < 0,001$
33	Soziale Erholung	4	4	0	0-6	0-6	$Z(93) = -3,469;$ $p = 0,001$
9	Physische Erholung	4	3	-1	0-6	0-6	$Z(93) = -2,715;$ $p = 0,007$
13	Physische Erholung	4	3	-1	1-5	0-5	$Z(93) = -2,973;$ $p = 0,003$
29	Physische Erholung	4	4	0	2-6	1-6	$Z(93) = -0,822;$ $p = 0,411$
38	Physische Erholung	5	5	0	2-6	1-6	$Z(93) = -0,187;$ $p = 0,852$
10	Generelles Wohlbefinden	5	4	-1	2-6	2-6	$Z(93) = -2,551;$ $p = 0,011$
34	Generelles Wohlbefinden	5	4	-1	3-6	2-6	$Z(93) = -2,684;$ $p = 0,007$
43	Generelles Wohlbefinden	5	4	-1	2-6	0-6	$Z(93) = -3,696;$ $p < 0,001$
47	Generelles Wohlbefinden	5	4	-1	1-6	2-5	$Z(93) = -3,824;$ $p < 0,001$
19	Schlafqualität	4	4	0	1-6	1-6	$Z(93) = -2,248;$ $p = 0,025$
27	Schlafqualität	4	4	0	1-6	1-6	$Z(93) = -1,476;$ $p = 0,140$
36	Schlafqualität	1	1	0	0-4	0-4	$Z(93) = 0,060;$ $p = 0,952$
46	Schlafqualität	1	1	0	0-4	0-5	$Z(93) = 0,521;$ $p = 0,602$
51	Unzureichende Regenerationsphasen	1	1	0	0-5	0-5	$Z(93) = -0,822;$ $p = 0,411$
58	Unzureichende Regenerationsphasen	1	1	0	0-6	0-5	$Z(93) = -0,729;$ $p = 0,466$
66	Unzureichende Regenerationsphasen	1	1	0	0-4	0-3	$Z(93) = -1,552;$ $p = 0,121$

72	Unzureichende Regenerationsphasen	1	1	0	0-4	0-5	$Z(93) = -0,338;$ $p = 0,735$
54	Emotionale Erschöpfung	1	1	0	0-4	0-4	$Z(93) = -0,364;$ $p = 0,716$
63	Emotionale Erschöpfung	1	1	0	0-4	0-3	$Z(93) = -1,136;$ $p = 0,256$
68	Emotionale Erschöpfung	0	0	0	0-2	0-3	$Z(93) = -0,442;$ $p = 0,658$
76	Emotionale Erschöpfung	1	1	0	0-6	0-5	$Z(93) = 0,447; p = 0,655$
50	Verletzung	1	2	1	0-4	0-6	$Z(93) = 3,119;$ $p = 0,002$
57	Verletzung	1	2	1	0-4	0-5	$Z(93) = 3,051;$ $p = 0,002$
64	Verletzung	1	2	1	0-5	0-6	$Z(93) = 1,058; p = 0,290$
73	Verletzung	1	1	0	0-4	0-5	$Z(93) = 0,755; p = 0,450$
53	Fitnesslevel	4	4	0	1-6	1-6	$Z(93) = -1,611;$ $p = 0,107$
61	Fitnesslevel	5	4	-1	2-6	1-6	$Z(93) = -1,512;$ $p = 0,131$
69	Fitnesslevel	4	4	0	0-6	0-6	$Z(93) = -0,905;$ $p = 0,365$
75	Fitnesslevel	4	3	-1	0-6	1-6	$Z(93) = -1,562;$ $p = 0,118$
55	Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit	4	3	-1	0-5	0-6	$Z(93) = -1,147;$ $p = 0,251$
60	Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit	2	2	0	0-6	0-5	$Z(93) = 2,150;$ $p = 0,032$
70	Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit	3	3	0	0-6	0-5	$Z(93) = 0,686; p = 0,493$
77	Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit	3,5	3	-0,5	0-6	0-6	$Z(93) = -0,133;$ $p = 0,894$
52	Selbstwirksamkeit	5	4	-1	1-6	1-6	$Z(93) = -2,799;$ $p = 0,005$
59	Selbstwirksamkeit	4	4	0	2-6	1-6	$Z(93) = -0,794;$ $p = 0,427$

65	Selbstwirksamkeit	4	4	0	0-6	0-6	$Z(93) = -0,686;$ $p = 0,493$
71	Selbstwirksamkeit	4	4	0	2-6	1-6	$Z(93) = -1,729;$ $p = 0,084$
56	Selbstregulation	5	4	-1	1-6	2-6	$Z(93) = -0,708;$ $p = 0,479$
62	Selbstregulation	5	4	-1	1-6	2-6	$Z(93) = -0,399;$ $p = 0,690$
67	Selbstregulation	—	—	—	—	—	—
74	Selbstregulation	5	5	0	2-6	1-6	$Z(93) = -0,909;$ $p = 0,363$

Tabelle 13: Statistische Auswertung des REST-Q-Fragebogens weiblicher Studienteilnehmer Pre/Post

Number in REST-Q	Category	Median Pre	Median Post	Difference	Minimum- Maximum Pre	Minimum- Maximum Post	Statistical Test (Mann-Whitney-U)
22	Genereller Stress	1	1	0	0-5	0-4	$Z(44) = 0,223;$ $p = 0,823$
24	Genereller Stress	1	1	0	0-5	1-3	$Z(44) = 1,398;$ $p = 0,162$
30	Genereller Stress	1	1	0	0-4	0-5	$Z(44) = -0,241;$ $p = 0,810$
45	Genereller Stress	1	1	0	0-6	0-6	$Z(44) = 0,653;$ $p = 0,514$
5	Emotionaler Stress	2	2	0	0-4	1-4	$Z(44) = 0,457;$ $p = 0,648$
8	Emotionaler Stress	1	1	0	0-4	0-4	$Z(44) = 0,797;$ $p = 0,426$
28	Emotionaler Stress	1	1	0	0-6	0-6	$Z(44) = 0,275;$ $p = 0,784$
37	Emotionaler Stress	2	2	0	0-4	1-4	$Z(44) = 1,777;$ $p = 0,076$
21	Sozialer Stress	2	2	0	0-5	1-4	$Z(44) = 0,358;$ $p = 0,720$
26	Sozialer Stress	2	2	0	0-5	0-5	$Z(44) = 0,257;$ $p = 0,797$
39	Sozialer Stress	1	2	1	0-4	0-4	$Z(44) = 1,116;$ $p = 0,264$
48	Sozialer Stress	1	1	0	0-4	1-4	$Z(44) = 0,194;$ $p = 0,846$

12	Konflikt/Druck	1	2	1	0-5	0-4	$Z(44) = 0,536;$ $p = 0,592$
18	Konflikt/Druck	2	3	1	0-6	1-6	$Z(44) = 0,781;$ $p = 0,435$
32	Konflikt/Druck	0	1	1	0-3	0-3	$Z(44) = 2,013;$ $p = 0,044$
44	Konflikt/Druck	1	2	1	0-6	0-6	$Z(44) = 2,565;$ $p = 0,010$
2	Ermüdung	2	2	0	0-5	0-5	$Z(44) = -1,618;$ $p = 0,106$
16	Ermüdung	1	2	1	0-6	0-5	$Z(44) = 1,638;$ $p = 0,101$
25	Ermüdung	1	1	0	0-6	0-5	$Z(44) = -0,501;$ $p = 0,616$
35	Ermüdung	2	2	0	0-6	0-5	$Z(44) = -0,535;$ $p = 0,592$
4	Energiemangel	2	2	0	0-4	1-4	$Z(44) = 0,985;$ $p = 0,325$
11	Energiemangel	1	2	1	0-4	0-3	$Z(44) = 1,406;$ $p = 0,160$
31	Energiemangel	1	1	0	0-4	0-4	$Z(44) = 0,136;$ $p = 0,891$
40	Energiemangel	0	1	1	0-4	0-4	$Z(44) = 0,618;$ $p = 0,536$
7	Körperliche Beschwerden	1	1	0	0-3	0-6	$Z(44) = 0,509;$ $p = 0,611$
15	Körperliche Beschwerden	1	2	1	0-5	0-6	$Z(44) = 0,898;$ $p = 0,369$
20	Körperliche Beschwerden	1	1	0	0-3	0-4	$Z(44) = 0,524;$ $p = 0,600$
42	Körperliche Beschwerden	2	1	-1	0-5	0-5	$Z(44) = -1,061;$ $p = 0,289$
3	Erfolg	2	2	0	0-5	0-4	$Z(44) = -0,360;$ $p = 0,719$
17	Erfolg	3	3	0	0-5	1-5	$Z(44) = 0,264;$ $p = 0,791$
41	Erfolg	2	2	0	0-6	0-6	$Z(44) = -0,182;$ $p = 0,855$
49	Erfolg	3	2	-1	1-6	1-5	$Z(44) = 0,208;$ $p = 0,835$

6	Soziale Erholung	5	4	-1	3-6	3-6	$Z(44) = -1,010;$ $p = 0,313$
14	Soziale Erholung	5	4	-1	0-6	0-6	$Z(44) = -2,171;$ $p = 0,030$
23	Soziale Erholung	4	3	-1	0-6	0-6	$Z(44) = -1,525;$ $p = 0,127$
33	Soziale Erholung	4	4	0	0-6	1-6	$Z(44) = -0,919;$ $p = 0,358$
9	Physische Erholung	3	3	0	1-5	1-5	$Z(44) = -0,950;$ $p = 0,342$
13	Physische Erholung	3	3	0	1-5	1-5	$Z(44) = 0,326;$ $p = 0,744$
29	Physische Erholung	4	4	0	2-6	1-6	$Z(44) = -0,941;$ $p = 0,347$
38	Physische Erholung	3	4	1	0-6	1-6	$Z(44) = 0,240;$ $p = 0,811$
10	Generelles Wohlbefinden	4	3	-1	1-6	2-5	$Z(44) = -0,906;$ $p = 0,365$
34	Generelles Wohlbefinden	4	4	0	3-6	1-6	$Z(44) = -0,352;$ $p = 0,725$
43	Generelles Wohlbefinden	4	4	0	0-6	2-6	$Z(44) = -0,560;$ $p = 0,575$
47	Generelles Wohlbefinden	4	4	0	0-6	2-5	$Z(44) = 0,463;$ $p = 0,644$
19	Schlafqualität	4	3	-1	0-6	0-6	$Z(44) = -0,581;$ $p = 0,561$
27	Schlafqualität	3	4	1	1-6	0-6	$Z(44) = 0,553;$ $p = 0,580$
36	Schlafqualität	1	2	1	0-6	0-6	$Z(44) = 0,758;$ $p = 0,432$
46	Schlafqualität	1	1	0	0-6	0-6	$Z(44) = 0,401;$ $p = 0,689$
51	Unzureichende Regenerationsphasen	1	1	0	0-3	0-6	$Z(44) = 0,099;$ $p = 0,921$
58	Unzureichende Regenerationsphasen	1	1	0	0-4	0-6	$Z(44) = 0,087;$ $p = 0,931$
66	Unzureichende Regenerationsphasen	1	1	0	0-2	0-4	$Z(44) = 0,728;$ $p = 0,467$
72	Unzureichende Regenerationsphasen	1	1	0	0-3	0-3	$Z(44) = -0,751;$ $p = 0,453$

54	Emotionale Erschöpfung	1	2	1	0-6	0-4	$Z(44) = 0,381;$ $p = 0,703$
63	Emotionale Erschöpfung	1	2	1	0-6	0-4	$Z(44) = 0,546;$ $p = 0,585$
68	Emotionale Erschöpfung	0	0	0	0-6	0-6	$Z(44) = -0,140;$ $p = 0,889$
76	Emotionale Erschöpfung	1	2	1	0-4	0-5	$Z(44) = 1,841;$ $p = 0,066$
50	Verletzung	2	2	0	0-6	0-6	$Z(44) = -0,060;$ $p = 0,952$
57	Verletzung	2	2	0	0-5	0-6	$Z(44) = -0,722;$ $p = 0,470$
64	Verletzung	2	1	-1	0-4	0-6	$Z(44) = -1,047;$ $p = 0,295$
73	Verletzung	1	1	0	0-4	0-6	$Z(44) = -0,184;$ $p = 0,854$
53	Fitnesslevel	3	3	0	0-6	1-5	Es $Z(44) = 0,108;$ $p = 0,914$
61	Fitnesslevel	4	3	-1	0-6	0-6	$Z(44) = -0,553;$ $p = 0,580$
69	Fitnesslevel	4	3	-1	0-6	0-6	$Z(44) = -0,504;$ $p = 0,615$
75	Fitnesslevel	3	3	0	0-5	0-5	$Z(44) = -1,601;$ $p = 0,109$
55	Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit	3	2	-1	0-5	0-5	$Z(44) = -0,992;$ $p = 0,321$
60	Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit	2	2	0	0-4	0-5	$Z(44) = -0,302;$ $p = 0,763$
70	Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit	3	3	0	0-6	0-6	$Z(44) = 0,430;$ $p = 0,667$
77	Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit	2	3	1	0-6	0-6	$Z(44) = 1,173;$ $p = 0,241$
52	Selbstwirksamkeit	3	3	0	0-6	1-5	$Z(44) = -0,554;$ $p = 0,580$
59	Selbstwirksamkeit	3	2	-1	0-6	1-6	$Z(44) = -0,899;$ $p = 0,369$
65	Selbstwirksamkeit	4	3	-1	2-6	0-5	$Z(44) = -1,332;$ $p = 0,183$

71	Selbstwirksamkeit	3	2	-1	0-6	0-5	$Z(44) = -1,095;$ $p = 0,273$
56	Selbstregulation	3	3	0	0-6	0-6	$Z(44) = -0,765;$ $p = 0,444$
62	Selbstregulation	4	3	-1	0-6	1-6	$Z(44) = -0,808;$ $p = 0,419$
67	Selbstregulation	—	—	—	—	—	—
74	Selbstregulation	4	3	-1	1-6	0-6	$Z(44) = -0,801;$ $p = 0,423$

4 Diskussion

4.1 Blutparameter

4.1.1. Männliche Probanden

Im Zuge der Untersuchung ausgewählter Blutparameter vor Beginn der Vorbereitungsphase sowie kurz vor Meisterschaftsbeginn, konnten bei den männlichen Studienteilnehmern signifikante Unterschiede der Blutparameter Transferrinsättigung, Eisen, Cortisol, CRP und CK-MB zwischen den beiden Messzeitpunkte festgestellt werden.

Betrachtet man die inkludierten Blutbiomarker des Clusters Sauerstofftransport und hämatologische Funktion, so zeigte sich eine statistisch signifikante Verringerung der Transferrinsättigung um -19 % (Tab. 2) sowie des Eisenwertes um -15 % (Tab. 2) innerhalb des festgelegten Zeitraumes von sieben Wochen. Zu dem Ergebnis, dass sich der Eisen- und Transsferrinstatus nach der intensiven Vorbereitungsphase negativ verändern, kamen auch Walker et al. (2019). Der Eisenwert zeigte nach der Vorbereitungsphase einen Rückgang von 56 %, die Transferinsättigung sank ebenso um 40 % des ursprünglichen Ausgangswertes. Allerdings handelt es sich in dieser Studie rein um weibliche Fußballsportlerinnen. Lee et al. (2017b) haben sich mit dem Einfluss des Eisenstatus auf die körperliche Leistungsfähigkeit beschäftigt und kamen zum Schluss, dass Veränderungen der Eisenstatusmarker auf eine Reihe gut untersuchter Auswirkungen auf die Leistung hin. Da Eisen einen direkten Einfluss auf die Anzahl roter Blutkörperchen und des Hämoglobins hat, kann ein Eisenmangel dazu führen, dass Muskeln während eines Trainings mit weniger Sauerstoff versorgt werden können. Das wiederum eine verminderte Ausdauerleistung bedingt. In der durchgeführten Studie wurde schließlich kein Rückgang des Hämoglobinwertes nach der intensiven Trainingsphase ermittelt werden, weswegen die Verringerung der Transferrinsättigung um -19 % beziehungsweise des Eisenwertes um -15 % der männlichen Studienteilnehmer nicht sofort mit einer verminderten Leistungsfähigkeit einhergeht. Weiters stellten sie fest, dass eine Transferrinsättigung unter 15% auf einen Eisenmangel hindeutet. Die durchschnittliche Transferrinsättigung der männlichen Probanden lag nach der Vorbereitungsphase auf 25 %, das demnach nicht als Eisenmangel interpretiert werden kann. Dennoch ist durch die negative Veränderung von rund 20 % klar zu erkennen, dass eine hohe Trainingsintensität beziehungsweise eine dichte Trainingshäufigkeit den Eisenstatus negativ beeinflussen und für eine optimale sportliche Leistung die Aufrechterhaltung eines angemessenen Eisenstatus unerlässlich ist. Allerdings

sollte die Interpretation dieses Biomarkers mit Vorsicht erfolgen, da diese auch innerhalb eines Tages stark schwanken kann (Lee et al., 2017a).

Im Cluster Hormonhaushalt zeigten die durchgeführten Untersuchungen eine statistisch signifikante Änderung des Hormons Cortisol nach der Vorsaison. Dabei kam es am Ende der Vorbereitungsphase zu einem Anstieg des Cortisolwertes um 19 % des Ausgangswertes (Tab. 4). San-Millán (2019) prüfte in seiner Studie die Rolle des katabolen Hormons Cortisol, das als Reaktion auf physiologischen Stress, wie etwa hochintensives Training, ausgeschüttet wird. Im Zuge dessen konnte bestätigt werden, dass die Cortisolwerte von Sportlern, die regelmäßig Trainings mit hoher Intensität bestreiten, deutlich höher sind. Die Trainingsintensität zeigt einen direkten Zusammenhang mit der Cortisol-Reaktion beziehungsweise Cortisol-Ausschüttung, weswegen die Chance auf Übertraining bei Athleten mit hoher Belastungsintensität immer erhöht ist. In der Studie von Michailidis (2014) konnte ebenfalls bestätigt werden, dass eine andauernde, hohe Trainingsbelastung mit einer Erhöhung des Cortisolwertes einhergeht. Dies erklärt Michailidis mit der Ermüdung aufgrund der hohen Anzahl an Trainingseinheiten inklusive Spielen, die eine höhere physische Belastung sowie psychischen Druck auf die Sportler verursachen. Hält ein erhöhter Cortisolspiegel über einen längeren Zeitraum an, so weisen Lee et al. (2017b) auf eine eingeschränkte Erholungsfähigkeit sowie beschränkte Fähigkeit zur Proteinsynthese hin. Dies zeigt sich auch in einem erschwerten Aufbau und der Erhaltung von Muskelmasse. Der katabole Effekt des Cortisols kann bei Sportlern mit häufigen physiologischen Stresssituationen zum Rückgang anaboler Kapazitäten des Körpers und zur Dämpfung des Immunsystems führen (Michailidis, 2014). Um das katabole und anabole Gleichgewicht bei Sportlern zu überwachen, ist das Verhältnis von Cortisol und Testosteron ausschlaggebend. Im Zuge dieser Studie zeigte sich zwar ein deutlicher Anstieg des Cortisolwertes, jedoch kam es zu keiner statistisch signifikanten Änderung des Hormon Testosteron (Tab. 4).

Hinsichtlich CRP und CK-MB, Biomarker des Clusters muskulärer Status und Inflammation, konnte in der durchgeführten Untersuchung eine statistisch signifikante Reaktion der männlichen Athleten des Fußballklubs Austria Wien auf die trainingsintensive Vorbereitungsphase festgestellt werden. Im Vergleich zum Ausgangswert ist der CRP-Wert um 20 % gestiegen (Tab. 5). Eine positive prozentuale Änderung des CRP-Wertes am Ende der Vor-Season haben auch Clemente et al. (2021) mit 15 % ermittelt. Andelković et al. (2015) stellten in ihrer Studie einen Anstieg des CRP-Wertes von 57,1 %, von 1,26 (0,89 –

1,78) mg/L am Beginn auf 1,58 (0,81 - 2,3) mg/L 45 Tage nach Vorbereitungsbeginn, fest. In der Studie von Silva et al. (2014) steigt der CRP-Wert von $0,39 \pm 0,25$ mg/L auf $0,90 \pm 0,69$ mg/L (130,77 %) zu Saisonmitte an.

Dass es während bzw. nach einem Entzündungszustandes, intensiver physischer Belastung, zu einem signifikanten Anstieg des CRP-Wertes kommt, bestätigten bereits Mohr et al. (2016), die Blutproben von vierzig Amateurfußballer, im durchschnittlichen Alter von $21,5 \pm 0,3$, vor und nach der Vorbereitungsphase eines Spiels sowie nach dem Spiel untersuchten. Dabei zeigte sich ein statistisch signifikanter Anstieg von $1,3 \pm 0,0$ mg/L nach der Vorbereitungsphase des Spiels auf $2,8 \pm 0,1$ mg/L (115,38 %) nach dem Spiel. Der erfasste Anstieg des CRP-Wertes wird häufig mit dem Einsatz hochintensiver Trainingssequenzen während der Vorbereitungsphase in Zusammenhang gebracht. Bekannt ist, dass Beschleunigungen und Abbremsungen sowie Laufgeschwindigkeiten über ein bestimmtes Ausmaß sowie über einen bestimmten Zeitraum die Auslösung von Mikroverletzungen im Muskel bedingen. Demnach können intensive Trainings- oder Spielbelastung den Anstieg von Muskelschädigungs- und Entzündungsmarkern fördern (Young et al., 2012). Aufgrund der vorangegangenen trainingsfreien Zeit (Off-Season) können vor allem die ersten Trainingseinheiten am Beginn der Vorbereitungsphase Mikrotraumen beziehungsweise Muskelschäden an kontraktile sowie strukturellen Komponenten innerhalb der Muskelfasern auslösen. Dies kann auch als Erklärungsmodell für den Anstieg des CRP-Wertes der männlichen Fußballleistungssportler des FK Austria Wien nach der prägnanten Trainingsphase dienen.

Bezüglich CK konnte bei den männlichen Studienteilnehmer kein statistischer Test auf Unterschied durchgeführt werden, da nach der Vorbereitungsphase keine Blutwerte des Biomarkers aufgezeichnet wurden. Bei der myokardialen Creatin-Kinase wurde jedoch eine statistisch signifikante prozentuale Änderung von -6 % am Ende der Vorbereitungsphase ermittelt. Dieses Ergebnis deckt sich nicht mit den Resultaten vieler anderer durchgeführter Studien, die einen Anstieg des CK- beziehungsweise CK-MB-Wertes nach intensiven körperlichen Belastungen erfassten. Radzimiński et al. (2020) ermittelten einen signifikanten Anstieg des CK-MB-Wertes von 569,53 U/L vor dem Vorbereitungsstart auf 692,93 U/L (21,67 %) in der Mitte der Saison. So zeigten auch Meyer und Meister (2011b) einen statistisch signifikanten Anstieg des CK-Wertes von 1051 U/L auf 1327 U/L (26,26 %) innerhalb eines Zeitraumes von drei Monaten. In der Studie von Heisterberg et al. (2013)

nahm der CK-Wert am Ende der Vor-Saison einen um 86,3 % höheren Wert (544 U/L) an als am Ende der Frühjahressaison (292 U/L). Dies lässt sich dadurch erklären, dass vor allem exzentrische Kräfte, die im Fußballsport sehr häufig im Sinne der „Stop-and-go“ Bewegungen und ständigen Richtungswechsel gefragt sind, Muskelschäden herbeirufen können und einen Austritt der Creatin-Kinase bewirken (Newham et al., 1986). Weiters sind erhöhte CK-Werte bei professionellen Spielern aufgrund des hohen Maßes an muskulärer Beteiligung im Fußballsport nicht selten.

Jedoch zeigten Radzimiński et al., (2020) auch, dass am Ende der Saison der CK-MB-Wert von 692,93 U/L in der Mitte der Saison auf 453,33 U/L am Ende der Saison (-34,58 %) sank. Ähnliche Ergebnisse präsentierten auch Silva et al. (2014), die bei 14 männlichen Profifußballern in der Mitte der Saison zwar einen Anstieg des CK-Anfangswertes (166,3 U/L) um 144,5 % feststellten, jedoch am Ende der Saison ebenso einen Abfall des CK-Wertes um -29,54 % dokumentierten. Die Autoren erklären dieses Resultat mit der Adaption der Trainingsbelastung durch die Reduktion exzentrischer Übungen sowie hochintensive Ausdauerleistungen in der Mitte der Saison. Aufgrund der Verringerung der Trainingsbelastung kam es in diesem Trainingsabschnitt zu geringerer Muskelschädigung, weswegen die myokardiale Creatin-Kinase vermutlich einen niedrigeren Wert annahm. Bekannt ist auch, dass die Messungen der (myokardialen) Creatin-Kinase individuelle sehr unterschiedlich ausfallen, da sie stark von den in den Vortagen ausgeübten körperlichen Aktivitäten beeinflusst werden. Um die CK-MB-Werte genauer interpretieren zu können, ist es notwendig, die individuelle Trainingsbelastung der Spieler heranzuziehen und die Werte des Parameters in Zusammenhang mit Symptomen und anderen Biomarkern zu bringen. (Djaoui et al., 2017) Denn die isolierte Betrachtung des Serum-CK-Spiegel liefert möglicherweise keine vollständig genaue Reflexion von strukturellen Schäden an Muskelzellen (Baird et al., 2012). Dies bestätigten Fielding et al. (2000) auch damit, dass der Serum-CK-Spiegel durch den Hydrationszustand vor extrinsischen Übungen beeinflusst werden kann und sich somit individuell stark unterscheidet. Die Debatte der Zuverlässigkeit des Serum-CK-Niveaus als Marker für Muskelschäden wird in der Literatur umfangreich diskutiert.

Aufgrund der vorab aufgezeichneten Ergebnisse und Interpretationen der (myokardialen) CK-Werte, könnte im Falle der Fußballsportler des FK Austria Wien einerseits die individuelle physische Beanspruchung vor den Blutabnahmen sowie der Hydrationsstatus

im Verlauf der intensiven Trainingszeit eine große Rolle bezüglich des negativ veränderten CK-MB-Wertes spielen. Andererseits kann auch eine Verringerung der Trainingsbelastung im Laufe bzw. am Ende der siebenwöchigen Vorbereitungsphase ein plausibler Grund für den erniedrigten CK-MB-Wert am Ende der Vor-Saison sein.

4.1.2. Weibliche Probandinnen

Hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen hämatologischen und biochemischen Parametern und der Trainingsbelastung im weiblichen Fußballleistungssport besteht im Vergleich zum männlichen Fußballleistungssport noch kein großes Repertoire an wissenschaftlichen Quellen.

In der durchgeführten Studie hat sich gezeigt, dass sowohl bei den inkludierten männlichen Fußballleistungssportlern als auch bei den weiblichen Athletinnen die Biomarker myokardiale Creatin-Kinase und Cortisol einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen dem Beginn und dem Ende der Vor-Saison aufweisen. Die restlichen statistisch signifikanten Blutparametern der männlichen Probanden, die im vorherigen Kapitel erläutert wurden, zeigten bei den weiblichen Sportlerinnen jedoch keine Signifikanz. Hingegen wurde im Zuge der Blutanalysen der weiblichen Teilnehmerinnen ein signifikanter Unterschied in den Biomarkern Hämatokrit, neutrophile Granulozyten, Basophile Granulozyten und Kreatinin zwischen den ausgewählten Messzeitpunkten erfasst.

Betrachtet man nun zuerst den Cluster Sauerstofftransport und hämatologische Funktion, so konnte nach der Vor-Saison eine statistisch signifikante Änderung der Hämatokritwertes von 2,5 % des Anfangswertes (von 40 % auf 41 %) festgestellt werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen auch Silva et al. (2008), die in ihren Untersuchungen einen signifikanten Anstieg des Hämatokrit-Wertes von 40,7 % vor der untersuchten Trainingsphase auf 43,3 % (6,39 %) am Ende eines sechs-wöchigen Trainingsprogrammes, bei dem die Belastung stetig gesteigert wurde, beobachteten. Hingegen zeigten Heisterberg et al. (2013), dass der Hämatokrit-Wert professioneller männlicher Fußballspieler, der am Beginn der Vorbereitungsphase 45 % betrug, zwar bis zum Ende der Vorbereitungsphase keine Veränderung zeigte, aber am Ende der Saison um 4,44 % (47 %) anstieg. Dass der Hämatokrit mit der Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit ansteigt, ist wissenschaftlich bekannt (Meyer und Meister, 2011). In Betrachtung beider Studien deutet

dieser Anstieg vermutlich auf die Reaktivität des Hämatokrit-Wertes auf Variationen der Trainingsbelastung hin (Djaoui et al., 2017).

Gegensätzlich zu den bereits erwähnten Untersuchungen berichteten andere Studien von negativen Änderungen des Hämatokritwertes nach physischer Belastung. Walker et al. (2019) stellten bei 25 professionellen weiblichen Fußballerinnen eine signifikante negative Änderung des Hämatokritwertes von 43,3 % vor der Vorbereitungsphase auf 41,8 % (-3,46 %) am Beginn der Wettkampfphase fest. Die Autoren brachten das Ergebnis in Zusammenhang mit dem Abfall des Eisen- und Transferrin-Status, welcher eine Verringerung der Leistungsfähigkeit und Trainingskapazität in Form der Reduktion der $\dot{V}O_{2max}$ mit sich zog. Dieser Zusammenhang zwischen dem Hämatokritwert und der Entwicklung der $\dot{V}O_{2max}$ wurde auch von Hansen und Klausen (2004) bestätigt.

Ein anderes Erklärungsmodell für eine signifikante negative Änderung des Hämatokritwertes nach physischer Belastung bieten Andelković et al. (2015), die in ihren Untersuchungen einen Abfall des Hämatokrit-Wertes nach einem 90-tägigen intensiven Fußballtrainingsprogramm feststellten. Die Autoren stützten ihr Resultat auf dem Konzept der „Sportanämie“, bei der es aufgrund der Erhöhung des Plasmavolumens zu einem Verdünnungseffekt kommt. Dieser kann erniedrigte Hämoglobin- oder Hämatokrit-Werte bedingen (Saidi et al., 2021).

Aufgrund der Ergebnisse der vorab erwähnten Studien, könnte man den signifikanten Anstieg des Hämatokritwertes nach der intensiven Vorbereitungsphase bei den weiblichen Athletinnen als Reaktion auf eine positive Veränderung der körperlichen Leistungsfähigkeit sehen. Da die maximale Sauerstoffaufnahme als Indikator der physischen Ausdauerleistungsfähigkeit in der Untersuchung nicht erfasst wurde, ist es schwierig, den Interpretationsansatz zu bekräftigen.

Im Cluster Immunfunktion wurde sowohl bei den neutrophilen Granulozyten als auch bei den Basophilen eine signifikante Änderung der Werte am Ende des intensiven Trainingsprogrammes gefunden. Die neutrophilen Granulozyten wiesen eine negative Änderung von 4,60 G/l auf 3,95 G/l (-14,13 %) auf, während sich hinsichtlich der basophilen Granulozyten eine positive Änderung von 0,00 G/l auf 0,10 G/l zeigte.

Heisterberg et al. (2013), die im Zuge ihrer Studie gewisse Blutwerte professioneller männlicher Spieler überwachten, kamen ebenso zum Ergebnis, dass sich die neutrophilen Granulozyten im Verlauf einer ganzen Fußball-Saison negativ verändern. Jedoch war diese Änderung nicht statistisch signifikant. Gegensätzlich wurde jedoch eine signifikante negative Änderung (-33,33 %) der basophilen Granulozyten, mit einem Median von 0,03 G/l vor der Vorbereitung und einem Median von 0,02 G/l am Ende der Saison, entdeckt. Die Autoren bringen diese signifikante Senkung, gemeinsam mit der Verringerung des durchschnittlichen Hämoglobingehaltes pro Erythrozyt (MCH) und des durchschnittlichen Hämoglobingehalts am Gesamtvolumen der Erythrozyten (MCHC), in Zusammenhang mit einer erhöhten Gefahr der Entwicklung von Überbelastungssymptomen in Phasen der physischen Überforderung der Athleten. Jedoch bekräftigen sie nicht, dass diese Überbelastungsgefahr für die gesamte Gruppe besteht, sondern in dem Fall die Blutwerte einzelner Spieler*innen betrachtet werden sollen. Veränderungen der Granulozyten können durch Faktoren wie körperliche Belastung, Infektionen oder Krankheiten induziert werden. Ein vermehrtes Vorkommen an basophilen Granulozyten ist ein Indikator dafür, dass bestimmte inflammatorische Reaktionen im Körper stattfinden. Im Falle der Athletinnen des FK Austria Wien kann der erhöhte Wert der basophilen Granulozyten eine Folge der intensiven physischen Trainingsbelastung, die Entzündungsreaktionen im Körper auslösen kann, im untersuchten Trainingszeitraum sein. Nichtsdestotrotz fehlen vergleichende Studien, die die Interpretation der Erhöhung erleichtern würden.

Da die Neutrophilen als angeborenes Immunsystem die Aufgaben der Einleitung von Reparaturmechanismen sowie die Begrenzung der Schädigung haben, kann eine verringerte Anzahl an Neutrophilen die Anfälligkeit für bakterielle Infektionen erhöhen (Horn et al., 2010). Überdies entdeckten Horn et al. (2010) eine signifikante Korrelation zwischen der aeroben-anaeroben Leistung und der Anzahl der neutrophilen Granulozyten: Je aerober die Sportart ist, umso niedriger ist die Neutrophilen-Anzahl. Dies zeigt, dass Ausdauersportler*innen anfälliger für bakterielle Infektionen sind (Heisterberg et al., 2013). Diese Beobachtungen könnten darauf hindeuten, dass die Athletinnen des FK Austria Wien in der Vorbereitungsphase hochintensive aerobe Leistungen erbringen mussten.

Demzufolge ist es sinnvoll, Immunparameter bei Fußballspieler*innen zu beobachten, da sich Abweichungen der Normwerte negativ auf die Gesundheit und Leistung auswirken können.

Ein Blutparameter, der sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Athlet*innen eine signifikante Reaktion auf die gesetzten Trainingsreize in der Vorbereitungsphase zeigte, war das Hormon Cortisol. Allerdings fand man bei den weiblichen Sportlerinnen eine negative Entwicklung des Cortisolwertes innerhalb der Vor-Saison. Der Wert sank von 11,60 µg/dl auf 9,25 µg/dl ab (-20,26 %). Da der Körper bei der Absolvierung eines Trainingsprogrammes einem physischen Stress ausgesetzt wird, kommt es nach jedem Training zu einer Cortisol-Produktion. Innerhalb von 24 Stunden wird dieses wieder aus dem Körper entfernt. Hält die Trainingsbelastung aber über einen bestimmten Zeitraum an und kommt es nicht zu entsprechenden Ruhephasen, kann die Stressreaktion desensibilisiert werden. Diese Desensibilisierung bedingt eine verminderte Cortisol-Reaktion. (Meeusen et al. 2013)

Michailidis (2014), der hormonellen Veränderungen von professionellen Fußballspielern während einer Saison untersuchte, stellte fest, dass der Cortisolwert während der Saison durch die intensive Belastung und den dadurch bedingten physischen Stress anstieg und nach der Saison, durch Wegfallen von Stressfaktoren wie der Trainingsbelastung oder dem psychischen Stress Leistung zu erbringen, wieder sinkt. Je nach psychischer und physischer Stresssituation weist Cortisol als Stresshormon zu unterschiedlichen Tageszeiten Schwankungen auf.

In der Studie von Walker et al. (2019), die die Reaktion gewisser Biomarker bei weiblicher Fußball-Leistungssportlerinnen erforschten, war nach dem Zeitraum der höchsten Trainingsbelastung ebenso eine geringe Senkung der totalen Cortisol-Konzentration zu erkennen. Die Autoren stützen dieses Ergebnis auf eine mögliche verzögerte Störung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse oder anderen kompensatorischen Anpassungen des Körpers (Meeusen et al. 2013).

Die Blutabnahme der Athletinnen des FK Austria Wien erfolgte sowohl zum ersten als auch zum zweiten Messzeitpunkt vormittags zwischen 08:00 und 10:00 Uhr, wo die Konzentration des Cortisols bekanntlich am höchsten ist. Im Zuge der diskutierten Schwankungen der Cortisol-Konzentration kann die Senkung des Cortisolwertes einerseits einer Desensibilisierung der Stressreaktion aufgrund anhaltender Trainingsbelastung ohne Ruhephasen oder anderer kompensatorischer Adaptionen des Körpers zu Grunde liegen. Andererseits ist die Trainingsbelastung vor allem in den Tagen vor der zweiten Blutabnahme

zu berücksichtigen. Ist der Trainingsumfang verringert bzw. die Trainingsbelastung erniedrigt worden, könnte das einen geringeren Cortisolwert aufgrund der Reduktion des physischen und psychischen Stresses erklären. Um den Cortisolspiegel aber genauer interpretieren zu können, wird die Erstellung eines Tagesprofils empfohlen, da die Werte mehrmals über einen Tag verteilt dokumentiert werden. Außerdem müssen bei der Interpretation beeinflussende Faktoren wie psychische Beschwerden, verschiedene Medikamente, Infektionen und Stress berücksichtigt werden. In der Interpretation des Cortisolspiegels spielen insbesondere bei weiblichen Sportlerinnen Veränderungen im Östrogenspiegel, zum Beispiel im Verlauf des Menstruationszyklus oder durch den Einsatz von hormonellen Verhütungsmitteln, eine bedeutende Rolle (Michailidis, 2014).

Die Fußballerinnen des FK Austria Wien weisen nach der Vorbereitungsphase erhöhte Werte der CK und CK-MB auf. CK nahm am Ende der fünföchigen Vorbereitung einen um 35,96 % höheren Wert an als zu Beginn. Genauso zeigte CK-MB eine signifikante Steigerung von 17,24 %. Dieses Ergebnis ist den bei den männlichen Athleten ermittelten Werten konträr. Einen möglichen Erklärungsansatz für das konträre Ergebnis bei männlichen und weiblichen Sportler*innen bietet die Studie von Fredsted et al. (2008). Fredsted et al. (2008) ließen 18 männliche und 15 weibliche Teilnehmer*innen 30-minütige Step-Übungen auf einer verstellbaren Bank durchführen. Die Bank wurde auf eine relative Höhe von 110% der Unterschenkellänge eingestellt. Die Kniestrecker eines Beins der Proband*innen kontrahierte während der Aufwärtsphase konzentrisch, die Kniestrecker des anderen Beins kontrahierten während der Abwärtsphase hingegen exzentrisch. Am dritten Tag nach der Durchführung war der Serum-CK-Spiegel bei den 15 Frauen siebenmal höher (7239 ± 2401 U/l) als bei den männlichen Teilnehmern ($p < 0,001$). Die Autoren führen dieses Ergebnis auf eine höhere Anpassungsfähigkeit der Muskulatur an exzentrische Kraftübungen bei Männern zurück. Diese Annahme bekräftigt auch die Untersuchung von Miles et al. (1994), bei der ein größerer relativer Anstieg des CK-Spiegels nach 50 exzentrischen Kontraktionen der Arm-Flexor-Muskulatur bei Frauen gezeigt wurde. Dies ist allerdings nur ein Interpretationsansatz für das konträre Ergebnis und es Bedarf an weiterer Forschung an geschlechterspezifischen Unterschieden in der Reaktion auf gewisse Blutparameter.

Walker et al. (2019), die Biomarker weiblicher Fußballerinnen untersuchten, bekräftigen das oben angeführte Ergebnis der weiblichen Fußballerinnen des FK Austria Wien, da sie ebenso

einen statistisch signifikanten Anstieg des CK-Wertes vor der Vorbereitungsphase bis zum Beginn der Wettkampfphase um 91,97 % ermittelten. Ähnliche Ergebnisse wurden sowohl bei professionellen Sportler*innen als auch in College-Teams gefunden, wie Heisterberg et al. (2013), Meyer & Meister (2011) und Silva et al. (2014) nachwiesen. Der Anstieg resultierte in allen angeführten Untersuchungen aus einer Erhöhung der Trainingsbelastung und des Trainingsumfanges innerhalb einer gewissen Zeit, gleichgültig ob diese in der Vorbereitungsphase oder während der Wettkampfphase stattfand. Dieses Resultat weist darauf hin, dass in intensiven Trainingszeiträumen eine konsequentere Umsetzung zusätzlicher Erholungsstrategien stattfinden sollte.

In Betrachtung des Blutparameters Kreatinin, ein weiterer Biomarker des Clusters muskulärer Status und Entzündung, wurde eine statistisch signifikante Reduktion des Wertes um -0,1 %, von 0,90 mg/dl am Beginn auf 0,80 mg/dl am Ende der Vorbereitungsphase, ermittelt. Zu einer negativen Änderung kam es auch in der Untersuchung von Andelković et al. (2015). Hinsichtlich der 19 ausgewählten männlichen Profispieler zeigte sich am Beginn der intensiven Trainingsphase ein Kreatininwert von 1,51 mg/dl, der rund 6 Wochen danach auf den Wert 1,49 mg/dl (-1,3 %) sank. Da ein direkter Zusammenhang zwischen der Freisetzung von Kreatinin und der Muskelmasse besteht (Renz, 2018), könnte das Ergebnis beider Studien auf eine Reduktion der Muskelmasse hindeuten.

Diverse Studien weisen bezüglich der Änderung des Kreatininwertes aufgrund physischer Belastungen jedoch kontroverse Ergebnisse auf. So fanden Clemente et al. (2021) in ihrer Studie, die 25 professionelle Fußballer inkludierte, einen Anstieg des Kreatininwertes von 0,95 mg/dl vor der Vorbereitungsphase auf 1,0 mg/dl nach der Vor-Saison (5,15 %). Die Autoren erklären diesen Anstieg mit einer erhöhten Muskelmasse der Athleten durch das hochintensive Trainingsprogramm. Bei kurzen, sehr intensiven Belastungen kann durch die Anreicherung von Kreatin im Muskel die Ermüdung verlangsamt werden. Dadurch ist die Ausführung höherer Trainingsintensitäten möglich (Clemente et al., 2021). Ein weiterer Grund für die Erhöhung des Kreatininwertes in diesem Zeitraum könnte eine Supplementierung sein. Dies stellt allerdings nur eine Interpretationsmöglichkeit dar, da keine Aufzeichnungen zur Supplementierung der Athleten vorhanden sind.

Andere Autoren wiederum, wie zum Beispiel Meyer und Meister (2011) sowie Urhausen et al. (1987) fanden im Zuge der Untersuchungen der Kreatininwerte professioneller Spieler

im Verlauf einer Fußball-Saison keine signifikanten Unterschiede. Aufgrund der diversen Resultate vergleichbarer Studien ist die regelmäßige Überwachung des Kreatininwertes im professionellen Fußball im Gegensatz zu anderen Blutparametern von geringerer Bedeutung.

Dennoch könnte die Änderung des Kreatininwertes bei den weiblichen Fußballerinnen des FK Austria Wien, die zwar statistisch signifikant, aber sehr gering ist, mit einer Verringerung der muskulären Belastung in den letzten Tagen vor der Blutabnahme zusammenhängen. Eventuell erfuhren die Athletinnen in den letzten Trainingstagen der Vorbereitungsphase weniger hochintensive Trainingsreize, weswegen der Kreatininwert keine Erhöhung, sondern einen geringen Rückgang zeigte.

4.2 REST-Q-Fragebogen

Zur Beurteilung des subjektiven Belastungsempfindens der Studienteilnehmenden kam der Rest-Q-Fragebogen zum Einsatz. Um das subjektive Empfinden der Proband*innen genauer einschätzen und interpretieren zu können, wurden die einzelnen Fragen einer der 19 Kategorien zugeordnet. Es wird konkret analysiert, wie sich die Trainingsbelastung in der Vorbereitungsphase auf das subjektiv wahrgenommene psychische und physische Wohlbefinden der Athlet*innen auswirkt.

4.2.1 Subjektives Belastungsempfinden männlicher Probanden

Betrachtet man rein die Ergebnisse der statistischen Auswertung des REST-Q-Fragebogens der männlichen Teilnehmer, so wiesen 19 der 77 Fragen einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den beiden Erhebungszeitpunkten auf. Dies verdeutlicht, dass die intensive Trainingsbelastung mit Sicherheit einen gewissen Einfluss auf das subjektive Empfinden der Fußballspieler hat. Die intensive Trainingsphase bedingte eine signifikante Reduktion des Selbstwirksamkeitsgefühl, der Überzeugung der Athleten, dass sie das gesteckte Ziel gut erreichen könnten (Frage 52). Nach Bandura (1997) versteht man unter Selbstwirksamkeit die „Überzeugung, Herausforderungen aus eigener Kraft erfolgreich bewältigen zu können“. Dieser Glaube an die eigenen Fähigkeiten könnte durch die hohen kognitiven, physischen sowie psychischen Ansprüche in dem untersuchten Zeitraum geschwächt worden sein. Das Empfinden eines ständigen Leistungsdruckes, das sich in der Trainingsphase signifikant erhöht hat (Frage 44), kommt in der wahrgenommenen

Selbstwirksamkeit der Athleten zum Ausdruck. Der Druck permanent physische Leistung erbringen zu müssen und sich gegenüber anderen durchzusetzen, um mithalten zu können, kann zu einem verminderten Selbstwertgefühl und zu erhöhtem Stressempfinden führen (Bandura, 1997). Betrachtet man nun auch das Hormon Cortisol, das im Falle der männlichen Athleten des FK Austria Wien eine signifikante Steigerung von 18,68 % am Ende der Vorbereitungsphase aufwies, so lässt sich ein Zusammenhang mit dem Stressempfinden der Sportler finden. Wie im Kapitel 1.3.13 erläutert, beeinflusst die Trainingsintensität und -häufigkeit die Cortisol-Ausschüttung. Unter stressigen physiologischen Bedingungen erhöht sich die Cortisol-Freisetzung, um die Energieverfügbarkeit zu steigern (Budgett, 1990). Genauso kann ein Anstieg des C-reaktiven Proteins ein Indikator für erhöhten physischen Stress sein. Demnach wird in der vorliegenden Arbeit gezeigt, dass eine physiologische Reaktion, im Sinne einer erhöhten Cortisol-Ausschüttung sowie eines gesteigerten CRP-Wertes, zugleich auch eine psychische Wirkung, in Form eines erhöhten subjektiven Stressempfindens der Sportler, zufolge hat.

Dass sich eine lang andauernde, intensive Trainingsphase auf die physische Verfassung auswirkt, zeigt sich demnach nicht nur in den empirisch erhobenen Blutparametern, sondern auch in der subjektiven Wahrnehmung der Athleten. Dies äußerte sich in einem vermehrten Auftreten von körperlichen Beschwerden (Frage 7 und 50) sowie muskulären Verspannungen und Verhärtungen während einer sportlichen Leistung (Frage 57) und dem oftmals wahrgenommenem Gefühl von körperlichem Unwohlsein (Frage 20) und Ermüdung (Frage 16) am Ende der Vor-Saison. Sogleich das Empfinden physischer Schwäche stieg, sank die Häufigkeit erlebter körperlicher Entspannung (Frage 9) und Ausgeglichenheit (Frage 13) in dieser Zeit. Änderungen in den Kategorien *Ermüdung*, *körperliche Beschwerden* sowie *physische Erholung* deuten auf eine konsistente Veränderung der Gesamtbelastung und -erholung bei erhöhter Trainingsbelastung hin (Meeusen et al., 2013). Das Risiko, akute Verletzung oder Überbelastungsverletzungen zu erleiden, ist bei einem Anstieg in der Kategorie *Verletzung* signifikant höher, wie einige Studien bestätigten (Brink et al., 2010; Laux et al., 2015). Genauso besteht ein Zusammenhang zwischen der Schlafqualität und dem Verletzungsrisiko. Wird der Schlaf als wenig erholsam und entspannend empfunden (Frage 19), wie es bei den Athleten des FK Austria Wien der Fall war, so besteht ein eindeutig höheres Verletzungsrisiko (Meeusen et al., 2013). Die psychische Verfassung der Athleten sollte als Richtwert für die Planung von Ruhephasen herangezogen werden (Laux et al., 2015). Denn entscheidend ist nicht die objektiv

gemessene Dauer von Erholungsphasen, sondern deren subjektive Wahrnehmung der Sportler. Denn nicht die physischen Aspekte eines Stressfaktors sind entscheidend, sondern dessen psychische Auswirkung auf die Athleten (Williams & Andersen, 2012).

Es wird jedoch davon ausgegangen, dass es nach einer Reduktion akuter physischer Belastung zu einem Rückgang der Fragen dieser Kategorien auf das Ausgangsniveau kommt. Innerhalb weniger Wochen sollte sich dann eine erneute Verbesserung der Leistung zeigen (Carfagno & Hendrix, 2014). Im Falle einer chronischen Trainingsbelastung besteht die Evidenz, dass die empfundene Erholung und der Gesamtstress eine Reaktion zeigen. In Bezug auf die Reaktion der REST-Q-Kategorien auf eine Verringerung chronischer Trainingsüberbelastung gibt es jedoch keine einheitlichen Hinweise. Dies bekräftigt die Herausforderung der Überwachung von Athleten. (Gabbett, 2016)

Nicht nur die physische Erholung erfuhr in der trainingsintensiven Vorbereitungsphase einen Rückgang, sondern vor allem auch die soziale Erholung. Die Athleten gaben an, dass sie sich am Ende der Vor-Saison weniger mit Freunden getroffen haben (Frage 23 und 14) bzw. amüsiert haben (Frage 33) und auch seltener gelacht haben (Frage 6). Dieses Ergebnis zeigt, dass eine erhöhte Trainingsbelastung auch einen Einfluss auf das soziale Leben außerhalb des professionellen Fußballsports der Athleten hat. Dennoch wurde eine positive Änderung in der Selbstreflexion der Teamfähigkeit gefunden. Die Fußballer empfanden, dass sie sich am Ende der Vor-Saison effektiver um Probleme, die in ihrem Team auftraten, kümmern konnten (Frage 60). Das könnte daran liegen, dass die Sportler gerade in der Vorbereitungsphase aufgrund der erhöhten Trainingshäufigkeit und -stunden viel Zeit mit ihrem Team verbrachten, aber nur wenig Raum für soziale Kontakte außerhalb des Fußballsports hatten.

Zudem ist das allgemeine Wohlbefinden der Sportler eng mit der Trainingsbelastung verknüpft. Sehr intensive Trainingsphase spiegeln sich in der Stimmung und Zufriedenheit wider. Die Athleten des FK Austria Wien berichteten über einen negativen Rückgang der guten Laune (Frage 34), der Zufriedenheit (47), der Glückseligkeit (43) sowie einer positiven Einstellung (Frage 10) in der letzten Phase der Vorbereitung. So wurde auch in der Studie von Meeusen et al. (2013) eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen der Stimmungslage und dem Training gefunden. Je intensiver und häufiger die Athleten trainierten, desto mehr verschlechterte sich ihre Stimmung bzw. ihr allgemeines Wohlbefinden. Im Gegenzug dazu

führt eine Reduktion des Trainingsumfanges zu einer raschen positiven Veränderung der Stimmungslage.

So wirkt sich die trainingsintensive Vorbereitungsphase auf das physische und psychische Wohlbefinden der Athleten aus. Diese Ermüdungsempfindungen und Stimmungsveränderungen können aber vor allem eine Auswirkung auf die sportliche Leistung haben. Emotionale, physische und psychische Aspekte stehen in der Sportliteratur im Zusammenhang mit der Leistungsfähigkeit (Cook & Beaven, 2013; Durand-Bush & Salmela, 2002; Lazarus, 2000).

4.2.2 Subjektives Belastungsempfinden weiblicher Probanden

In Betrachtung des REST-Q-Fragebogens der weiblichen Athletinnen wurden nur wenige signifikante Veränderungen am Ende der Vorbereitungsphase gefunden. Lediglich drei der 77 Fragen wiesen eine statistische Signifikanz auf, ein großer Unterschied im Vergleich zu den männlichen Athleten. Diese Differenz kann dadurch erklärt werden, dass das Trainingspensum bei den weiblichen Sportlerinnen vergleichbar geringer ausfiel. Dies ist dem geschuldet, dass männliche Athleten den Fußball hauptberuflich betreiben und dieser für die meisten weiblichen Fußballerinnen lediglich eine Nebensache darstellt.

Klar ersichtlich ist, dass sich der Leistungsdruck (Frage 44) sowie der Druck, sich vor Fremden bewähren zu müssen (Frage 32) in der letzten Phase der Vor-Saison deutlich erhöht hat. Es besteht eine starke Verbindung zwischen der Trainingsbelastung und dem physischen und psychischen Druck der Sportler*innen (Laux et al., 2015). Dies kommt besonders dann zum Vorschein, wenn wenig Erholungsphasen in die Gesamtbelastung integriert werden. Der Leistungsdruck erhöht sich deswegen in der Vorbereitungsphase auch so, weil die Athletinnen sich gegenüber ihren Kolleginnen und auch den Trainer*innen beweisen müssen und eine gute Performance liefern müssen, um einen Platz im Kader zu erlangen.

Die signifikant geringere Zeit für Freunde (Frage 14) könnte ein Resultat des erhöhten (Leistungs-)drucks sein, da die eigenen fußballerischen Fertigkeiten sowie die allgemeine (Ausdauer-)Leistungsfähigkeit ständig ausgebaut werden müssen. Im Hinblick auf die Wettkampfphase ist es die Aufgabe der Athlet*innen in der Vor-Saison genügend Ressourcen zu schaffen, die es ihnen erlauben, permanent ihre physische Leistungsfähigkeit

abrufen zu können. Der subjektiv empfundene Druck der Athletinnen kann zu einer Verschlechterung der Stimmung führen. Diese psychischen Komponenten wirken sich dann wiederum negativ auf die physische Verfassung aus, das in einer Verschlechterung der Leistung resultieren kann.

Eine Überwachung des subjektiven Belastungsempfinden mit Hilfe eines Fragebogens kann demnach einen Einblick in den psychosozialen Erholungsstress-Zustand der Athlet*innen bieten und ist in einem professionellen Umfeld erforderlich, um die Sportler*innen bestmöglich unterstützen zu können.

4.3. Überprüfung der Hypothesen

Die erste Nullhypothese, „Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied in den einzelnen Blutparametern zwischen T1 und T2 bei den weiblichen Probanden“, wird auf Grundlage der durchgeführten statistischen Untersuchungen abgelehnt. Die Alternativhypothese wird angenommen, denn sieben der 19 beobachteten Blutparameter zeigten einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen dem ersten und dem zweiten Messzeitpunkt.

Ebenso wird auch die zweite Nullhypothese, „Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied in den einzelnen Blutparametern zwischen T1 und T2 bei den männlichen Probanden“, auf Grundlage der statistischen Überprüfungen abgelehnt. Bezüglich folgender fünf Parameter war ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Testzeitpunkten zu finden und wird die Alternativhypothese angenommen.

Im Rahmen der Durchführung des REST-Q-Fragebogens wurde die Nullhypothese „Es besteht kein statistisch signifikanter Unterschied im subjektiven Belastungsempfinden zwischen T1 und T2 bei den männlichen Probanden“ untersucht. Auf Grundlage der vorab präsentierten Ergebnisse, dass in 19 der 77 Fragen eine statistisch signifikante Änderung am Ende der Vor-Saison gefunden wurde, wird die Hypothese abgelehnt. Die Kategorien *generelles Wohlbefinden, Selbstwirksamkeit, Konflikt/Druck, körperliche Beschwerden, Verletzung, Ermüdung, physische Erholung, Schlafqualität und Selbstreflexion eigener Leistung und der Teamfähigkeit* zeigten einen signifikanten Unterschied am Ende der Vor-Saison. Demnach kann angenommen werden, dass sich eine intensive Trainingsphase signifikant auf das subjektiv wahrgenommene Empfinden auswirkt. Zugleich wurden auch

Änderungen im Belastungsempfinden weiblicher Athletinnen entdeckt, weswegen die vorab aufgestellte Nullhypothese abgelehnt werden muss.

5 Limitationen

Einschränkungen betreffend des Studiendesigns sind sogenannte Order-Effekte. Damit ist gemeint, dass einige Studienteilnehmer*innen aufgrund von Verletzungen, Erkrankungen oder möglichen anderen Gründen nicht die vollständige physische Trainingsbelastung zwischen den beiden Testungen erreichen können. Es gab keine Dokumentationen zu der Trainingshäufigkeit der einzelnen Spieler*innen beziehungsweise keine Aufzeichnungen zu möglichen Verletzungen, weswegen die Werte des Posttests aller Spieler*innen verwendet wurden. Dies hat klarerweise einen bedeutsamen Einfluss auf den Posttest.

Eine weitere Limitation der vorliegenden Arbeit ist sicherlich die fehlende Codierung des REST-Q-Fragebogens, weswegen es bei der statistischen Auswertung zu Änderungen kommen musste. Im Zuge des Tests auf Unterschied wurde dahingehend der Mann-Whitney-U-Test eingesetzt.

Eine weitere Limitation stellte die mangelnde Dokumentation des Zeitpunktes der Blutabnahme dar. Lediglich eine Zeitspanne von zwei Stunden ist bekannt und es ist nicht bekannt, wann die Athlet*innen die letzte Trainingseinheit vor der zweiten Blutabnahme hatten. Diese Aspekte, die die gemessene Konzentration beziehungsweise Aktivität der analysierten Marker enorm beeinflussen, erschweren eine genaue Analyse der Blutparameter. Hinsichtlich der weiblichen Sportlerinnen gilt zu beachten, dass der Menstruationszyklus und hormonelle Verhütungsmethoden nicht nur einen Einfluss auf gewisse Blutparameter der hämatologischen Funktion oder des Hormonhaushaltes nehmen, sondern auch auf psychische Komponenten wie etwa die Stimmungslage nehmen. Daten zu Verhütungsmethoden oder dem Menstruationszyklus einzelner Spielerinnen wurden nicht erfasst, weshalb diese Faktoren in der Auswertung und Interpretation nicht berücksichtigt werden konnten.

Außerdem stellt eine fehlende Aufzeichnung einer möglichen Supplementierung der Athlet*innen eine Limitation dar. Denn im professionellen Sportsetting werden

unterschiedliche Supplemente eingesetzt, die die Sportler*innen besonders in trainingsintensiven Phasen eine Unterstützung bieten sollen. Der Einsatz von Nahrungsergänzungsmitteln kann einen enormen Einfluss sowohl auf das physische als auch auf das psychische Wohlbefinden der Sportler*innen nehmen.

Des Weiteren wurde die genaue Trainingsbelastung der einzelnen Trainingseinheiten nicht dokumentiert. Demnach ist nicht klar, wie die Trainingsbelastung in den fünf bzw. sieben Wochen gesteuert beziehungsweise adaptiert wurde. Dies würde im Hinblick auf die Veränderung gewisser Blutbiomarker eine Rolle spielen.

6 Fazit

Um auf die vorab formulierte Forschungsfrage einzugehen, lässt sich schlussendlich sagen, dass sich die Auswirkungen einer intensiven physischen Belastungsphase sowohl in dem physischen Zustand der Athlet*innen als auch in deren psychischer Verfassung bemerkbar machen. Zur effektiven Prävention eines potenziellen Übertrainings, in Folge zu hoher Trainingsintensitäten und Trainingsvolumina, stellt die Kombination aus der Überwachung ausgewählter Blutbiomarker und dem Einsatz von Fragebögen zur Aufklärung des momentanen psychischen Befindens eine passende Möglichkeit dar. Aufgrund des Abhängigkeitsverhältnisses zwischen physischen und psychischen Komponenten, ist hinsichtlich der korrekten Bewertung des (Gesundheit-) Zustands der Athlet*innen eine Verknüpfung der beiden Methoden notwendig. Ein Beispiel dafür bietet der in der vorliegenden Arbeit erforschte Zusammenhang zwischen dem erhöhten psychischen (Leistungsdruck) und physischen (hohe Trainingsintensitäten) Stressempfinden der Fußballleistungssportler*innen und dem signifikanten Anstieg des Cortisol-Spiegels sowie der CRP-Werte.

Die durchgeführte Studie legt dar, dass in Phasen erhöhter Trainingsbelastung vor allem Biomarker des Hormonhaushaltes, von Entzündungsreaktionen und der hämatologischen Funktion eine Reaktion zeigen. In Betrachtung der weiblichen Athletinnen führt das hohe Trainingspensum auch zu Veränderungen immunologischer Blutparameter. Um den geschlechtsspezifischen Differenzen der physischen und psychischen Resultate der Vor-Saison im Fußballleistungssport auf den Grund zu gehen, bedarf es an weiterer Forschung. In der vorliegenden Arbeit wurde kaum auf die Gemeinsamkeiten und Gegensätze hinsichtlich der biologischen Geschlechter eingegangen, das vor allem auch an der mangelnden frauenspezifischen Literatur im Fußballsport liegt.

Eine valide Analyse und demzufolge eine korrekte Interpretation der Blutparameter sind jedoch nur unter Berücksichtigung gewisser Aspekte möglich. Im Hinblick auf weiteren Forschungen in diesem Gebiet ist die Dokumentation der Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln und Medikamenten und im Falle der weiblichen Athletinnen das Einbeziehen des Menstruationszyklus und eventueller hormoneller Verhütungsmethoden erforderlich.

Ein gut strukturiertes Monitoring im Leistungssport stellt für Vereine ein effizientes Tool zur Prävention von Verletzung sowie Erkrankung dar und ist somit ein geeignetes Mittel für den Leistungserhalt sowie einer nachhaltigen Leistungssteigerung der Sportler*innen. Bekanntlich resultiert eine geringere Ausfallszeit der Athlet*innen pro Saison in einer höheren Erfolgsquote des jeweiligen Vereins und demzufolge in einem finanziellen Benefit. Somit finden die Erkenntnisse der durchgeführten Studie auch Anwendung in einem wirtschaftlichen Kontext.

7 Literaturverzeichnis

- Andelković, M., Baralić, I., Dordević, B., Stevuljević, J. K., Radivojević, N., Dikić, N., Škodrić, S. R., & Stojković, M. (2015). Hematological and Biochemical Parameters in Elite Soccer Players During A Competitive Half Season. *Journal of Medical Biochemistry*, 34(4), 460–466. <https://doi.org/10.2478/JOMB-2014-0057>
- Baird, M. F., Graham, S. M., Baker, J. S., & Bickerstaff, G. F. (2012). Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/960363>
- Bandura, A. (1997). *Self-Efficacy: The Exercise of Control*. Freeman.
- Bekris, E., Gioldasis, A., Gissis, I., Anagnostakos, K., & Eleftherios, M. (2015). From Preparation to Competitive Period in Soccer: Hematological Changes. *Sport Science Review*, 24(1–2), 103–114. <https://doi.org/10.1515/SSR-2015-0011>
- Brade, V., Braden, B., Böddinghaus, B., Borgmann, S., Bruhn, H. D., Buer, J., Caspari, G., Doerr, H. W., Enzensberger, R., Geisel, J., Gerlich, W. H., Greinbacher, A., Gruber, R., & Grünen, N. (2023). *Labor & Diagnostik* (5th ed.). Prof. Dr. Lothar Thomas.
- Brancaccio, P., Lippi, G., & Maffulli, N. (2010). Biochemical markers of muscular damage. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 48(6), 757–767. <https://doi.org/10.1515/CCLM.2010.179>
- Brink, M. S., Visscher, C., Arends, S., Zwerver, J., Post, W. J., & Lemmink, K. A. P. M. (2010). Monitoring stress and recovery: new insights for the prevention of injuries and illnesses in elite youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 44(11), 809–815. <https://doi.org/10.1136/BJSM.2009.069476>
- Budgett, R. (1990). Overtraining syndrome. *British Journal of Sports Medicine*, 24(4), 231–236. <https://doi.org/10.1136/BJSM.24.4.231>
- Carfagno, D. G., & Hendrix, J. C. (2014). Overtraining syndrome in the athlete: current clinical practice. *Current Sports Medicine Reports*, 13(1), 45–51. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000027>
- Clemente, F. M., González-Fernández, F. T., Ceylan, H. I., Silva, R., Younesi, S., Chen, Y. S., Badicu, G., Wolański, P., & Murawska-Ciałowicz, E. (2021). Blood biomarkers variations across the pre-season and interactions with training load: A study in

- professional soccer players. *Journal of Clinical Medicine*, 10(23).
<https://doi.org/10.3390/JCM10235576>
- Cook, C. J., & Beaven, C. M. (2013). Individual perception of recovery is related to subsequent sprint performance. *British Journal of Sports Medicine*, 47(11), 705–709.
<https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2012-091647>
- Crocker, L. M., & Algina, James. (1986). *Introduction to Classical and Modern Test Theory*. 527.
- Delsmann, M. M., Stürznickel, J., Amling, M., Ueblacker, P., & Rolvien, T. (2021). Musculoskeletal laboratory diagnostics in competitive sport. *Orthopade*, 50(9), 700–712. <https://doi.org/10.1007/S00132-021-04072-1/FIGURES/3>
- Djaoui, L., Haddad, M., Chamari, K., & Dellal, A. (2017). Monitoring training load and fatigue in soccer players with physiological markers. *Physiology and Behavior*, 181, 86–94. <https://doi.org/10.1016/J.PHYSBEH.2017.09.004>
- Durand-Bush, N., & Salmela, J. H. (2002). The development and maintenance of expert athletic performance: Perceptions of world and olympic champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14(3), 154–171.
<https://doi.org/10.1080/10413200290103473>
- Fiedler, G. M., & Vogt, B. (2019). Laboratory tests for kidney disease. *Zentralblatt Fur Arbeitsmedizin, Arbeitsschutz Und Ergonomie*, 69(6), 387–404.
<https://doi.org/10.1007/S40664-019-00377-3/TABLES/7>
- Fielding, R. A., Violan, M. A., Svetkey, L., Abad, L. W., Manfredi, T. J., Cosmas, A., & Bean, J. (2000). Effects of prior exercise on eccentric exercise-induced neutrophilia and enzyme release. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 359–364.
<https://doi.org/10.1097/00005768-200002000-00015>
- Fredsted, A., Clausen, T., & Overgaard, K. (2008). Effects of Step Exercise on Muscle Damage and Muscle Ca²⁺ Content in Men and Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(4), 1136–1146.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E318173DB9B>
- Gabbett, T. J. (2016). The training-injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 50(5), 273–280.
<https://doi.org/10.1136/BJSPORTS-2015-095788>
- Gillespie, C. A., & Edgerton, V. R. (1970). The role of testosterone in exercise-induced glycogen supercompensation. *Hormone and Metabolic Research. Hormon- Und*

- Stoffwechselforschung. Hormones et Métabolisme*, 2(6), 364–366.
<https://doi.org/10.1055/S-0028-1095055/BIB>
- Gnacinski, S. (2017). A Psychometric Evaluation of the Recovery Stress Questionnaire for Athletes (RESTQ-Sport). *Theses and Dissertations*. <https://dc.uwm.edu/etd/1478>
- Hansen, L., & Klausen, K. (2004). Development of aerobic power in pubescent male soccer players related to hematocrit, hemoglobin and maturation. A longitudinal study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 44(3), 219–223.
<https://europepmc.org/article/med/15756158>
- Heisterberg, M. F., Fahrenkrug, J., Krstrup, P., Storskov, A., Kjaer, M., & Andersen, J. L. (2013). Extensive monitoring through multiple blood samples in professional soccer players. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 27(5), 1260–1271.
www.nscs.com
- Herold, G. (2021). Innere Medizin. In *Innere Medizin 2021*. De Gruyter.
<https://doi.org/10.1515/9783110738896/HTML>
- Hill, E. E., Zack, E., Battaglini, C., Viru, M., Viru, A., & Hackney, A. C. (2008). Exercise and circulating cortisol levels: the intensity threshold effect. *Journal of Endocrinological Investigation*, 31(7), 587–591. <https://doi.org/10.1007/BF03345606>
- Horn, P. L., Pyne, D. B., Hopkins, W. G., & Barnes, C. J. (2010). Lower white blood cell counts in elite athletes training for highly aerobic sports. *European Journal of Applied Physiology*, 110(5), 925–932. <https://doi.org/10.1007/S00421-010-1573-9>
- Kallus, W., & Kellmann, M. (2016). *The Recovery-Stress Questionnaires: User Manual Regenerationsmanagement im Spitzensport (REGman) View project Trainings-und Erholungsmonitoring im Leistungssport Schwimmen View project*.
<https://www.researchgate.net/publication/304394619>
- Kellmann, M., & Kallus, K. W. (Konrad W. (2001). *Recovery-stress questionnaire for athletes : user manual*.
- Kellmann, M., Kölling, S., & Hitzschke, B. (2016). *Das Akutmaß und die Kurzskala zur Erfassung von Erholung und Beanspruchung im Sport*. Sportverlag Strauß.
- Kellmann, M., Kölling, S., & Zusammenfassung, M. P. (2018). Erholung und Belastung im Leistungssport. *Handbuch Stressregulation Und Sport*, 435–449.
https://doi.org/10.1007/978-3-662-49322-9_21
- Laux, P., Krumm, B., Diers, M., & Flor, H. (2015). Recovery–stress balance and injury risk in professional football players: a prospective study. *Journal of Sports Sciences*, 33(20), 2140–2148. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1064538>

- Lazarus, R. S. (2000). How emotions influence performance in competitive sports. *Sport Psychologist*, 14(3), 229–252. <https://doi.org/10.1123/TSP.14.3.229>
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017a). Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2920. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002122>
- Lee, E. C., Fragala, M. S., Kavouras, S. A., Queen, R. M., Pryor, J. L., & Casa, D. J. (2017b). Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(10), 2920. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002122>
- Mäetsu, J., Jürimäe, J., Kreegipuu, K., & Jürimäe, T. (2006). Changes in perceived stress and recovery during heavy training in highly trained male rowers. *The Sport Psychologist*, 20, 24–39.
- Mammoli, F., Castiglioni, S., Parenti, S., Cappadone, C., Farruggia, G., Iotti, S., Davalli, P., Maier, J. A. M., Grande, A., & Frassinetti, C. (2019). Magnesium Is a Key Regulator of the Balance between Osteoclast and Osteoblast Differentiation in the Presence of Vitamin D₃. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(2). <https://doi.org/10.3390/IJMS20020385>
- Meckel, Y., Doron, O., Eliakim, E., & Eliakim, A. (2018). Seasonal Variations in Physical Fitness and Performance Indices of Elite Soccer Players. *Sports*, 6(1). <https://doi.org/10.3390/SPORTS6010014>
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Gleeson, M., Nieman, D., Raglin, J., Rietjens, G., Steinacker, J., & Urhausen, A. (2013). Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). *European Journal of Sport Science*, 13(1), 1–24. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.730061>
- Meeusen, R., Duclos, M., Foster, C., Fry, A., Glesson, M., & Nieman, D. (2013). Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 45, 186–205.

- Meyer, T., Ferrauti, A., Kellmann, M., & Pfeiffer, M. (2020). *Regenerationsmanagement im Spitzensport (Teil 2). REGman - Ergebnisse und Handlungsempfehlungen*. Bundesinstitut für Sportwissenschaft.
- Meyer, T., & Meister, S. (2011). Routine blood parameters in elite soccer players. *International Journal of Sports Medicine*, 32(11), 875–881. <https://doi.org/10.1055/S-0031-1280776>
- Michailidis, Y. (2014). Stress hormonal analysis in elite soccer players during a season. *Journal of Sport and Health Science*, 3(4), 279–283. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2014.03.016>
- Miles, M. P., Clarkson, P. M., Smith, L. L., Howell, J. N., & McCammon, M. R. (1994). Serum creatine kinase activity in males and females following two bouts of eccentric exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 26(5), 168.
- Mohr, M., Draganidis, D., Chatzinikolaou, A., Barbero-Álvarez, J. C., Castagna, C., Douroudos, I., Avloniti, A., Margeli, A., Papassotiriou, I., Flouris, A. D., Jamurtas, A. Z., Krstrup, P., & Fatouros, I. G. (2016). Muscle damage, inflammatory, immune and performance responses to three football games in 1 week in competitive male players. *European Journal of Applied Physiology*, 116(1), 179–193. <https://doi.org/10.1007/S00421-015-3245-2/METRICS>
- Newham, D. J., Jones, D. A., & Edwards, R. H. T. (1986). Plasma creatine kinase changes after eccentric and concentric contractions. *Muscle & Nerve*, 9(1), 59–63. <https://doi.org/10.1002/MUS.880090109>
- Parra, M., Stahl, S., & Hellmann, H. (2018). Vitamin B6 and Its Role in Cell Metabolism and Physiology. *Cells*, 7(7). <https://doi.org/10.3390/CELLS7070084>
- Pedlar, C. R., Newell, J., & Lewis, N. A. (2019). Blood Biomarker Profiling and Monitoring for High-Performance Physiology and Nutrition: Current Perspectives, Limitations and Recommendations. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(Suppl 2), 185–198. <https://doi.org/10.1007/S40279-019-01158-X>
- Radzimiński, Ł., Jastrzębski, Z., López-Sánchez, G. F., Szwarc, A., Duda, H., Stuła, A., Paszulewicz, J., & Dragos, P. (2020). Relationships between Training Loads and Selected Blood Parameters in Professional Soccer Players during a 12-Day Sports Camp. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(22), 1–10. <https://doi.org/10.3390/IJERPH17228580>
- Renz, H. (2018). *Praktische Labordiagnostik : Lehrbuch zur Laboratoriumsmedizin, klinischen Chemie und Hämatologie*. Walter de Gruyter GmbH.

- Saidi, K., Abderrahman, A. Ben, Hackney, A. C., Bideau, B., Zouita, S., Granacher, U., & Zouhal, H. (2021). Hematology, Hormones, Inflammation, and Muscle Damage in Elite and Professional Soccer Players: A Systematic Review with Implications for Exercise. *Sports Medicine*, 51(12), 2607–2627. <https://doi.org/10.1007/S40279-021-01522-W>
- Sale, C., Kirsty, ., & Elliott-Sale, J. (2019). Nutrition and Athlete Bone Health. *Sports Medicine*, 49(2), 139–151. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01161-2>
- San-Millán, I. (2019). Blood Biomarkers in Sports Medicine and Performance and the Future of Metabolomics. *Methods in Molecular Biology*, 1978, 431–446. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9236-2_26
- Saw, A. E., Main, L. C., & Gastin, P. B. (2016). *Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review*. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094758>
- Schulz, K. F., Altman, D. G., & Moher, D. (2010). CONSORT 2010 statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomized trials. *Annals of Internal Medicine*, 152(11), 726–732. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-152-11-201006010-00232>
- Silva, A. S. R., Santhiago, V., Papoti, M., & Gobatto, C. A. (2008). Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer players throughout a training program. *International Journal of Laboratory Hematology*, 30(2), 158–166. <https://doi.org/10.1111/J.1751-553X.2007.00919.X>
- Silva, J. R., Rebelo, A., Marques, F., Pereira, L., Seabra, A., Ascensão, A., & Magalhães, J. (2014). Biochemical impact of soccer: an analysis of hormonal, muscle damage, and redox markers during the season. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition et Metabolisme*, 39(4), 432–438. <https://doi.org/10.1139/APNM-2013-0180>
- Silva, R., Lima, R., Camões, M., Leão, C., Matos, S., Pereira, J., Bezerra, P., & Clemente, F. M. (2021). Physical fitness changes among amateur soccer players: Effects of the pre-season period. *Biomedical Human Kinetics*, 13(1), 63–72. <https://doi.org/10.2478/BHK-2021-0009>
- Simsch, C., Lormes, W., Petersen, K. G., Baur, S., Liu, Y., Hackney, A. C., Lehmann, M., & Steinacker, J. M. (2002). Training intensity influences leptin and thyroid hormones in highly trained rowers. *International Journal of Sports Medicine*, 23(6), 422–427. <https://doi.org/10.1055/S-2002-33738>

- Slimani, M., & Nikolaidis, P. T. (2019). Anthropometric and physiological characteristics of male soccer players according to their competitive level, playing position and age group: a systematic review. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 59(1), 141–163. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.17.07950-6>
- Urhausen, A., Kullmer, T., & Kindermann, W. (1987). A 7-week follow-up study of the behaviour of testosterone and cortisol during the competition period in rowers. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56(5), 528–533. <https://doi.org/10.1007/BF00635365>
- Walker, A. J., Mcfadden, B. A., Sanders, D. J., Rabideau, M. M., Hofacker, M. L., & Arent, S. M. (2019). *Biomarker Response to a Competitive Season in Division I Female Soccer Players*. www.nasca.com
- Williams, J. M., & Andersen, M. B. (2012). Psychosocial Antecedents of Sport Injury and Interventions for Risk Reduction. *Handbook of Sport Psychology: Third Edition*, 379–403. <https://doi.org/10.1002/9781118270011.CH17>
- Woolf, K., Hahn, N. L., Christensen, M. M., Carlson-Phillips, A., & Hansen, C. M. (2017). *Nutrition Assessment of B-Vitamins in Highly Active and Sedentary Women*. <https://doi.org/10.3390/nu9040329>
- Young, W. B., Hepner, J., & Robbins, D. W. (2012). Movement demands in Australian rules football as indicators of muscle damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(2), 492–496. <https://doi.org/10.1519/JSC.0B013E318225A1C4>
- Zhang, Y., Xun, P., Wang, R., Mao, L., & He, K. (2017). Can Magnesium Enhance Exercise Performance? *Nutrients*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/NU9090946>

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ablauf der Studie bei männlichen Probanden.....	25
Abbildung 2: Ablauf der Studie bei weiblichen Probanden.....	25
Abbildung 3: CONSORT 2010 Flussdiagramm (Schulz et al., 2010)	29
Abbildung 4: prozentuale Änderung der Blutparameter männlichen Probanden Pre/Post .	38
Abbildung 5: prozentuale Änderung der Blutparameter weiblicher Probanden Pre/Post...	44
Abbildung 6: Differenz der Mediane Pre/Post einzelner Fragen des REST-Q-Fragebogens männlicher Probanden	56
Abbildung 7: Differenz der Mediane Pre/Post einzelner Fragen des REST-Q-Fragebogens weiblicher Probanden	57

9 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Liste der einzelnen Trainingseinheiten der Young Violets und der Kampfmannschaft.....	27
Tabelle 2: Blutparameter des Sauerstofftransportes und hämatologischer Funktion männlicher Studienteilnehmer	36
Tabelle 3: Blutparameter der Immunfunktion männlicher Studienteilnehmer.....	36
Tabelle 4: Blutparameter des Hormonhaushaltes männlicher Studienteilnehmer.....	37
Tabelle 5: Blutparameter des muskulären Status und Inflammation männlicher Studienteilnehmer.....	37
Tabelle 6: Blutparameter der Mikronährstoffe männlicher Studienteilnehmer.....	37
Tabelle 7: Blutparameter des Sauerstofftransportes und hämatologischer Funktion weiblicher Studienteilnehmerinnen	42
Tabelle 8: Blutparameter der Immunfunktion weiblicher Studienteilnehmerinnen.....	42
Tabelle 9: Blutparameter des Hormonhaushaltes weiblicher Studienteilnehmerinnen.....	43
Tabelle 10: Blutparameter des muskulären Status und Inflammation weiblicher Studienteilnehmerinnen.....	43
Tabelle 11: Blutparameter der Mikronährstoffe weiblicher Studienteilnehmerinnen.....	43
Tabelle 12: Statistische Auswertung des REST-Q-Fragebogens männlicher Studienteilnehmer Pre/Post.....	58
Tabelle 13: Statistische Auswertung des REST-Q-Fragebogens weiblicher Studienteilnehmer Pre/Post.....	62

Anhang 1: REST-Q-Fragebogen

Code: _____

Geschlecht: W / M

Sportart: _____

E B F - 76 Sport

Du findest in diesem Fragebogen eine Reihe von Feststellungen, die sich auf Dein körperliches und seelisches Befinden oder Deine Aktivitäten *in den letzten (3) Tagen und Nächten* beziehen.

Gib bitte zu jeder Feststellung an, wie oft die genannte Aussage in den letzten (3) Tagen und Nächten für Dich zutraf.

Zu jeder Frage sind sieben Antwortmöglichkeiten vorgegeben. Durchkreuze bitte immer diejenige Zahl, die Deiner Antwort entspricht. Wähle in Zweifelsfällen bitte diejenige Antwort, die am ehesten zutrifft. Beziehe Deine Antwort auf den Zeitraum, der ungefähr die letzten drei Tage und Nächte umfasst.

Beispiel:

In den letzten (3) Tagen/Nächten

... habe ich Zeitung gelesen

0 nie	1 selten	2 manchmal	3 mehrmals	4 oft	5 sehr oft	6 immerzu
----------	-------------	---------------	---------------	----------------------	---------------	--------------

Wenn die "4" (= oft) durchgekreuzt ist, bedeutet dies, daß Sie *in den letzten (3) Tagen* (oder Nächten) oft Zeitung gelesen haben.

Lass bitte keine Frage unbeantwortet !!!

Blättere bitte um und bearbeite die Fragen der Reihe nach ohne längere Unterbrechung.

K. W. Kallus & M. Kellmann
Copyright: Swets Test Services GmbH (Frankfurt)

In den letzten (3) Tagen/Nächten

1) ... habe ich ferngesehen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

2) ... hatte ich zuwenig Schlaf

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

3) ... habe ich wichtige Arbeiten abgeschlossen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

4) ... war ich unkonzentriert

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

5) ... war ich gereizt

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

6) ... habe ich gelacht

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

7) ... hatte ich körperliche Beschwerden

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

8) ... war ich mißgestimmt

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

9) ... habe ich mich körperlich entspannt gefühlt

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

10) ... war ich guter Dinge

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

11) ... konnte ich mich schlecht konzentrieren

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

12) ... habe ich Konflikte mit mir herumgetragen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

13) ... fühlte ich mich ausgeglichen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

14) ... habe ich mit Freunden schöne Stunden verbracht

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

In den letzten (3) Tagen/Nächten

15) ... hatte ich Kopfdruck oder Kopfschmerzen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

16) ... hat mich die Arbeit stark ermüdet

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

17) ... hatte ich Erfolg

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

18) ... gingen mir die gleichen Gedanken immer wieder durch den Kopf

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

19) ... bin ich zufrieden und entspannt eingeschlafen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

20) ... habe ich mich körperlich unwohl gefühlt

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

21) ... habe ich mich über andere geärgert

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

22) ... fühlte ich mich niedergeschlagen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

23) ... habe ich Freunde getroffen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

24) ... war ich betrübt

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

25) ... war ich nach meiner Arbeit todmüde

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

26) ... sind mir andere "auf die Nerven gegangen"

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

27) ... war mein Schlaf erholsam

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

28) ... litt ich unter Ängsten oder Hemmungen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

In den letzten (3) Tagen/Nächten

29) ... fühlte ich mich körperlich fit

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

30) ... hatte ich die "Nase voll"

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

31) ... konnte ich meine Arbeit nur schleppend erledigen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

32) ... habe ich mich vor Fremden bewähren müssen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

33) ... habe ich mich amüsiert

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

34) ... hatte ich gute Laune

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

35) ... war ich übermüdet

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

36) ... habe ich unruhig geschlafen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

37) ... habe ich mich geärgert

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

38) ... fühlte ich mich leistungsfähig

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

39) ... war ich aufgebracht

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

40) ... habe ich Arbeiten vor mir hergeschoben

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

41) ... habe ich wichtige Entscheidungen getroffen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

42) ... fühlte ich mich körperlich matt

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

In den letzten (3) Tagen/Nächten

43) ... war ich glücklich

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

44) ... stand ich unter Leistungsdruck

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

45) ... wurde mir alles zuviel

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

46) ... bin ich nachts ohne äußeren Anlaß aufgewacht

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

47) ... war ich zufrieden

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

48) ... war ich böse auf andere

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

49) ... hatte ich gute Ideen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

50) ... taten mir Teile meines Körpers weh

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

51) ... bin ich in den Pausen nicht zur Ruhe gekommen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

52) ... war ich überzeugt, dass ich das gesteckte Ziel gut erreichen könnte

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

53) ... konnte ich mich körperlich gut erholen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

54) ... fühlte ich mich durch meinen Sport ausgebrannt

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

55) ... habe ich in meinem Sport viel Lohnendes erreicht

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

56) ... konnte ich mich mental auf meine sportlichen Leistungen vorbereiten

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

In den letzten (3) Tagen/Nächten

57) ... litt ich während meiner sportlichen Leistungen unter Muskelverhärtungen oder -verspannungen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

58) ... hatte ich den Eindruck, zu wenige Pausen zu haben

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

59) ... war ich überzeugt, daß ich meine Leistungsziele jederzeit erreichen könnte

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

60) ... konnte ich mich effektiv um die Probleme in meinem Team kümmern

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

61) ... war ich körperlich in guter Verfassung

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

62) ... konnte ich mich während meiner sportlichen Leistungen selbst antreiben

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

63) ... fühlte ich mich durch meinen Sport gefühlsmäßig ausgelaugt

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

64) ... hatte ich nach meinen sportlichen Leistungen Muskelschmerzen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

65) ... war ich überzeugt, daß ich optimal vorbereitet bin

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

66) ... wurde ich in den Pausen zu stark beansprucht

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

67) ... konnte ich mich vor meinen sportlichen Leistungen voll motivieren

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

68) ... war mir danach, mit dem Sport aufzuhören

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

69) ... fühlte ich mich energiegeladener

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

70) ... konnte ich gut nachvollziehen was in meinem Team vorging

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

In den letzten (3) Tagen/Nächten

71) ... war ich überzeugt, gut trainiert zu haben

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

72) ... waren die Pausen an der falschen Stelle

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

73) ... war ich empfindlich gegenüber Verletzungen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

74) ... habe ich mir für meine sportlichen Leistungen klare Ziele gesetzt

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

75) ... war ich körperlich entspannt

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

76) ... hat mich mein Sport frustriert

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

77) ... konnte ich mit gefühlsmäßigen Problemen in meinem Team gut umgehen

0	1	2	3	4	5	6
nie	selten	manchmal	mehrmals	oft	sehr oft	immerzu

Der Fragebogen ist beendet.

Vielen Dank für Deine Mitarbeit!

Anhang 2: Auswertung der Blutparameter männlicher Studienteilnehmerinnen

Blutparameter	Before Pre-Season (Average)	After Pre-Season (Average)	% Change	Statistical test (t-Test or Wilcoxon-Test)
Hämoglobin (g/dl)	15,34 ± 0,81	15,17 ± 0,69	-1,11	Z= -1,380; p = 0,168
Hämatokrit (%)	44 ± 2	45 ± 2	2,22	Z= 1,594; p = 0,111
Lymphozyten (G/l)	1,77 ± 0,38	1,70 ± 0,40	-3,95	Z= -0,924; p = 0,356
Monozyten (G/l)	0,50 ± 0,11	0,52 ± 0,16	4	Z= 1,117; p = 0,264
Neutrophile Granulozyten (G/l)	2,95 ± 0,85	3,13 ± 1,23	6,1	T (39) = -0,996; p = 0,325
Eosinophile Granulozyten (G/l)	0,17 ± 0,12	0,16 ± 0,11	-5,88	Z= -0,556; p = 0,578
Basophile Granulozyten (G/l)	0,04 ± 0,05	0,05 ± 0,05	25	Z= 1,155; p = 0,248
CK (U/l)	320,56 ± 368,76	--	--	--
CK-MB (U/l)	26,47 ± 48,07	18,70 ± 7,61	-29,35	Z= 2,079; p = 0,038
Eisen (µg/dl)	120,15 ± 43,14	101,50 ± 46,27	-15,52	T (39) = 2,665; p = 0,011
Transferrinsättigung (%)	33,18 ± 13,37	28,57 ± 15,18	-13,89	Z= -2,136; p = 0,033
Ferritin (ng/dl)	91,12 ± 56,29	88,60 ± 53,77	-2,77	Z= -0,894; p = 0,371
Kreatinin (mg/dl)	1,07 ± 0,14	1,04 ± 0,11	-2,8	Z= -1,535; p = 0,125
CRP (mg/l)	0,60 ± 0,44	1,31 ± 1,81	-101,67	Z= 2,742; p = 0,006
Magnesium (mmol/l)	0,86 ± 0,05	0,86 ± 0,06	0.00	Z= 0,449; p = 0,653
Cortisol (µg/dl)	14,04 ± 4,68	15,93 ± 4,55	13,46	T (39) = 2,315; p = 0,026
Testosteron (ng/ml)	5,71 ± 1,84	5,82 ± 1,62	1,93	T (39) = -0,531; p = 0,599
TSH (µU/ml)	2,00 ± 0,91	1,92 ± 0,73	-4	Z= 0,077; p = 0,939
Vitamin B6 (µg/dl)	35,91 ± 16,63	35,40 ± 25,13	-1,42	Z= -1,183; p = 0,237

Anhang 3: Auswertung der Blutparameter weiblicher Studienteilnehmerinnen

Blutparameter	Before Pre-Season (Average)	After Pre-Season (Average)	% Change	Statistical test (t-Test or Wilcoxon Test)
Hämoglobin (g/dl)	13,71 ± 0,96	13,74 ± 1,05	0,22	T (21) = -0,240; p = 0,813
Hämatokrit (%)	40 ± 2,2	41 ± 3	2,4	T (21) = -2,688; p = 0,014
Lymphozyten (G/l)	2,27 ± 0,61	2,26 ± 0,65	-0,44	T (21) = 0,036; p = 0,972
Monozyten (G/l)	0,63 ± 0,19	0,57 ± 0,15	-9,52	Z = -1,432; p = 0,152
Neutrophile Granulozyten (G/l)	5,00 ± 1,59	3,99 ± 1,11	-20,2	Z = -2,695; p = 0,007
Eosinophile Granulozyten (G/l)	0,13 ± 0,15	0,16 ± 0,24	23,08	Z = 1,221; p = 0,222
Basophile Granulozyten (G/l)	0,03 ± 0,05	0,06 ± 0,05	100	Z = 2,236; p = 0,025
CK (U/l)	127,95 ± 64,20	286,24 ± 355,11	123,71	Z = 3,041; p = 0,002
CK-MB (U/l)	14,68 ± 2,66	17,52 ± 5,13	19,35	Z = 2,487; p = 0,013
Eisen (µg/dl)	86,24 ± 33,25	82,68 ± 30,95	-4,13	T (20) = 0,538; p = 0,597
Transferrinsättigung (%)	20,71 ± 8,58	19,27 ± 7,86	-6,95	T (20) = 0,831; p = 0,416
Ferritin (ng/dl)	47,64 ± 32,42	47,64 ± 27,90	0	Z = -0,104; p = 0,917
Kreatinin (mg/dl)	0,87 ± 0,10	0,79 ± 0,10	-9,2	Z = -3,350; p = 0,001
CRP (mg/l)	1,01 ± 0,86	1,48 ± 1,76	46,53	Z = 0,943; p = 0,346
Magnesium (mmol/l)	0,85 ± 0,06	0,86 ± 0,06	1,18	Z = 0,258; p = 0,796
Cortisol (µg/dl)	13,29 ± 7,08	9,96 ± 5,03	-25,06	T (21) = 2,450; p = 0,023
LH (mU/ml)	5,94 ± 5,22	6,59 ± 5,60	10,94	Z = 0,187; p = 0,852
TSH (µU/ml)	2,14 ± 1,04	1,74 ± 0,79	-18,69	Z = -1,899; p = 0,057
Vitamin B6 (µg/dl)	30,30 ± 22,83	28,88 ± 29,41	-4,69	Z = -0,799; p = 0,424