



universität
wien

MAGISTERARBEIT

Titel der Magisterarbeit

„Auswirkungen eines 6-monatigen funktionellen
Krafttrainings auf die gesundheits- und
leistungsbezogenen Parameter Kraft, Ausdauer, Blut,
Herzfrequenzvariabilität und Anthropometrie“

Verfasserin

Mag. Verena Kreppel, Bakk. rer. nat.

gemeinsam mit

Vanessa Maria Wagner, Bakk. rer. nat

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaft (Mag. rer. nat.)

Wien, 2015

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 066 826

Studienrichtung lt. Studienblatt: Magisterstudium Sportwissenschaft

Betreuer: Univ.-Prof. Dr. Norbert Bachl

Kurzfassung

In den letzten fünf bis zehn Jahren erreichten diverse neue Trends den Gesundheits- und Fitnessmarkt. In diesem Zusammenhang ist vor allem der Begriff des „funktionellen Krafttrainings“ zu nennen. Diese Art der körperlichen Betätigung möchte eine möglichst breite und umfassende Form der Fitness entwickeln und legt den Fokus auf mehrgelenkige Bewegungen, in denen mehrere Muskeln bzw. Muskelgruppen beteiligt sind und darüber hinaus eine koordinative, propriozeptive Komponente aufweisen (Boyle, 2010, S. 11).

In der folgenden Studie werden die Auswirkungen eines funktionellen Krafttrainings auf gesundheits- bzw. leistungsbezogenen Parameter des Menschen untersucht. Dazu wurden rund 60 männliche und weibliche, vorwiegend inaktive ProbandInnen einer 6-monatigen Trainingsintervention durch funktionelles Krafttraining unterzogen.

Nach dieser Trainingsintervention wurden signifikante Verbesserungen der isometrischen Kraft in fünf getesteten Muskelgruppen, sowie eine signifikante Verbesserung in den funktionellen Kraft-Tests, vor allem bei jenen ProbandInnen festgestellt, welche mindestens die Hälfte aller Trainingstermine (das sind 24 und mehr absolvierte Trainingseinheiten) wahrgenommen haben. Der getestete Parameter Ausdauer zeigte nur an der anaeroben Schwelle signifikante Verbesserungen auf. Auf anthropometrischer Ebene verbesserten sich nur die weiblichen Probandinnen signifikant. Die gesundheitsbezogenen Parameter im Blut, sowie die Herzfrequenzvariabilität zeigten keine signifikanten Veränderungen.

Mit diesen Ergebnissen kann bestätigt werden, dass eine Intervention durch funktionelles Krafttraining über eine Dauer von sechs Monaten, positive Auswirkungen auf die leistungsbezogenen Parameter Kraft und Ausdauer hat.

Abstract

In the past five to ten years, several trends – especially the concept of „functional fitness“ - received the health and fitness industry. This kind of physical activity wants to develop a broad and comprehensive fitness and put it's focus on multijoint, coordinative and proprioceptive movements, including more muscles or muscle groups. The number of studies about functional training of the past two years shows the timeliness of this issue (Boyle, 2010, S. 11).

The following study analyzes the impact of functional training on health- and activity-related parameters of the human body. For this purpose approximately 60 male and female test persons with sedentary lifestyle were subjected to a trainings intervention of functional fitness for six month.

After this intervention significant improvements of isometric strength in five tested muscles, as well as significant improvements in all functional strength tests were detected, especially in persons who participated in more than 50% (at least 24 times) of all trainingsessions. The parameter of endurance only shows a significant improvement at the anaerobic limen, but no significant change at the basic endurance. Anthropometric measurements only improved significant in female test persons. The parameter „blood“, as well as the heartratevariability didn't change significant.

This results confirm, that an intervention of functional strength training over a periode of six months shows a positive effect on the activity-related parameters endurance and strength of the human body.

Danke...

Unser Dank gilt den Probandinnen und Probanden, die uns durch Ihre Bereitschaft sechs Monate regelmäßig zu trainieren, diese Untersuchung erst möglich gemacht haben. Des Weiteren wollen wir Herrn Prof. Dr. Norbert Bachl danken, dass er uns die Möglichkeit gegeben hat, unsere Diplomarbeit im Rahmen dieses großartigen Projekts verfassen zu können.

Mein persönlicher Dank gilt Vanessa für die tolle Zusammenarbeit. Der regelmäßige Austausch und die gegenseitige Motivation haben wesentlich zur Qualität und zur schnellen Fertigstellung der Arbeit beigetragen.

Besonderen Dank möchte ich meiner Familie aussprechen: Danke Stefan für deine motivierenden Worte, deine zeitlichen Ressourcen und deine konstruktiven Hilfestellungen. Danke Mirjam für deine Geduld.

Schlussendlich möchte ich all jenen Danken, die es mir ermöglicht haben, neben meiner Tochter und meiner Arbeit die Zeit zu finden, an meiner Diplomarbeit weiter zu schreiben und diese auch abzuschließen. Dazu zählen neben meinem Mann Stefan, meine Mutter, mein Vater und meine Schwiegermutter.

Vielen Dank Verena! Durch unsere gute Zusammenarbeit wurde das Verfassen dieser Arbeit zu einer interessanten Aufgabe, die wir durch unsere gegenseitige Motivation und Hilfe rasch fertigstellen konnten.

Danke Mama und Papa, dass ihr mich finanziell, aber vor allem psychisch unterstützt und es mir ermöglicht habt, dieses Studium durchzuführen und abzuschließen.

Vielen Dank Poko, sowie all meinen StudienkollegInnen und FreundInnen! Ihr seid mit mir durch die Höhen und Tiefen dieses Studiums gegangen und habt dieses zu einer unvergesslichen und schönen Zeit gemacht.

Außerdem möchte ich mich bei der CrossZone bedanken, dass sie mich unterstützt und mir in den letzten Monaten unter die Arme gegriffen hat.

Danke Bernd, dass du deinen Weg mit mir gehst, immer einen guten Rat und ein offenes Ohr für mich hast und mich bei der Durchführung dieser Studie unterstützt hast.

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erklären wir, dass wir die vorliegende Magisterarbeit selbstständig verfasst haben und nur die angegebenen Hilfsmittel und Quellen verwendet wurden. Auch sonst haben wir uns keinerlei unerlaubter Hilfsmittel bedient. Diese Arbeit wurde weder an einer anderen Stelle eingereicht, noch von anderen Personen vorgelegt.

Inhalt

Vorwort (Kreppel)	10
1. Einleitung (Kreppel).....	11
1.1 Erkenntnisinteresse und Entwicklung der Fragestellung (Kreppel).....	11
1.2 Fragestellung (Kreppel).....	12
1.3 Begründung der Annahmen (Kreppel / Wagner).....	13
1.4 Abgrenzung der Arbeit (Kreppel)	20
1.5 Forschungsmethodik und Aufbau (Kreppel).....	21
2. Literaturbasierender Teil der Arbeit	21
2.1 Übersicht der relevanten Begriffe (Kreppel).....	21
2.2 Definition Anthropometrie (Wagner).....	22
2.2.1 Körperfett (Wagner).....	22
2.2.2 Körperwasser (Wagner)	23
2.2.3 Magermasse (Lean Body Mass) (Wagner).....	23
2.2.4 BCM (Body Cell Mass) (Wagner).....	23
2.2.5 ECM (Extra Celular Mass) (Wagner).....	24
2.2.6 Phasenwinkel (Wagner)	24
2.3 Definition Kraft (Wagner).....	25
2.3.1 Statische Kraft (Wagner)	26
2.3.2 Dynamische Kraft (Wagner).....	28
2.4 Definition funktionelles Krafttraining (Wagner).....	29
2.4.1 Was ist CrossFit? (Wagner).....	31
2.5 Definition Ausdauer (Wagner)	34
2.6 Definition Gesundheit (Kreppel)	38
2.6.1 Gesundheit als Zustand (Kreppel)	38
2.6.2 Gesundheit als Prozess (Kreppel)	39
2.6.3 Salutogenese Modell nach Antonovsky (Kreppel).....	39
2.6.4 Gesundheitsverständnis dieser Arbeit (Kreppel)	40
2.7 Definition Blut (Kreppel).....	41
2.7.1 Blutzucker (Kreppel).....	41
2.7.2 Cholesterin (LDL/HDL) (Kreppel)	42
2.7.3 Triglyzeride (Kreppel).....	43
2.8 Definition Herzfrequenzvariabilität (Kreppel).....	43
2.8.1 Herzrate (Kreppel).....	46

2.8.2	SDNN (Kreppel)	46
2.8.3	logRSA rr (Kreppel)	46
2.8.4	TOT (total power) (Kreppel)	46
2.8.5	VLP/UVLP (Very Low und Ultra Very Low Frequency) (Kreppel)	47
2.8.6	Low Frequency (LF) (Kreppel).....	47
2.8.7	HF (high frequency) (Kreppel)	47
2.8.8	Vegetativer Quotient (VQ) (Kreppel).....	48
2.8.9	QPA (Kreppel)	48
2.9	Aktueller Forschungsstand (Kreppel)	48
3	Empirischer Teil der Arbeit (Wagner)	51
3.1	Projektbeschreibung (Wagner).....	51
3.2	Studienteilnehmer/Innen (Wagner).....	51
3.2.1	Einschlusskriterien (Wagner).....	52
3.2.2	Ausschlusskriterien (Wagner).....	52
3.2.3	Anzahl der StudienteilnehmerInnen (Wagner).....	52
3.3	Datenerhebung (Wagner).....	53
3.3.1	Voruntersuchung (Wagner).....	53
3.3.2	Zeitlicher Ablauf (Wagner).....	53
3.3.3	Anthropometrische Messungen (Wagner).....	54
3.3.4	Blutabnahmen (Wagner)	56
3.3.5	Isometrische Kraftmessung (Wagner).....	56
3.3.6	Funktionelle Krafttests (Wagner).....	56
3.3.7	Fahrrad-Ergometrie (Wagner)	57
3.3.8	24-Stunden-Herzfrequenzvariabilität (Wagner)	57
3.4	Durchführung des Trainings (Wagner)	58
3.4.1	Trainingsstätte und Trainingsgeräte (Wagner)	59
3.4.2	Trainingsplanung und Belastungsdauer (Wagner).....	59
3.4.3	Exemplarische Trainingseinheit 1 (Wagner)	61
3.4.4	Exemplarische Trainingseinheit 2 (Wagner)	63
3.4.5	Exemplarischer Heimtrainingsplan (Wagner).....	65
4	Statistische Datenanalyse (Kreppel).....	68
4.1	Hypothesenprüfung mit Gruppeneinteilung nach Anwesenheit (Wagner).....	70
4.2	Hypothesenprüfung mit Gruppeneinteilung nach Alter (Kreppel)	115
4.3	Hypothesenprüfung mit Gruppeneinteilung nach Geschlecht (Kreppel).....	146
4.4	Korrelationen (Wagner)	177
5	Conclusio (Kreppel / Wagner).....	189

Literatur	196
Abbildungsverzeichnis	201
Tabellenverzeichnis	214
Anhang	218

Vorwort

Unsere langjährige Arbeit im Fitnessbereich bringt uns immer mit den neuesten Fitnesstrends in Kontakt. Einer dieser Fitnesstrends ist das funktionelle Krafttraining. Die Möglichkeit, diesen Trend wissenschaftlich zu betrachten und zu erforschen, hat uns dazu bewegt, bei dem Projekt „Bewegung verändert Alltag“ mitzuarbeiten und in diesem Rahmen unsere Diplomarbeit zu verfassen.

Die Aktualität dieses Themas zeigt sich im Fitnessbereich dadurch, dass sich immer mehr Trainings- und Marketingkonzepte wie beispielsweise CrossFit oder BootCamps dieser Trainingsmethode bedienen. Es ist an dieser Stelle anzumerken, dass die Idee des funktionellen Krafttrainings keine neue ist, sondern schon eine lange Geschichte hat. Bereits in den 1980er Jahren befassten sich Physiotherapeuten wie Susanne Klein-Vogelbach erstmals mit der Thematik des funktionellen Trainings und wandten dieses bereits bei Patienten an. In diesem Zusammenhang sind auch die Namen Gambetta, Boyle und Gray zu nennen, welche mit zahlreichen Veröffentlichungen Wegbereiter auf diesem Gebiet waren. Demnach liegt dieser Trainingsform ein fundiertes und langjährig geprüftes und immer wieder adaptiertes Wissen zu Grunde, welches vor allem in den letzten Jahren wieder vermehrt aufgegriffen wurde und in modernen Fitnesskonzepten Anwendung findet (Stoecklin, 2013, S.16).

Die Arbeit zeigt auf, dass funktionelles Krafttraining nicht nur ein weiterer Marketing-Gag der Fitnessindustrie ist, sondern eine wirkungsvolle Möglichkeit bietet, bei fachgerechter Ausführung und Betreuung die körperliche und geistige Gesundheit nachhaltig zu beeinflussen und zu verbessern.

1. Einleitung

1.1 Erkenntnisinteresse und Entwicklung der Fragestellung

Bewegungsmangel stellt weltweit einen großen Risikofaktor für die Gesundheit dar. Laut der Global Burden of Disease Study 2010 zählt körperliche Inaktivität zu den Top 10 Risikofaktoren weltweit. Betrachtet man Zentraleuropa gesondert, steigt das Risiko eines „DALY“¹ durch körperliche Inaktivität auf den 6. Platz. Als körperlich inaktiv zählen jene Personen, die sich weniger als 150 Minuten moderat pro Woche bewegen, oder in MET-Minuten ausgedrückt, weniger als 600 MET-min/Woche verbrauchen. Diese Angaben sind gleichzusetzen mit 30 Minuten Gehen pro Tag (Lancet, 2012). Bewegungsmangel gepaart mit Stress, der im Berufsleben häufig auftritt, führt zu weiteren gesundheitlichen Risikofaktoren wie Bluthochdruck, der auf Platz 1 der globalen Risikoliste, der Global Burden of Disease angeführt wird, oder einem hohen Body-Maß-Index, der es immerhin auf Platz 6 der weltweiten Risikoliste schafft. Wissenschaftlich belegt ist, dass ein moderates Ausdauertraining eine positive Auswirkung auf die oben genannten Risikofaktoren, Bluthochdruck, hoher Body-Maß-Index oder körperliche Inaktivität hat (Skrypnik, 2015).

1990 war der Risikofaktor der körperlichen Inaktivität noch nicht einmal in der Liste der 10 schwerwiegendsten Risikofaktoren zu finden (Murray & Lopez, 1996). Die Relevanz der körperlichen Aktivität ist nicht nur der Wissenschaft bekannt, immer mehr Unternehmen und Firmen setzen auf Gesundheitsförderung und –prävention, und bieten im Rahmen dessen Bewegungskurse, Kick-off Veranstaltungen oder sogar Computerprogramme an, die die Mitarbeiter an die Bewegung erinnern und gleich auch anleiten sollen (Rongen, et. al. 2013).

Die Aktualität des Themas Gesundheit und den damit verbundenen Themen wie Sport, Wellness, Bewegung, Training, Therapie, etc. zeigt die Gegebenheit, dass wir uns laut Nediofow im sechsten Kontratieffzyklus² befinden, dem Zyklus der Gesundheit. Dieser Zyklus beschreibt eine Zeitspanne von 40 bis 60 Jahren und basiert auf bahnbrechenden Erfindungen. Dem Zyklus der Gesundheit sind die Zyklen der Informationstechnik, der Textilindustrie, der Eisenbahn, der Elektrotechnik und des Automobils vorangegangen. Im 21. Jahrhundert ist es nun der Gesundheitsmarkt, der das größte Entwicklungspotential

¹ DALY = disability adjusted life years

² Kondratieff war ein russischer Wissenschaftler, der von 1892 bis 1938 gelebt hat. Er gilt als der Begründer der „Theorie der langen Wellen“ in den Konjunkturzyklen. Sein Name wurde zum Maßstab für eine Einheit einer solchen langen Welle, die etwa einen Zeitraum von 40 bis 60 Jahren umfasst. Ein Kondratieff ist nicht nur mit einem langfristigen Auf und Ab der Konjunktur zu beschreiben, die langfristigen Wellen der Konjunktur beinhalten einen ganz fundamentalen Strukturwandel, der keine Bereiche des Zusammenlebens der Menschen unberührt lässt. Ein Kondratieffzyklus beschreibt damit einen Reorganisationsprozess der gesamten Gesellschaft. (vgl. Nefiodow, 2014, online)

der Weltwirtschaft aufweist. Die These, dass der Gesundheitsmarkt ein wichtiger Wirtschaftsfaktor ist, kann an der Dichte von Fitnesscentern, Wellnessangeboten und gesundheitsbezogenen Kursen wahrgenommen werden. Im Sportbereich ist zu bemerken, dass laufend neue Trendsportarten kreiert werden, wie etwa Wakeboarden, Snowkiten, Kitesurfen, Slacklining, Stand-Up-Paddeln, Speedminton, etc. Neben der Entwicklung neuer Sportarten und Bewegungsformen gibt es auch laufend neue Trainingsmethoden, die aus dem Leistungssport oder dem Militär stammen und neu verpackt auf den Markt für die Allgemeinheit gebracht werden, um das Training effektiver zu gestalten. Beispiele dafür sind das HIT - High Intensity Training, BootCamps, das Tabata-Training, CrossFit, das German Volumen Training oder auch das funktionelle Krafttraining. Viele Jahre hat sich das isolierte Training von Muskelgruppen im Fitnessbereich gehalten. Nun, da die Gesundheit im Zentrum des Trainings steht und nicht mehr die Optik alleine, haben sich ganzheitliche Trainingsmethoden durchgesetzt. Neben Pilates und Yoga zählt auch das funktionelle Krafttraining zu einer ganzheitlichen Methode. Ziel ist es Übungen auszuwählen, die einerseits Alltagsbewegungen ähnlich sind und andererseits möglichst viele Muskelgruppen beziehungsweise Bewegungsschlingen gleichzeitig beanspruchen (Boyle, 2012).

1.2 Fragestellung

Auf Basis der Aktualität der Gesundheit und Bewegung in unserer Gesellschaft, sowie der Tatsache, dass neue Trainingsmethoden und ihre Auswirkung auf stressinduzierten Parametern noch nicht untersucht wurden, haben wir folgende Fragestellung formuliert:

Welche Auswirkung hat ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining auf die Gesundheit des Menschen?

Zur Beantwortung der Forschungsfrage bedarf es der Bearbeitung folgender Unterfragen:

- Welche Auswirkung hat ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining auf anthropometrische Daten?
- Welche Auswirkung hat ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining auf den Leistungsparameter Kraft?
- Welche Auswirkung hat ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining auf den Leistungsparameter Ausdauer, gemessen anhand einer Fahrrad Ergometrie?

- Welche Auswirkung hat ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining auf das Blutbild, im Besonderen auf die gesundheitsbezogenen Messwerte Blutfett, Blutzucker etc.
- Welche Auswirkung hat ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining auf die Herzfrequenzvariabilität?

Aus diesen Unterfragen ergeben sich folgende Annahmen:

- A1: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining mit einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer Reduktion des Körperfettes, einer Steigerung der Muskelmasse, sowie des Phasenwinkels.
- A2: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining mit einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer signifikanten Steigerung der funktionellen Kraft, sowie der isometrischen Kraft in den getesteten Muskelgruppen.
- A3: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining mit einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer signifikanten Steigerung der kardialen Leistungsfähigkeit.
- A4: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining mit einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer Senkung der gesundheitsbezogenen Blutwerte Blutzucker, LDL-Cholesterin und Triglyzeride.
- A5: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining mit einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität, sowie zu einer Senkung der Herzrate.

1.3 Begründung der Annahmen

- A1: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings mit der Dauer von 6 Monaten führt zu einer Reduktion des Körperfettes, einer Steigerung der Muskelmasse, sowie des Phasenwinkels.

Diverse Studien konnten durch kraftorientierte Trainingsinterventionen eine positive Veränderung der Körperkomposition, vor allem eine Reduktion von Körperfett feststellen. In Folge wird auf zwei dieser Studien Bezug genommen, um die Annahmen eines positiven Zusammenhanges zwischen funktionellem Krafttraining und einer verbesserten Körperzusammensetzung zu belegen.

Smith et al. (2013) unterzogen 43 gesunde Personen beider Geschlechter (23 Männer, 20 Frauen) mit unterschiedlicher aerober Fitness und Körperzusammensetzung, einem 10-wöchigen CrossFit basierenden „HIPT“-Training bestehend aus Kniebeugen, Kreuzheben, Cleans, Snatches etc. Die ProbandInnen wurden von und nach der Trainingsintervention einem Test unterzogen, welcher den prozentuellen Körperfettgehalt, sowie die maximale aerobe Kapazität (VO₂max) evaluierte. Nach der 10-wöchigen Trainingsintervention konnte in allen Fitness-Kohorten eine signifikante Reduktion des prozentuellen Körperfettanteiles gemessen werden (siehe Abb 2). Absolute und prozentuelle Reduktion des Körperfettes waren bei beiden Geschlechtern sehr ähnlich. Bezogen auf die gesamte ProbandInnengruppe wurde eine Verminderung des Körperfettanteils von durchschnittlich 3,7% gemessen. Das entspricht einer relativen Veränderung des Körperfettanteils um durchschnittlich 15,5%.

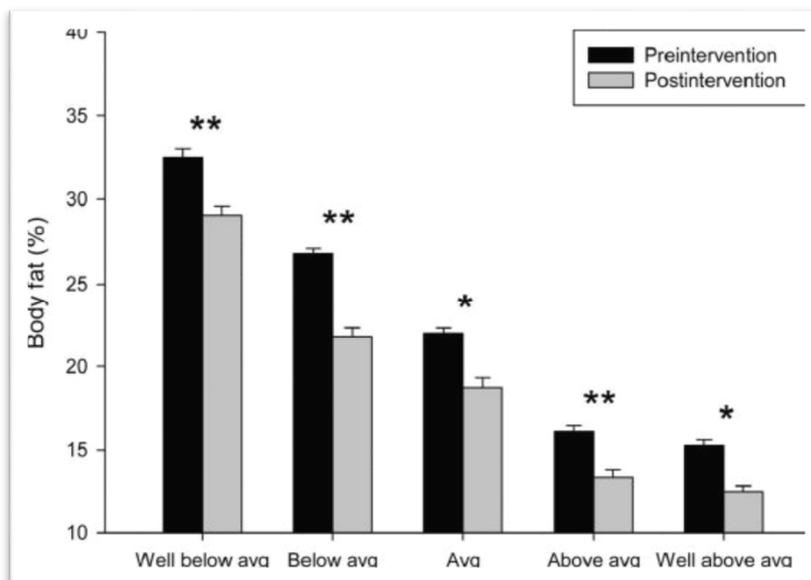


Abb. 1: Veränderungen der Körperzusammensetzung nach 10-wöchiger HIPT Intervention. Aufgeteilt in Quantilen, bezogen auf die anfängliche Körperkomposition, konnte eine signifikante Reduktion in allen Gruppen beobachtet werden. **p , 0.01; *p , 0.05 (Smith et al. 2013).

Auf ähnliche Ergebnisse stießen 2001 auch Lemmer et al. Sie untersuchten neben dem Grundumsatz und Energieverbrauch bei körperlicher Aktivität die Körperzusammensetzung von vier verschiedenen ProbandInnengruppen vor und nach einer 24-wöchigen Trainingsintervention durch ein traditionelles Krafttraining. Probandengruppe 1 war männlich, zwischen 20 und 30 Jahren (n=10), Gruppe 2 weiblich,

zwischen 20 und 30 Jahren (n=9). Probandengruppe 3 war männlich, zwischen 65 und 75 Jahren (n=11) und Gruppe 4 weiblich, zwischen 65 und 75 Jahren (n=10).

Die ProbandInnen trainierten 3 Mal wöchentlich mit KEISER Maschinen, welche mittels Luftwiderstand arbeiten. Das Trainingsprogramm umfasste Leg Presses, Leg Curls, Leg Extensions, Chest Presses, Lat Pulldown, Strict Presses, Biceps Curls, Crunches und eine Triceps Übung, welche nach einem Aufwärmsetz mit einem Widerstand durchgeführt wurden, der es dem Probanden ermöglichte, maximal fünf Wiederholungen (in den ersten 12 Wochen) bzw. zehn Wiederholungen (in den darauf folgenden 12 Wochen) durchzuführen.

Folgende Ergebnisse konnten nach 24 Wochen Intervention festgehalten werden: Alle vier Gruppen zeigten einen signifikanten Zuwachs an Mager- bzw. Muskelmasse ($p < 0,05$), wobei die Gruppe „männlich, 20-30 Jahre“ und die Gruppe „weiblich, 20-30 Jahre“ einen signifikant größeren Muskelzuwachs aufwies, als die beiden älteren Gruppen. Der Zuwachs an Muskelmasse unterliegt demnach dem Einfluss des Alters, nicht aber des Geschlechtes. Im Gegensatz dazu zeigten die Ergebnisse, dass die Veränderung des Körperfettes sowohl prozentuell, als auch absolut vom Geschlecht abhängig ist. Beide männlichen Probandengruppen wiesen eine signifikante Reduktion von Körperfett auf ($p < 0,05$), während es bei den weiblichen Probandinnen keine signifikante Reduktion gab ($p = 0,451$).

Zusammengefasst belegen die hier exemplarisch präsentierten Studien eine signifikante Reduktion des Körperfettgehalts durch ein traditionelles Krafttraining. Daraus lässt sich die Annahme verstärken, dass auch ein funktionelles Krafttraining zu einer Körperfettreduktion führt. Bezogen auf funktionelle Trainingsformen und deren Auswirkungen auf die Muskelmasse gibt es bis dato wenig bis keinen wissenschaftlichen Nachweis. Viele Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen traditionellem Krafttraining und einem Zuwachs an Muskelmasse. Der Zusammenhang ist in den meisten Fällen jedoch nicht signifikant.

Da funktionelles Krafttraining den Fokus auf das Zusammenspiel mehrerer Muskelgruppen legt und versucht, den Körper ganzheitlich zu trainieren, besteht Grund zur Annahme, dass eine funktionelle Trainingsform einen signifikanten Zusammenhang, bezogen auf den Muskelzuwachs, liefert.

Besteht die Hypothese einer verminderten Körperfettmasse, sowie erhöhten Muskelmasse, so liegt nahe, dass durch funktionelles Training auch der Phasenwinkel³, der im Zuge der Bioelektrischen Impedanz Analyse errechnet wird, positiv beeinflusst wird. Für diese Annahme gibt es jedoch bisher keinen wissenschaftlichen Nachweis.

A2: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining mit der Dauer von sechs Monaten führt zu einer signifikanten Steigerung der funktionellen, sowie isometrischen Kraft in den getesteten Muskelgruppen.

Funktionelles Training gewinnt zunehmend an Popularität und verdrängt stetig die traditionelle Form des Krafttrainings⁴, da die Fitness-Industrie dieser Trainingsform vor allem in den letzten Jahren eine höhere Effektivität zur Steigerung der körperlichen Fitness zugesprochen hat. Neben einer verbesserten Muskelkraft, Ausdauer, Schnelligkeit und Gleichgewichtsfähigkeit, wird dieser Trainingsform vor allem eines zugesprochen, eine Steigerung der intermuskulären Koordination der verschiedenen Muskelgruppen. Genau diese intermuskuläre Koordination ist es, die das funktionelle vom traditionellen Krafttraining unterscheidet und so eine effektive Grundlage für alle Alltags-Bewegungen aber auch alle sportlichen Handlungen bietet (Schurr, 2011, S.11).

Die Studie „Effects of functional resistance training on muscular fitness outcomes in young adults“ von Weiss et al. (2010) befasst sich mit genau dieser Thematik und untersucht, welche Trainingsform (traditionelle oder funktionelle) die größere Effektivität bezogen auf Muskelkraft, Ausdauer, Beweglichkeit, Balance und anthropometrische Parameter hat. Dazu wurden 38 männliche und weibliche ProbandInnen im Alter zwischen 18 und 32 Jahren in eine Kontrollgruppe, welche ein traditionelles Training absolvierte, und eine Experimentalgruppe, welche funktionell trainierte, eingeteilt. Der Interventionszeitraum betrug sieben Wochen, in dem die Probanden beider Gruppen drei Mal wöchentlich ein Trainingsprogramm absolvierten.

Bei den Muskelkraft-bezogenen Retests wurden in der funktionellen Trainingsgruppe signifikante Verbesserungen für die Push-Up Wiederholungsanzahl, das 1-Wiederholungsmaximum für das Bankdrücken, sowie das 1-Wiederholungsmaximum für

³ Der Phasenwinkel ist ein physikalischer Messwert, er entsteht beim Auftreffen des BIA-Messstromes auf die Zellen der BCM (Body Cell Mass = Muskel- und Organzellenmasse). Er wird beeinflusst durch die Zelldicke und Membranqualität der Zelle. Der Phasenwinkel repräsentiert daher die Qualität der BCM. Ein hoher Phasenwinkel geht mit einem guten Ernährungs- und Trainingszustand einher. (Data Input GmbH, 2005)

⁴ Traditionelles Krafttraining bezeichnet das Training an Kraftmaschinen, bei denen die Bewegungen durch die Maschinen geführt werden. Der Trainierende legt den Fokus also ausschließlich auf das Überwinden von Widerständen, andere sportliche Anforderungen wie Balance oder Koordination werden durch die Führung der Bewegung ausgeschaltet (Boyle, 2010, S.11; Schurr, 2011, S.12).

die Kniebeuge erhoben. Jedoch war auch die traditionelle Form des Krafttrainings mit signifikanten Verbesserungen erfolgreich (Weiss et al., 2010).

Die Studie konnte nicht signifikant bestätigen, dass funktionelles Training im Vergleich zur traditionellen Variante bessere Trainingserfolge mit sich bringt. Zu hinterfragen ist diesbezüglich, ob das Training mit einer Dauer von sieben Wochen nicht möglicherweise zu kurz ist, um aussagekräftige Ergebnisse zu liefern. Interessant ist also, welche Ergebnisse eine längere Intervention durch funktionelles Training liefern würde. Eine Annahme eines signifikanten Kraftzuwachses nach einer 6-monatigen, und somit wesentlich längeren Intervention, ist demnach durchaus gerechtfertigt.

A3: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining mit einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer signifikanten Steigerung der kardialen Leistungsfähigkeit.

Es ist bereits mehrfach erwiesen, dass ein moderates bis intensives Ausdauertraining, positive Anpassungen des Herz-Kreislaufsystems mit sich bringt. Nach einem intensiven Ausdauertraining von sechs Monaten konnten Levy et al. (1998) eine Senkung des Ruhepulses von fünf bis neun Schlägen nachweisen. Eine andere Studie verglich bei 56 männlichen und weiblichen Probanden verschiedene Walkingprogramme und konnte nach einer 18-wöchigen Trainingsintervention eine Senkung des Ruhepulses zwischen sechs und zehn Schlägen feststellen (Woolf-May, et al., 1999).

Das funktionelle Krafttraining wird meist in intensiven Trainingsformen durchgeführt. Beispiele hierfür sind das High Intensity Training oder CrossFit. In Anlehnung an die Erkenntnisse von Woolf-May, et al. (1999) stellt sich die Frage, ob sich durch ein solches funktionelles Krafttraining ähnliche oder sogar bessere kardiale Anpassungen beobachten lassen. Charakteristisch für solche moderne Trainingsformen ist, dass, meist durch funktionelle Kraftübungen, ausgeführt mit hoher Intensität (viele Wiederholungen, (hohes) Zusatzgewicht, hohe Frequenz), die Kraftausdauer des Trainierenden angesprochen und verbessert wird. Es ist demnach anzunehmen, dass funktionelles Training, ausgeübt mit einer gewissen Intensität, entsprechende Anpassungen des Herz-Kreislaufsystems mit sich bringt (Glassman, 2013, S.3-4)

Berechtigten Grund zu dieser Annahme liefert die Studie von Smith, Sommer, Starkoff und Devor (2013). Nach einer 10-wöchigen Trainingsintervention durch ein High Intensity

Power Training⁵, in dem ausschließlich funktionelle Kraftübungen durchgeführt wurden, ließ sich eine signifikante Steigerung der VO₂max feststellen.

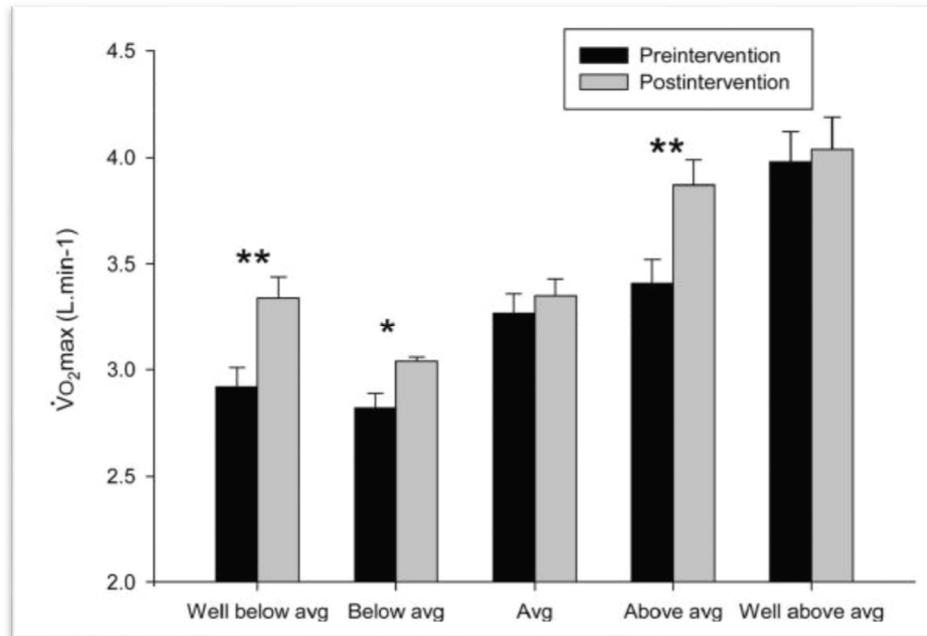


Abb. 2: Veränderungen der VO₂max nach zehn wöchiger Trainingsintervention. **p<0,01; *p<0,05 (Smith et al., 2013)

Die ProbandInnen der Studie wurden nach ihrem Fitness-Level in fünf verschiedene Kohorten von schlecht, unterdurchschnittlich, durchschnittlich, überdurchschnittlich bis hin zu gut trainiert unterteilt. Betrachtet man Abb. 1, so lässt sich erkennen, dass die Gruppe „unterdurchschnittlich trainiert“ eine signifikante Steigerung der VO₂max aufweist. Die Veränderung ist bei den Gruppen „schlecht trainiert“ und „überdurchschnittlich trainiert“ sogar noch deutlicher. Daraus lässt sich ableiten, dass neben gut trainierten Personen vor allem jene mit einem schlechten Ausgangslevel bezogen auf die aerobe Fitness, einen Benefit aus einem hoch intensiven, funktionellen Krafttraining ziehen können.

⁵High Intensity Power Training (HIPT) ist eine Trainingsform, in der mehrere funktionelle, mehrgelenkige Bewegungen mit sehr hoher Intensität und geringen bis fehlenden Pausen variiert werden. (Smith et al., 2013)

A4: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining mit einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer Senkung der gesundheitsbezogenen Blutwerte Blutzucker, LDL-Cholesterin und Triglyceride.

Laut der aktuellen thailändischen Studie (Tunkamnerdthai, et al., 2015) zum Thema „Improvement of pulmonary function with arm swing exercise in patients with type 2 diabetes“, führt ein „low-intensity“ Training zu einer Senkung des Körperfettes, der Glukose und der Triglyceride, sowie des Blutdrucks und des Hüft-Taille-Verhältnisses. Außerdem hat ein Training mit geringer Intensität eine positive Wirkung auf die Lipid-Oxidation und die Insulin Sensibilität bei Patienten mit metabolischem Syndrom. Nicht zuletzt führt ein solches Training zu einem Anti-Inflamations-Effekt, einer Abnahme des HbA1c und des oxidativen Stresses, sowie zu einer Zunahme der Lipid Oxidation bei Patienten der T2DM. Das 8-wöchige Arm-Schwung-Training mit niedriger Intensität, führte zu einer signifikanten Senkung des Körperfettes, sowie einer signifikanten Senkung des HbA1c, LDL, MDA, und GSSG. Keine signifikante Veränderung zeigten die Werte des FBG, Insulin, Lipide Profil, und der HSCRP Konzentration (Tunkamnerdthai, et al., 2015).

Eine Senkung des Totalcholesterin, des Blutzuckers, der Triglyzeride, sowie des LDL-Cholesterins konnte auch durch ein zehn wöchiges Nordic-Walking- und Pilates-Workout belegt werden (Hagner-Derengowska, et. al 2015). Die Studie von Lee (2013) zeigt, dass ein Training aus Walking und Laufübungen zu einer Erhöhung des HDL-Cholesterins führt, jedoch musste dafür 24 Wochen trainiert werden. Hingegen die Senkung des LDL-Cholesterins konnte schon nach 12 Wochen nachgewiesen werden (Lee, et.al., 2013).

A5: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings mit der Dauer von sechs Monaten führt zu einer Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität, sowie zu einer Senkung der Herzrate.

Unter Herzfrequenzvariabilität (HRV, englisch: heart rate variability) versteht man Schwankungen der Herzfrequenz von Schlag zu Schlag. Die HRV ist eine Messgröße der neurovegetativen Aktivität oder der autonomen Funktion des Herzens (Löllgen, 1999).

Das Phänomen der Herzfrequenzvariabilität hat in den letzten Jahren ein großes Interesse geweckt. Nach der klinischen Medizin interessieren sich nun vor allem auch die Physiologie, Arbeitsmedizin, Sportmedizin und die Trainingswissenschaften für die rhythmischen Schwankungen aufeinanderfolgender Herzschläge zur Beurteilung des

vegetativen Zustandes (Berbalk, Bauer, Rombach in Hottenrott, 2002). Bisher wurden vor allem die Auswirkungen von Ausdauersportarten auf die HRV untersucht. Hierbei ist bewiesen, dass die HRV durch eine regelmäßige Kontrolle zum Nachweis von funktionellen Umstellungen und Anpassungen herangezogen werden kann, welche infolge positiver Belastungsverarbeitung, als auch vegetativer Dysbalancen, auf Grund zu hoher Gesamtbelastungen oder gesundheitlicher Beeinträchtigung entstehen (Berbalk, Bauer, Rombach in Hottenrott, 2002).

Nach einer Studie von Hust, Heck und Keim (1999) führt ein intensives Ausdauertraining zu einer Erhöhung der HRV. Hingegen ist bei akuten Herzinfarktpatienten die HRV vermindert. Für die Risiko-Stratifizierung nach Herzinfarkt werden mehrere Parameter der HRV herangezogen. SDNN kleiner als 50 Msec oder ein HRV-Triangel-Index kleiner als 15 sind ein Zeichen für eine hochgradige Minderung der HRV. SDNN kleiner als 100 und HRV-Triangel-Index kleiner als 20 weisen auf eine mittelgradige Einschränkung der HRV hin. (Löllgen, 1999) Ein intensives Ausdauertraining führt zu einer erhöhten HRV.

Eine Untersuchung von Schulz, Horn, Linowsky, Plogmaker und Heck (2002, S.67ff) zum Thema „Einfluss eines Ausdauertrainings auf die Herzfrequenzvariabilität bei Untrainierten“ zeigt eine Senkung der Herzfrequenz sowie eine Steigerung der HRV auf. Zu bemerken ist, dass die Herzfrequenz eine schnellere Anpassung an die Trainingsinterventionen zeigt, als die HRV.

1.4 Abgrenzung der Arbeit

Die vorliegende wissenschaftliche Arbeit im Bereich der Sportwissenschaft behandelt in erster Linie die Auswirkungen eines regelmäßigen funktionellen Krafttrainings über einen Zeitraum von sechs Monaten in den Bereichen der Leistungsphysiologie und der Trainingswissenschaft. Auswirkungen des Trainings auf sportsoziologische oder sportpsychologische Aspekte werden im Rahmen dieser Arbeit nicht näher beleuchtet. Ebenso wird nicht näher auf sportpädagogische, biomechanische oder Sportinformatik betreffende Fragestellungen eingegangen. Die Konzentration dieser Arbeit liegt auf den Veränderungen von leistungsphysiologischen Parametern und deren Zusammenhang mit trainingswissenschaftlichen Interventionen.

1.5 Forschungsmethodik und Aufbau

Im ersten Teil der Arbeit wird auf Basis aktueller Literatur der momentane Forschungsstand beschrieben, die Annahmen begründet sowie zum Verständnis der Arbeit notwendige Begriffsdefinitionen ausgearbeitet. Aufbauend auf diesem theoretischen Konzept wird der empirische Teil der Arbeit dargestellt.

Der empirische Teil der Arbeit umfasst eine genaue Darstellung und Begründung der Forschungsmethodik, die detaillierte Beschreibung des Forschungsprojekts im Rahmen dessen wir unsere Diplomarbeit verfassen, sowie die Methodik der Auswertung. Die von uns verwendeten Daten zur Erhebung unserer Fragestellung stammen aus einem Projekt, das aus der Zusammenarbeit der Versicherung für öffentliche Bedienstete (BVA) und des österreichischen Institut für Sportmedizin (ÖISM) durchgeführt wurde. Das Thema dieses Projekts lautet: *„Bewegung Verändert Alltag - Einfluss von individuell adaptierten Krafttrainingsvarianten auf funktionelle, inflammatorische, stressinduzierte und gesundheitsbezogene Parameter zur betrieblichen Vorsorge“*

Im letzten Kapitel der Arbeit wird versucht, die Forschungsfrage zu beantworten und die Annahmen zu falsifizieren bzw. zu verifizieren. Des Weiteren soll ein Ausblick gegeben werden, welche Fragen offen geblieben, beziehungsweise welche Fragen durch die Behandlung des Themas „funktionellen Krafttraining“ neu entstanden sind.

2 Literaturbasierender Teil der Arbeit

2.1 Übersicht der relevanten Begriffe

Sprache ist ein komplexes System der Kommunikation. Formulierungen und Wortwahl werden je nach Kultur und Region unterschiedlich verwendet. Im Alltag und in der Wissenschaft finden Begriffe unterschiedliche Anwendung. Um Klarheit zu schaffen, welche Bedeutung die zentralen Begriffe dieser Arbeit haben, sollen diese im Folgenden definiert werden:

- Anthropometrische Daten
- Funktionelles Krafttraining
- Kraft
- Ausdauer
- Gesundheit
- Blutwerte
- Herzfrequenzvariabilität

2.2 Definition Anthropometrie

Das Wort „Anthropometrie“ stammt aus dem Griechischen und leitet sich aus dem Wort „anthropos“, was so viel bedeutet wie „Mensch“ und „metrikos“, dem Wort für „Vermessen“, ab. Die Anthropometrie ist demnach die Lehre der Maßverhältnisse bzw. die Vermessung des menschlichen Körpers (Spektrum Akademischer Verlag, 1999).

Roebuck (1995) definierte den Begriff der Anthropometrie als Wissenschaft bzw. Kunst der Vermessung und Erhebung der physischen Geometrie, der Maßverhältnisse und Kraft-Ressourcen des menschlichen Körpers.

Im Zuge dieser Arbeit werden die Abmessungen des Körpers (Länge, Durchmesser, etc.) vernachlässigt und genauer auf die Körperzusammensetzung, welche sich auch dem Themengebiet der Anthropometrie zuordnen lässt, eingegangen. In Folge werden die Begriffe „Körperfett“, Körperwasser“, „Magermasse“, „BCM“, „ECM“ und „Phasenwinkel“ genauer erörtert, da diese im Zusammenhang mit dieser Arbeit von großer Bedeutung sind, da sie unter anderem Parameter für die Testungen der Studie waren.

2.2.1 Körperfett

Grundsätzlich unterscheidet man zwei verschiedene Arten von Körperfett: Bau- oder Strukturfett und Speicher- oder Depotfett.

Bau- und Strukturfett ist im Knochenmark vorhanden, umgibt die Herzkranzgefäße und inneren Organe, wie zum Beispiel die Niere und dient dem Körper als mechanischer Schutz, Vitaminspeicher und Temperaturregulator. Diese Strukturfette zählen tatsächlich zur fettfreien Masse (Fat Free Mass=FFM) des Körpers, sind lebensnotwendig und betragen bei einem ausgewachsenen Mann 3-5% der Gesamtmasse, bei einer ausgewachsenen Frau 10-13% der Gesamtkörpermasse. Das Speicher- oder auch Depot-Fett befindet sich in der Unterhaut und befindet sich hauptsächlich am Bauch und am Gesäß. In der Bauchhöhle wird es als sogenanntes Viszeral-Fett oder auch intraabdominales Fett eingelagert und umhüllt die inneren Organe und Gedärme. Dieses Fett ist nicht sichtbar, macht sich jedoch am Bauchvolumen bemerkbar. Die Menge an Körperfett ist sehr variabel und steigt im Laufe des Lebens stetig an. Ein gesunder, ausgewachsener Mann hat einen Körperfettanteil von 15 - 16%, eine gesunde, ausgewachsene Frau einen Körperfettanteil von ca. 22-24%. Ein Wert über 25,7% bei Männern und über 35% bei Frauen gilt als problematisch und steigert das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen oder Diabetes. (Data Input GmbH, 2005, S.33; David,

Martinovic, 2007, S.12; Heymsfield, Lohman, Wang, Going, 2005, S.260; Medeiros, Wildman, 2015, S.221)

2.2.2 Körperwasser

Der menschliche Körper besteht überwiegend aus Wasser. Es dient als grundlegendes Lösungsmittel und Medium für diverse Lebensvorgänge. Betrachtet man einen jungen, weißen Mann mit 70kg Körpergewicht, so besteht sein Körper zu 60% aus Wasser. Das entspricht einer Menge von 42kg, wobei ein Kilogramm Wasser, genau einem Liter Wasser entspricht. Sein Körper besteht demnach aus 42 Litern Wasser. Dies ist jedoch nur ein Durchschnittswert, welcher abhängig von Geschlecht, Alter und Rasse schwanken kann. Frauen weisen bezogen auf ihre Masse in der Regel weniger Körperwasser (50-55%) auf, da sie mehr Fettgewebe besitzen und dieses weniger Wasser als Magermasse einlagern kann. Magermasse bzw. Muskelgewebe enthält in den Zellen ungefähr 75 % Wasser, Körperfett im Gegensatz dazu nur 25 %. Betrachtet man die Wasserverteilung im gesamten Körper, so befinden sich zwei Drittel (67%) des Gesamtwassers im intrazellulären Raum, also in Muskelgewebe, Fettgewebe, etc. Das verbleibende Drittel (33%) befindet sich im extrazellulären Raum (Blutplasma, Lymphe, interstitielle und transzelluläre Flüssigkeiten, bzw. Gewebsflüssigkeit). Bei der bioelektrischen Impedanz-Messung wird das in den Geweben enthaltene Wasser sehr genau erfasst. Oral aufgenommenes Wasser, welches noch nicht vom Körper resorbiert wurde, wird hingegen nicht gemessen. (Schmidt, Thews, Lang, 2000, S. 36ff; Data Input GmbH, 2005, S. 10; Silverthorn, 2009, S. 229f)

2.2.3 Magermasse (Lean Body Mass)

Die Magermasse oder auch Lean Body Mass (LBM) stellt die fettfreie Masse des Körpers da. Im Wesentlichen wird die Magermasse von der Body Cell Mass (BCM), bestehend aus Muskulatur und Organen, und der Extra Celular Mass (ECM), bestehend aus dem Skelettsystem und Bindegewebe, gebildet 20-27kg (50-56% der Magermasse). (Data Input GmbH, 2005, S. 11).

2.2.4 BCM (Body Cell Mass)

Unter Body Cell Mass oder auch Körperzellmasse versteht man die Sauerstoff oxidierenden, stoffwechselaktiven, kaliumreichen Zellen im Körper. So umfasst die BCM die Zellen der Skelettmuskulatur, des Herzmuskels, der glatten Muskulatur, der inneren

Organe, des Gastrointestinaltraktes, des Blutes, der Drüsen und des Nervensystems. In ihr finden ca. 99% aller Stoffwechselprozesse statt (Data Input GmbH, 2005, S. 12).

Die Körperzellmasse ist neben der ECM (Extra Celular Mass) Bestandteil der Magermasse. Sie ist stark abhängig von genetischen Faktoren (Konstitutionstyp), Lebensalter, sowie körperlicher Aktivität. So weisen junge, männliche Leistungssportler eine BCM von bis zu 60% bezogen auf die Magermasse auf. Die BCM reduziert sich jedoch im Alter meist durch körperliche Inaktivität auf bis zu 40-45% der Magermasse, kann aber bei aktiven, älteren Personen weitgehend erhalten bleiben. Ein BCM über der Norm ist meist auf intensives, körperliches Training zurückzuführen, ein Wert unterhalb der Norm entsteht in Folge von Mangelernährung, diversen Erkrankungen oder mangelnder körperlicher Aktivität (Data Input GmbH, 2005, S. 12f; Müller, 2013, S. 70).

Idealwerte der BCM liegen bei erwachsenen Männern je nach Gesamtkörpergewicht bei 29-39kg (53-59% der Magermasse), bei erwachsenen Frauen je nach Gesamtkörpergewicht bei 20-27kg (50-56% der Magermasse) (Data Input GmbH, 2005, S. 33).

2.2.5 ECM (Extra Celular Mass)

Unter extrazellulärer Masse versteht man jene Komponenten der fettfreien Masse, die sich außerhalb der Zellen befinden. Der feste Teil der ECM besteht aus bindegewebigen Strukturen wie Collagen, Elastin, Haut, Sehnen, Faszien und Knochen. Darüber hinaus beinhaltet die ECM auch einen flüssigen Anteil, das extrazelluläre Wasser. Dieses wiederum setzt sich aus Plasma, interstitiellem Wasser (außerhalb von Zellen und Gefäßen) und transzellulärem Wasser zusammen. Als transzelluläres Wasser bezeichnet man Flüssigkeiten in Körperhöhlen wie zum Beispiel die Flüssigkeit im Spinalkanal (Liquor spinalis) (Data Input GmbH, 2005, S.13f).

2.2.6 Phasenwinkel

Der Phasenwinkel ist ein sogenannter „Übersichtsparameter“, welcher im Zuge einer bioelektrischen Impedanz-Analyse gemessen bzw. ermittelt wird. Durch ihn ist es möglich, Rückschlüsse auf den Ernährungszustand und die körperliche Aktivität bzw. den Trainingszustand eines Menschen zu ziehen. Gut ernährte und trainierte Zellen haben eine hohe Membrandichte. So werden Nährstoffe und Zellwasser im Inneren der Zelle gespeichert und gehen nicht durch eine poröse Zellwand verloren. Solche gesunden Zellen haben einen hohen Phasenwinkel. Schlecht ernährte/trainierte Zellen hingegen

haben eine poröse Zellwand, durch die Nährstoffe und Zellwasser entweichen. Solche Zellen haben einen niedrigen Phasenwinkel (Data Input GmbH, 2005, S.16f).

Ein mittlerer Phasenwinkel liegt bei 5° . Referenzwerte für Männer liegen zwischen $6,19^\circ$ und $8,02^\circ$, für Frauen zwischen $5,64^\circ$ und $7,04^\circ$. Der Phasenwinkel ist grundsätzlich bei Frauen und im Alter höher als bei Männern und jungen Personen. Außerdem steigt er mit dem BMI. Extrem niedrige Phasenwinkel $<3^\circ$ gehen meistens mit schweren Allgemeinerkrankungen wie HIV-Infektionen, Krebserkrankungen, Leberzirrhose oder Infektionserkrankungen einher. Extrem hohe Phasenwinkel mit Werten über 8° lassen vermuten, dass es sich um Extrem- oder Leistungssportler handelt (Data Input GmbH, 2005, S.16f).

Zusammengefasst steigt der Phasenwinkel bei optimaler Versorgung des Organismus mit Mikro- und Makronährstoffen und durch sportliches Training (allerdings sehr langsam mit $0,2^\circ$ pro Monat). Er sinkt bei Mangelernährung, Katabolie, Übertraining, Wassermangel, durch körperliche Inaktivität und diverse membranschädigende Erkrankungen wie Infektionen (Data Input GmbH, 2005, S.16f).

2.3 Definition Kraft

Die international verwendete Einheit für Kraft (F) ist Newton [N]. Rein physikalisch gesehen versteht man unter Kraft eine äußere Einwirkung, die einen fixierten Körper verformen, bzw. einen beweglichen Körper beschleunigen kann. Kraft hat die Eigenschaften eines Vektors. Diese sind Größe, Richtung und Angriffspunkt. Bezieht man sich beispielsweise auf die Gewichtskraft, so wäre die Masse eines Körpers die Größe, die Erdanziehung, die den Körper nach unten beschleunigt, die Richtung und der Schwerpunkt des Körpers sein Angriffspunkt (Zaciorskij et al., 2008, S. 36).

Betrachtet man nun die Muskelkraft, so ist diese definiert als die maximale, willkürliche Kraft (das maximale Drehmoment), die ein Muskel oder eine Muskelgruppe hervorbringen, bzw. einem Widerstand statischen oder dynamischen entgegenwirken kann. Demzufolge lassen sich zwei verschiedenen Arten der Muskelkraft unterscheiden:

- **Statische Kraft**

Von statischer oder auch isometrischer Arbeitsweise der Muskulatur ist die Rede, wenn der Muskel zwar Kraft erzeugt, es jedoch zu keiner Längenveränderung und in weiterer Folge zu keiner Bewegung des Muskels kommt.

- **Dynamische Kraft**

Die dynamische Muskelkraft unterscheidet zwei verschiedene Arbeitsweisen, die konzentrische und exzentrische Kraft. Unter konzentrischer Arbeitsweise der Muskulatur versteht man eine Verkürzung der Muskellänge, die Muskelkraft wirkt dabei einem Widerstand entgegen. Die exzentrische Arbeitsweise der Muskulatur hingegen bewirkt eine Dehnung/Verlängerung des Muskels. Die Muskelkraft wirkt also in dieselbe Richtung wie ein Widerstand. In beiden Fällen arbeitet die Muskulatur dynamisch, es wird demnach eine Bewegung vollzogen.

(Cabri et al., 2007, S. 209f; Zaciorskij et al., 2008, S. 36 & Hollmann et al., 2009, S. 165ff)

2.3.1 Statische Kraft

Unter statischer Kraft versteht man die Spannung (gemessen in N), die ein Muskel oder eine Muskelgruppe in einer bestimmten Position gegen einen fixierten Widerstand ausüben kann. Ausschlaggebend für die Größe der maximalen, statischen Kraft ist:

- **Muskelfaserquerschnitt- und anzahl**

Die maximale statische Kraft ist in erster Linie vom Muskelquerschnitt abhängig. Dieser setzt sich aus der Summe der motorischen Einheiten zusammen, ist vom Anteil an Myofibrillen, Sarkoplasma, interstitiellem Bindegewebe und Fett abhängig und in der Regel bei Frauen um 25-30% geringer als bei Männern (Hollmann et al., 2009, S. 170; Weineck, 2004, S. 275).

- **Typ und Struktur der Muskelfasern**

Man unterscheidet FT-Fasern (Fast Twitch) und ST-Fasern (Slow Twitch). Im Muskel sind beide Fasern vorhanden. Genetische Voraussetzungen bestimmen das Verhältnis der beiden Faserarten. Je höher der Anteil an FT-Fasern ist, desto besser ist der Muskel auf Kraft trainierbar und desto höher ist auch die maximale Kraft. Durch Krafttraining vergrößert sich der Querschnitt der FT-Fasern, was zur Folge hat, dass es bei über 25% der maximalen, isometrischen Kraft zu einer selektiven Beanspruchung der FT-Fasern kommt.

Darüber hinaus kann man die Muskulatur nach ihrer Struktur in parallel faserige, einfach gefiederte und doppelt gefiederte Muskeln einteilen. Vor allem die doppelt gefiederte Muskulatur (z.B. Mm. Vastus medialis, lateralis und intermedius des M. quadriceps femoris/vierköpfiger Schenkelstrecker) kann durch einen stumpfen Ansatzwinkel und eine geringe Hubhöhe besonders viel Kraft entwickeln. Dadurch ist sie für Haltearbeiten von Bedeutung. Im Gegensatz dazu ist die parallel faserige Struktur, wie sie im M. biceps brachii vorkommt, mit einer großen Hubhöhe und geringerer Kraftentwicklung, für schnellkräftige Bewegungen

zuständig. Die Struktur des Muskels ist anatomisch vorgegeben und nicht durch Training beeinflussbar (Hollmann et al., 2009, S. 173; Weineck, 2004, S. 279).

- **Muskellänge und Zugwinkel**

Die Kontraktionskraft ist immer abhängig vom Gelenkwinkel und der daraus resultierenden Muskel-Ausgangslänge und dem Zugwinkel. Aus verschiedenen Gelenkwinkelstellungen resultieren verschiedene Hebelverhältnisse bzw. sind unterschiedliche Muskelpartien im Einsatz. Demnach ist die maximale, statische Kraft immer vom Gelenksausgangswinkel bzw. der Ausgangslänge des Muskels abhängig (Weineck, 2004, S. 280).

- **Koordination**

Für die maximale statische Kraft ist vor allem die intramuskuläre Koordination – also die Koordination bzw. Innervationsfähigkeit innerhalb eines Muskels – von Bedeutung. Die resultierende Kraft ist umso größer, desto mehr motorische Einheiten gleichzeitig von einem Nervenimpuls innerviert werden. Eine untrainierte Person kann so nur 20% der einlaufenden Impulse synchronisieren, trainierte Sportler hingegen bis zu 80% (Hollmann et al., 2009, S. 174; Weineck, 2004, S. 280f).

- **Motivation**

Man unterscheidet drei verschiedene Bereiche, deren Mobilisierung unterschiedlich starke Motivation verlangen. Der Bereich der automatisierten Leistungen und der physiologischen Leistungsbereitschaft benötigt am wenigsten Willenskraft. Die zweite Ebene ist die Mobilisierung der gewöhnlichen Einsatzreserven. Auf dieser Ebene sind ausgeprägte Willenskräfte notwendig, die mit einer relativ starken Ermüdung einhergehen. Die letzte Ebene ist jene der autonomen, geschützten Reserven, welche in der Regel nur in extremen Ausnahmesituationen, Hypnose oder Doping erreicht wird. Die maximale, statische Kraft ist umso größer, je besser es einem Menschen gelingt, genügend Motivation aufzubauen, um die erste Ebene zu überwinden. Eine solche Motivation kann z.B. eine Wettkampfsituation oder ein bestimmtes, angestrebtes Ziel sein (Hollmann et al., 2009, S. 174ff; Weineck, 2004, S. 283).

Darüber hinaus ist die statische Muskelkraft abhängig von Geschlecht, Alter, Ernährungs- und Trainingszustand. So haben Frauen im Schnitt ein Kraftpotential, das um 30 % geringer ist, als jenes des Mannes. Außerdem reduziert sich die Muskelkraft mit steigendem Lebensalter. Das ist auf ein Absterben von motorischen Einheiten und Muskelfasern zurückzuführen. Studien haben beobachtet, dass sich ab dem 30.

Lebensjahr die Anzahl an Muskelfasern um 6% pro Dekade reduziert. Signifikante Verminderungen der statischen Muskelkraft lassen sich jedoch erst ab dem 60. Lebensjahr beobachten. Sportarten, in denen eine maximale, statische Kraft von Bedeutung ist, sind Gewichtheben, Ringen, Geräteturnen etc (Hollmann et al., 2009, S. 182).

2.3.2 Dynamische Kraft

Dynamische Kraft ist die willkürlich ausgeübte Bewegung einer Masse innerhalb eines programmierten Vorganges. Sie lässt sich unterteilen in Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer (Hollmann et al., 2009, S. 189; Weineck, 2004, S. 285). Die Begriffe Schnellkraft und Kraftausdauer finden in dieser Arbeit jedoch keine Berücksichtigung, somit wird lediglich näher auf die Maximalkraft eingegangen.

Leistungsbestimmende Faktoren für die Maximalkraft sind:

- **Niveau der statischen Kraft**

Statische und dynamische Maximalkraft stehen eng miteinander in Verbindung. Die leistungsbestimmenden Faktoren der statischen Maximalkraft sind Voraussetzung für alle Erscheinungsformen der dynamischen Maximalkraft (Weineck, 2004, S. 286).

- **Koordinative Leistungsfähigkeit der Muskulatur**

Hier ist vor allem die intermuskuläre Koordination zu erwähnen. Sie ist dafür zuständig, ein optimales Zusammenspiel der in eine Bewegung involvierten Muskeln und Muskelgruppen zu gewährleisten. Kleinste Fehlstellungen führen bereits zu einer Verringerung der potentiellen dynamischen Kraftentwicklung. Daher sind eine ausgereifte, sportartspezifische Technik und die daraus resultierende Koordinationsleistung für das Ausschöpfen der potentiell möglichen Maximalkraft von größter Bedeutung (Weineck, 2004, S. 286).

- **Art der Kraftentwicklung (konzentrisch/exzentrisch)**

Man unterscheidet zwei unterschiedliche Formen der Kraftentwicklung: konzentrische (positive) und exzentrische (negative) Arbeitsform. Ist die aufgewandte Muskelspannung größer als die von außen angreifende Kraft, so handelt es sich um eine dynamisch-positive (konzentrische) Arbeit. Ist die von außen angreifende Kraft größer als die entwickelte Muskelspannung, so spricht man von dynamisch-negativer (exzentrischer) Arbeit. Die exzentrische Kraft ist dabei bei jeder Geschwindigkeit größer als jene der konzentrischen Kraft. Das

isometrische Maximum liegt zwischen den beiden Erscheinungsformen (Hollmann et al., 2009, S. 64; Weineck, 2004, S. 287).

Weitere leistungsbestimmende Faktoren für die dynamische Maximalkraft sind *zu bewegendende Masse* (Gewicht und Form), *Bewegungsgeschwindigkeit*, *Muskelvorderdehnung*, welche vor allem bei schnellkräftigen Muskelaktionen von Bedeutung ist, sowie der *Ermüdungsgrad* der arbeitenden Muskulatur, wobei bei zunehmender Ermüdung (Wiederholungsanzahl) die Maximalkraft bei konzentrischen Bewegungen rasch abfällt, diese bei exzentrischen Bewegungen sogar ansteigt (Hollmann et al., 2009, S. 189ff; Weineck, 2004, S. 287ff).

2.4 Definition funktionelles Krafttraining

Funktionelles (Kraft)-Training distanziert sich von traditionellen Formen des Krafttrainings, in dem Muskeln vorwiegend auf Maschinen isoliert trainiert werden, und versucht den menschlichen Körper möglichst ganzheitlich zu sehen und zu trainieren. Ausgangspunkt dafür ist die Tatsache, dass eine „natürliche“ Bewegung, sei es im Sport oder Alltag, nicht von einem Muskel alleine innerviert wird, viel mehr sind mehrere Muskeln und Muskelgruppen bzw. deren Zusammenspiel für eine Bewegung verantwortlich (Boyle, 2010, S.11; Schurr, 2011, S.11-13).

Betrachtet man traditionelles Krafttraining, bei dem die jeweilige Maschine die Stabilisierung für den Sportler komplett übernimmt, da sich das zu bewegendende Gewicht entlang einer geführten und vorgegebenen Bahn bewegt, so lässt sich relativ schnell feststellen, dass solche geführten Bewegungen nicht funktionell sein können, da sie weder im Sport noch im Alltag vorkommen. Hauptaugenmerk im funktionellen Training liegt auf der Stabilisierung des eigenen Körpers während eines Bewegungsablaufes (Boyle, 2010, S. 11).

Ein gutes Beispiel hierfür wäre eine klassische Kniebeuge. Im traditionellen Krafttraining werden Kniebeugen mit einer Hantelstange ausgeübt, die geführt in einer Multipresse entlang läuft. Gleichgewicht, Koordination und Propriozeption werden dabei nahezu ausgeschaltet, der Fokus liegt rein darauf, möglichst viel Zusatzlast zu bewegen. Im Gegensatz dazu fokussiert sich das funktionelle Training auf eine freie Kniebeuge ohne Führung, sei es mit oder ohne Zusatzgewicht. Der Unterschied zum traditionellen Krafttraining liegt darin, dass durch die fehlende Führung, welche die Stabilisierung des Körpers übernehmen würde, die Propriozeption, also die Eigenwahrnehmung von

Muskeln, Sehnen und Gelenken, sowie die Koordination mehrere Muskeln und Gelenke geschult und trainiert wird.

Auch Gambetta (2002, S.12) beruft sich in Bezug auf funktionelles Training auf das Zusammenspiel mehrerer Körpersysteme. Laut ihm sind folgende drei Systeme bei einer funktionellen Bewegung aktiv: Das knöchernen System bzw. knöchernen Verbindungen, also Gelenke, das muskuläre System (Muskeln und Muskelgruppen), sowie das propriozeptive System, welches für die Koordination und Steuerung der knöchernen und muskulären Systeme und demnach jeder Bewegung zuständig ist.

Funktionelles Training steht darüber hinaus in direktem Zusammenhang mit dem Konzept der kinetischen Kette. Als kinetische Kette bezeichnet man ein über Gelenke verbundenes bewegliches System aus einzelnen Gliedern. Eine Ganzkörperbewegung setzt sich immer aus Teilbewegungen zusammen, die in den einzelnen Gelenken nacheinander oder zeitgleich ablaufen. Der menschliche Bewegungsapparat kann also als ein System koordiniert arbeitender kinetischer Ketten betrachtet werden. Weiters besagt das Konzept, dass Muskeln, Gelenke und Propriozeptoren immer synergetisch arbeiten, kein Gelenk arbeitet isoliert. (Boyle, 2010, S. 13-14; Schurr, 2011, S.14) Gerade deshalb ist es so wichtig, Bewegungen zu trainieren, nicht einzelne Muskeln, da das Training einzelner Muskeln isoliert und die kinetische Kette unterbricht. Der Physiotherapeut Gary Gray beschrieb in den 90er Jahren die Funktion des Unterkörpers etwa folgendermaßen: „Sobald der Fuß auf dem Boden aufsetzt, hat jeder Muskel des Unterkörpers eine Aufgabe. Gesäßmuskulatur, vordere und hintere Oberschenkelmuskulatur arbeiten zusammen, um Fuß-, Knie- und Hüftgelenk zu stabilisieren und ein Nach-Vorne-Fallen zu vermeiden. Sie alle haben die Aufgabe, die Bewegung der Gelenke zu verlangsamen, bzw. zu kontrollieren. Die vordere Oberschenkelmuskulatur arbeitet bei der Landung nicht als Kniestrecker, sondern kontrahiert sich exzentrisch, um die Beugung des Knies zu verhindern. Der hintere Oberschenkelmuskel dient nicht als Kniebeuger, sondern hat zwei andere Aufgaben bei der Landung: Er verhindert Knie- und Hüftbeugung. In der Stützphase des Laufens arbeiten daher alle Muskeln der unteren Extremitäten zusammen, um eine Bewegung zu vermeiden, nicht um eine Bewegung auszuführen. Sie verlängern sich exzentrisch und verlangsamen damit die Beugung von Fuß-, Knie- und Hüftgelenk“ (Appell & Stang-Voss, 1996, S. 9; Boyle, 2013, S. 13, zit.n. Gray; Gambetta, 2002, S. 12).

Eine weitere charakteristische Eigenschaft von funktionellen Bewegungen ist, dass sie vom Rumpf ausgehen und sich über Kontraktionsketten auf die Extremitäten fortsetzt (Glassman, 2013, S.3). Es ist im funktionellen Training daher von besonderer Bedeutung, eine gute Rumpfstabilität als Basis zu entwickeln, um darauf weitere Bewegungen

aufzubauen. Boyle (2004) definiert dazu drei Muskelgruppen, deren Stabilität von besonders großer Bedeutung sind:

- Innere schräge Bauchmuskulatur (M. Transversus Abdominis und M. Obliquus Internus Abdominis)
- Hüftabduktoren und Hüftrotatoren
- Schulterblattstabilisatoren

Viele renommierte Trainer, Physiotherapeuten und Experten für „Functional Fitness“ haben das Prinzip des funktionellen Krafttrainings bereits definiert. Boyle (2010, S. 11; zit.n. Gambetta und Gray, 2002) beschreiben funktionelles Training wie folgt: „Bewegungen, die nur einen einzigen Muskel isoliert beanspruchen, sind als unfunktionell zu bezeichnen. Funktionelle Bewegungsformen integrieren immer mehrere Muskeln und Muskelgruppen gleichzeitig.“

Vern Gambetta (2002, S.12), international anerkannter Experte für Training und Conditioning, definiert funktionelles Training ganz simpel als Training bestimmter, betrachteter Muskelgruppen und den involvierten Körperregionen, um sie in selber Art und Weise zu beanspruchen, wie es von ihnen bei jeder anderen körperlichen Aktivität verlangt wird.

Wie bereits eingangs erwähnt, boomt die Branche rund um funktionelles Krafttraining, wodurch sich in den letzten vier Jahren vor allem ein Begriff weltweit etabliert hat und momentan in aller Munde ist: CrossFit. Da die Bewegungseinheiten im Zuge des BVA-Projektes stark an das Trainingskonzept von CrossFit angelehnt waren und viele Elemente davon aufgegriffen und verwendet wurden, soll diese in folgendem Kapitel genauer erläutert und beschrieben werden, um sich dadurch auch ein besseres Bild von den, durch die Studie abgehaltenen, Trainingseinheiten zu machen.

2.4.1 Was ist CrossFit?

CrossFit ist ein relativ junges Fitnesskonzept, das seine Wurzeln in Nordamerika hat. Das Ziel von CrossFit ist es, eine möglichst breite, universelle und alles umfassende körperliche Fitness zu entwickeln. Laut dem Begründer, Greg Glassman (2013), ist CrossFit „ständiges Variieren von funktionellen Bewegungen, welche mit hoher Intensität

ausgeführt werden.“ Demnach sind die drei wesentlichen Komponenten, die diesem Sport zu Grunde liegen:

- Konstante Variation und Abwechslung
- Funktionelle Bewegungen
- Hohe Intensität

Unter „funktionellen Bewegungen“ versteht man, wie bereits erläutert, Bewegungen, die nicht isoliert von einem Muskel ausgehen, sondern die aus einem Zusammenspiel mehrerer Muskelgruppen - meist ausgehend vom Rumpf – und mehrerer Gelenke resultieren. Es sind natürliche, effektive und effiziente Bewegungsabläufe, die es ermöglichen, schwere Lasten über große Distanzen möglichst schnell zu bewegen. Führt man diese funktionellen Bewegungen mit hoher Intensität aus und variiert die Übungsauswahl ständig, so hat man das Grundgerüst einer typischen CrossFit Trainingseinheit (Glassman, 2013, S.3). In den meisten CrossFit-Trainingsstätten besteht diese aus einer kurzen Aufwärmsequenz, gefolgt von einem „Technik-Teil“, in dem koordinativ anspruchsvolle Bewegungsabläufe trainiert, geübt und perfektioniert werden. Die Trainingseinheit endet meist mit dem sogenannten „Workout of the Day“ – kurz „WOD“. Im WOD werden in der Regel ca. drei bis fünf unterschiedliche funktionelle Übungen kombiniert. Ziel ist es, die vorgegebene Übungsabfolge entweder möglichst schnell zu absolvieren („FOR TIME“), oder in einem vorgegebenen Zeitfenster möglichst viele Wiederholungen von einem bestimmten Übungskomplex („AMRAP“ – „As Many Rounds/Repetitions As Possible“) durchzuführen.

Die Übungsauswahl im CrossFit lässt sich in drei große Sparten teilen:

1. *(Olympisches) Gewichtheben (WEIGHTLIFTING)*

Dazu zählen Übungen mit Zusatzgewicht in Form von Langhanteln, Kettlebells, etc. Zum Beispiel: Clean&Jerk, Snatch, Thruster, Kettlebell-Swing, Back-, Front- und Overheadsquat, etc (Glassman, 2013, S.11).

2. *Gymnastische Übungen mit eigenem Körpergewicht – GYMNASTICS*

Diese Übungen werden nur mit dem eigenen Körpergewicht am Boden, auf Ringen, auf Klimmzugstangen, etc. ausgeübt. Zum Beispiel: Pull Ups, Muscle Ups, Burpees, Handstand Walk/Hold, Toes to Bar, etc (Glassman, 2013, S.11).

3. Ausdauer-dominante Übungen - MONOSTRUCTURAL

Die gängigsten Übungen in dieser Sparte sind Rudern und doppeltes Seilspringen (Double Unders), weil man sie leicht in ein WOD einfließen lassen kann und man relativ wenig Platz dafür braucht. Aber auch andere Sportarten wie Laufen, Schwimmen, Radfahren, etc. finden im CrossFit Anwendung (Glassman, 2013, S.11).

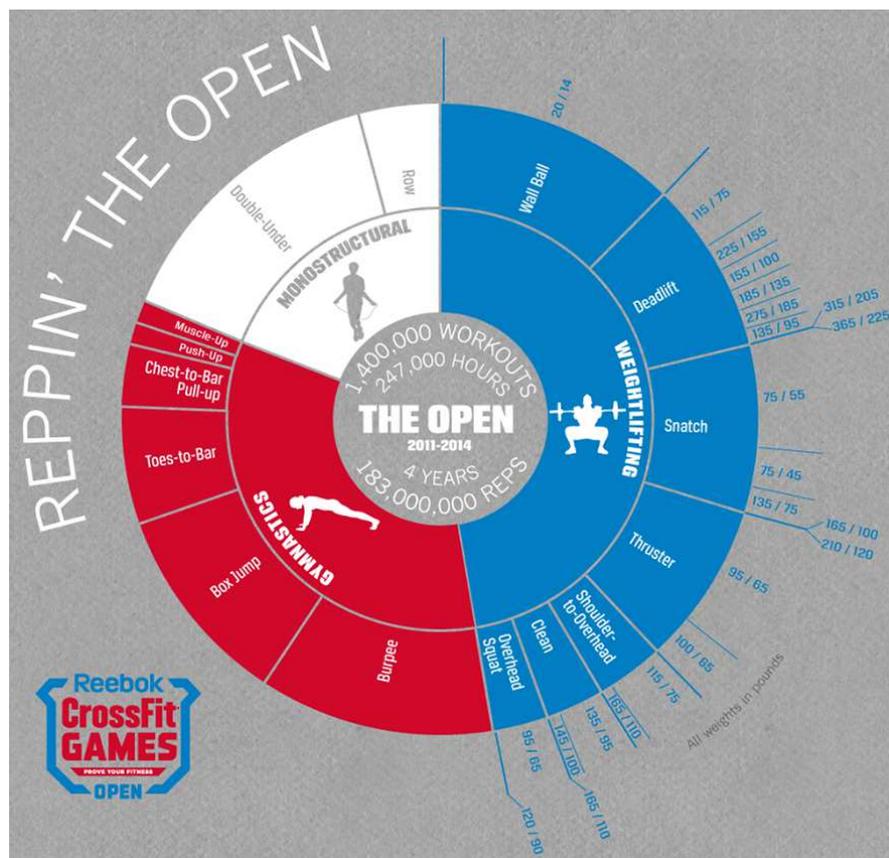


Abb. 3: Auflistung und Unterteilung der gängigsten CrossFit Übungen (<http://blog.thewodlife.com.au/ready-crossfit-open/>. Zugegriffen am 05.05.2015)

Neben ständiger Variation hochintensiver, funktioneller Bewegungen, welche die Basis bilden, ist es aber vor allem der Faktor der Gemeinschaft, der das Trainingskonzept „CrossFit“ so erfolgreich und effektiv macht. CrossFit ist ein Sport, der in sogenannten Boxen als Gruppentraining angeboten wird. Meist dauert eine Trainingseinheit eine Stunde, in der ein ausgebildeter Trainer mit rund 15 Personen arbeitet. Das WOD wird also immer in der Gruppe absolviert. Das gemeinsame Lernen von neuen Bewegungen und absolvieren von Workouts lässt ein Gemeinschaftsgefühl entstehen. Man feuert sich gegenseitig an, motiviert sich zu neuen Bestleistungen, tröstet sich bei Misserfolgen. Das

Miteinander ist ein wesentliches Schlüsselement von CrossFit und wird von der CrossFit-Community weltweit zelebriert und gelebt.

Ein weiterer Erfolgsgrund von CrossFit ist, dass das Trainingskonzept auf jede Person angepasst werden kann. Es ist also nicht nur für gut trainierte, junge, leistungsorientierte Personen möglich, diesen Sport auszuüben, jede einzelne Übung kann mit unterschiedlich hoher Intensität und in diversen, vereinfachten Variationen ausgeführt werden. Somit kann man mit diesem Trainingskonzept eine sehr große Zielgruppe ansprechen (Glassman, 2013, S.24).

2.5 Definition Ausdauer

Körperlicher Ausdauer ist eine konditionelle Fähigkeit, die eine belastungsadäquate Energieversorgung des Organismus sichert, ermüdungsbedingte Leistungs- oder Geschwindigkeitsabnahme bei sportlichen Belastungen verzögert und die Erholungsfähigkeit beeinflusst“ (Hottenrott & Neumann, 2014, S.115).

Ziel eines Ausdauertrainings ist es also, eine körperliche Ermüdung solange wie möglich hinauszuzögern und eine bestimmte Leistung möglichst ohne Unterbrechung und größere Ermüdung durchzuhalten. Demnach wird die Ausdauer auch synonym mit den Begriffen Durchhaltevermögen oder Ermüdungswiderstandsfähigkeit verwendet. Hinzu kommt, dass eine erhöhte Ausdauer mit einer verbesserten Aufrechterhaltung der sportlichen Technik und Taktik, sowie der Konzentrationsfähigkeit während einer Belastung und mit einer verbesserten Erholungsfähigkeit nach einer Belastung einhergeht (Hottenrott et al., 2014, S.113).

Ausdauer ist eine komplexe Fähigkeit, welche sich nach verschiedenen Gesichtspunkten differenzieren lässt. Folgende Abbildung soll einen Überblick über die einzelnen Differenzierungsmöglichkeiten geben:

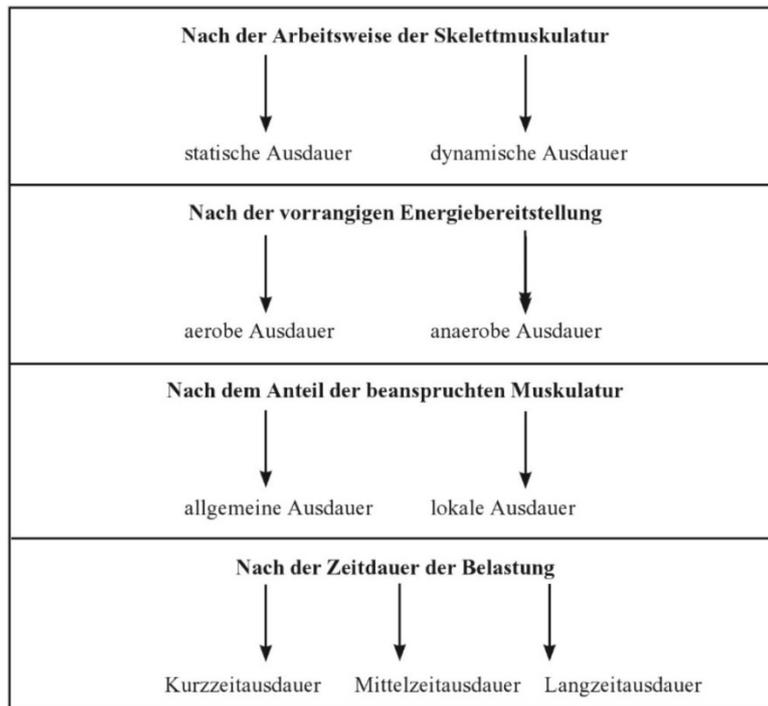


Abb. 4: Schema der verschiedenen Differenzierungsmöglichkeiten von Ausdauer (mod. nach Hottenrott et al., 2014, S.116)

- **Nach der Arbeitsweise der Skelettmuskulatur (statisch/dynamisch)**

Die erste Unterscheidungsmöglichkeit ist jene der Arbeitsweise der Muskulatur. Von statischer Ausdauer spricht man bei sämtlichen Haltearbeiten wie z.B. dem möglichst langen Verweilen im Unterarmstütz. Die dynamische Ausdauer bezieht sich auf sämtliche Arten von Bewegungen wie laufen, schwimmen, Rad fahren etc (Hottenrott et al., 2014, S.117).

- **Nach der vorrangigen Energiebereitstellung (aerob/anaerob)**

Eine weitere Differenzierungsmöglichkeit besteht darin, die Ausdauer anhand der Energiebereitstellung einzuteilen. Man unterscheidet aerobe von anaerober Ausdauer. Von der aeroben Bereitstellung spricht man, wenn für die Ausdauerbelastung genügend Sauerstoff vorhanden ist. Dies ist bei Ausdauerleistungen mit längerer Dauer und geringer Intensität der Fall. Ist der Sauerstoff für die oxidative Verbrennung jedoch unzureichend, oder läuft diese sogar komplett ohne die Beteiligung des Sauerstoffes ab (bei kürzeren, intensiveren Ausdauerbelastungen), so spricht man von anaerober Energiebereitstellung. In diesem Zusammenhang ist noch die anaerobe, bzw. aerobe Schwelle zu erwähnen, welche Auskunft über die Ausdauerleistungsfähigkeit gibt. Die *aerobe Schwelle* liegt bei einer Laktatkonzentration von 2 mmol/l. Unterhalb dieser Schwelle wird die für

Ausdauerleistungen benötigte Energie durch die aerobe Verbrennung, also die Verbrennung von Sauerstoff, gewonnen. Der Laktatspiegel bleibt in der Nähe des Ruhewertes. Oberhalb dieser Schwelle liegt der *aerob-anaerobe Übergangsbereich*. Bei steigender Belastungsintensität kann die benötigte Energie nur durch zusätzliche Energiegewinnung aus dem anaeroben Stoffwechsel bereitgestellt werden, da eine ausschließlich aerobe Verbrennung für höhere Ausdauerleistungen nicht mehr ausreichend ist. Dadurch beginnt der Laktatspiegel zu steigen, allerdings stehen Laktatbildung und Laktatelimination im Gleichgewicht. Die *anaerobe Schwelle* liegt bei einem Laktatspiegel von 4 mmol/l und ist der Punkt des maximalen Laktatgleichgewichtes, d.h. Laktatbildung und Laktatabbau stehen gerade noch im Gleichgewicht. Dieser Zustand wird auch als „Steady-State“ bezeichnet. Oberhalb dieser Schwelle nimmt die Laktatkonzentration weiterhin zu, die Sauerstoffaufnahme reicht nicht mehr für die Deckung des Energiebedarfes aus und es kommt zu einer schnelleren Erschöpfung, da die Laktatproduktion den Laktatabbau überschreitet. (Hottenrott et al. 2014,S.298ff; Knechtle, 2002, S.28ff)

- **Nach dem Anteil der beanspruchten Muskulatur (allgemein/lokal)**

Außerdem ist es möglich, die Ausdauer nach dem Umfang der beanspruchten Muskulatur zu gliedern. Von allgemeiner Ausdauer ist die Rede, wenn laut Hollmann et al. (2009, S. 268) mehr als 1/7 der Skelettmuskulatur in eine Bewegung involviert ist. Ist weniger als 1/7 der Skelettmuskulatur an einer körperlichen Aktivität beteiligt, so spricht man von lokaler Ausdauer.

- **Nach der Belastungsdauer (Kurzzeit-, Mittelzeit- und Langzeitausdauer)**

In der allgemeinen Ausdauer, bei aerober Energiebereitstellung, gibt es darüber hinaus noch die Unterteilung der Ausdauerleistung nach dem Belastungszeitraum. So beinhaltet die Kurzzeitausdauer alle Belastungen, die zwischen drei und zehn Minuten liegen (z.B. 3000-m-Lauf). Dauert eine Belastung zehn bis zu 30 Minuten an, so spricht man von Mittelzeitausdauer. Ausdauerbelastungen über 30 Minuten werden letztendlich der Langzeitausdauer zugeteilt. Diese Unterteilung liegt der maximal möglichen Sauerstoffaufnahme zu Grunde. So kann ein gut ausdauertrainierter Mensch zehn Minuten lang 100%, bis 30 Minuten etwa 90-95% und über 30 Minuten nur mehr weniger als 90% seiner maximalen Sauerstoffaufnahme einsetzen. (Hollmann et al., 2009, S.298ff; Hottenrott et al. 2014,S.116ff)

Die Auswirkungen von Ausdauertraining auf den Gesamtorganismus sind sehr vielfältig. Muskuläre Anpassungserscheinungen durch aerobes Ausdauertraining sind unter anderem die Erhöhung der aeroben Enzymaktivität, sowie eine Vermehrung und Vergrößerung der Mitochondrien, den stoffwechselaktiven (Muskel-) Zellen. Darüber hinaus steigt die Laktatabbaurrate durch Ausdauertraining deutlich an, d.h. anfallendes Laktat kann besser abgebaut werden. Auch das Herz-Kreislauf-System profitiert von einer erhöhten Ausdauerleistungsfähigkeit. So bildet sich nach längerfristigem Ausdauertraining (2-3 Jahren) ein so genanntes Sportlerherz, welches durch eine harmonische Vergrößerung aller vier Herzkammern gekennzeichnet ist und durch sein größeres Volumen mehr Blut pro Zeiteinheit in den Kreislauf pumpen kann. Weiters erhöht sich die Blutmenge und in weiterer Folge auch der Totalhämoglobingehalt, sowie die Kapillardichte, was von Vorteil ist, da das Kapillarsystem für den Abtransport von Stoffwechselprodukten der Zellen zuständig ist. Durch das gesteigerte Blutvolumen ist es möglich, die arbeitende Muskulatur besser mit Sauerstoff zu versorgen, wodurch es zum Anstieg der $VO_2\text{max}$ (maximale Sauerstoffaufnahme) kommt (Friedrich, 2006, S. 83ff).

Die $VO_2\text{max}$, ebenso wie das Laktat, sind zwei wesentliche Größen zur Quantifizierung und Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit. Die $VO_2\text{max}$ wird in Litern pro Minute angegeben, spiegelt die Leistungsfähigkeit des Herzkreislauf-Systems, sowie des Stoffwechselsystems wieder (äußere Atmung, Gasaustausch in der Lunge, das Herz-Minuten-Volumen und die Sauerstoffaufnahme in die Arbeitsmuskulatur) und ist von verschiedenen Faktoren wie beteiligte Muskulatur, Alter, Geschlecht und Körpergewicht abhängig. Während untrainierte Personen eine relativ geringe $VO_2\text{max}$ von ca. 2-3 Liter/Minute haben, weisen ausdauertrainierte Personen Werte von 5 Litern/Minute bis hin zu maximal 8 Litern/Minute auf. Die „anaerobe Schwelle“ bei einer Laktatkonzentration von 4mmol/l liegt bei Ausdauersportlern bei ca. 80% der maximalen Leistungsfähigkeit, bei untrainierten Personen jedoch schon bei 40-60%. Maximale Sauerstoffaufnahme und Laktatkonzentration im Blut stehen somit in enger Beziehung miteinander. Die folgende Abbildung soll diesen Zusammenhang verdeutlichen und zeigen, dass ausdauertrainierte im Vergleich zu untrainierten Personen die höchste $VO_2\text{max}$ haben und bei gleichbleibender Belastungsintensität den geringsten Laktatspiegel erreichen (Friedrich, 2006, S.84ff; Weineck, 2004, S.258ff).

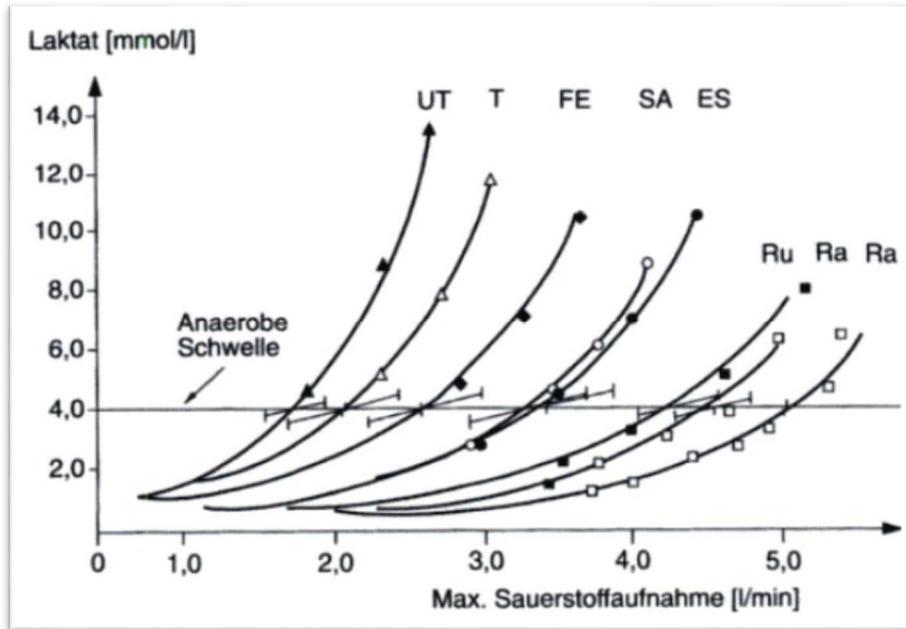


Abb. 5: Laktatkonzentration in Abhängigkeit der VO_{2max} bei Untrainierten (UT), Freizeitsportlern (T), Fechtern (FE), Eisläufern (ES), Spielsportler (SA), Ruder-Athleten (RU) und Radsportlern (RA) (Weineck, 2004, S.260 zit. n. Roth et al. 1981, S. 329)

2.6 Definition Gesundheit

Gesundheit ist ein Begriff, zu dem jeder etwas zu sagen hat und jeder etwas sagen kann (vgl. Trojan, 1992). Der Definitionsversuch von Gesundheit in dieser Arbeit erhebt keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit oder Vollständigkeit, vielmehr soll in diesem Kapitel ein breiter Überblick über den Wandel der einschlägigen Definitionen gegeben werden, Zusammenhänge und Widersprüche aufgezeigt werden, um im Anschluss das Gesundheitsverständnis im Rahmen dieser Arbeit zu skizzieren.

2.6.1 Gesundheit als Zustand

Seit 1948 definiert die WHO (Weltgesundheitsorganisation) Gesundheit unverändert als „Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.“ (WHO, online, Stand: 2015). Übersetzt lautet die Definition: „Gesundheit als ein Zustand des umfassenden körperlichen, geistigen und sozialen Wohlbefindens und nicht lediglich das Freisein von Krankheit und Schwäche“. Kritisiert an dieser Definition wird der utopische Charakter von Kickbusch (1987). Laifaille (1994) hingegen sieht in eben diesem utopischen Charakter die integrierende Kraft der Definition. Milz (1994) hingegen korrigiert das Absolute der Definition, indem er den

englischen Begriff „complete“ nicht mit vollständig, sondern mit umfassend übersetzt, im Sinne von „ganzheitlich“ (Blättner, 1994). Im Definitionsversuch der WHO und den angeführten Kritiken ist heraus zu lesen, dass die Definition von Gesundheit nicht einfach ist. Gesundheit kann weder angegriffen noch angesehen werden. Laut WHO ist es ein individueller Zustand beziehungsweise ein individuelles Gefühl, oder wie Berger und Blättner es formulieren, ein Prozess.

2.6.2 Gesundheit als Prozess

Aus der Kritik von Berger (1991) an der Gesundheitsdefinition der WHO entstand folgende Definition von Gesundheit:

„Gesundheit als Prozess der Anpassung und nicht das Ergebnis instinktiven Verhaltens, sondern autonomer, wenngleich kulturell geformter Reaktionen auf eine sozial geschaffene Realität. Gesundheit bezeichnet die Fähigkeit, sich auf ein wechselndes Milieu einzustellen, erwachsen und älter zu werden, im Falle einer Verletzung oder Krankheit zu gesunden, zu leben und in Frieden den Tod zu erwarten.“ (Berger zit. Nach Blättner, 1994).

Gesundheit ist somit kein Zustand, den man hat oder nicht hat, sondern eine Lebensweise oder Lebenseinstellung. Der Mensch hat die Wahl, sich gesundheitsförderlich oder –hinderlich zu verhalten. So wie es die ProbandInnen unseres Projekts getan haben. Sie haben sich entschieden, an diesem Projekt teilzunehmen und somit aktiv etwas für ihre Gesundheit zu tun. Ganz alleine kann die Verantwortung für die Gesundheit jedoch nicht dem einzelnen Menschen auferlegt werden. Der Mensch kann seine Ressourcen zwar ausbauen und nutzen, jedoch kann er gewisse Risikofaktoren, wie beispielsweise den ökologischen Aspekt, nicht beeinflussen – zumindest nicht direkt. Nun gibt es jedoch in allen sozialen Schichten gesunde und weniger gesunde Menschen, dieser Frage ist Antonovsky in seinem Modell nachgegangen.

2.6.3 Salutogenese Modell nach Antonovsky

Die salutogenetische Orientierung rührt aus dem fundamentalen Postulat der Heterostase⁶, dem Altern und der fortschreitenden Entropie⁷, die Kerncharakteristika aller lebenden Organismen sind. Antonovsky (1997) betrachtet Gesundheit und Krankheit nicht

⁶ Heterostase ist der Gegenbegriff zu Homöostase und bezeichnet somit die Störung der Homöostase. Homöostase (griech.) gleichartig, ähnlich, bezeichnet das ständige Bestreben des Organismus, verschiedene physiologische Funktionen (wie Körpertemperatur, Pulsschlag, Blutzuckerspiegel, u.a.) einander anzugleichen und diesen Zustand möglichst konstant zu halten. (vgl. Arnold, 1995)

⁷ Entropie beschreibt das Maß der Unordnung (Nivellierung) in einem System (vgl. o.A., 2015, online)

als einander ausschließende Kategorien, sondern als Endpunkte eines Gesundheits-Krankheits-Kontinuums (bzw. health-ease/disease). Die Position eines jeden einzelnen Individuums auf diesem Kontinuum ist auf den aktuellen Zeitpunkt bezogen und dynamisch. Der Fokus des Interesses des salutogenetischen Modells liegt nicht in der Erklärung einer Abweichung von Gesundheit, sondern in der Begründung der Annäherung an das gesunde Ende des Gesundheits-Krankheits-Kontinuums. Warum gibt es Menschen, die trotz äußerer und innerer Stressoren gesund bleiben (Antonovsky, 1997)?

Antonovsky konzentriert sich in seinem Modell nicht auf die Frage der Stressoren, warum ist eine Person erkrankt, sondern auf die Frage, welche Faktoren daran beteiligt sind, dass man seine Position auf dem Kontinuum zumindest beibehalten, oder aber auf den gesunden Pol hin bewegen kann? (Antonovsky, 1997, S. 29f.) Das bedeutet, Antonovsky stellt die Frage nach Copingressourcen⁸ ins Zentrum der Aufmerksamkeit. Im Kern der salutogenetischen Frage steht das Konzept des Kohärenzgefühls⁹. (vgl. Antonovsky, 1997, S. 30) Dieses Gefühl der Kohärenz hat das Gefühl der Verstehbarkeit, Bewältigbarkeit und der Sinnhaftigkeit der Anforderungen als Hauptkomponenten und beeinflusst damit die Gesundheit des Menschen. Der Ansatz von Antonovsky, die Gesundheit nicht als einen Zustand zu sehen, ist kein neuer Gedanke. In den medizinischen Schriften der Regimina sanitatis aus dem 12./13. Jahrhundert ist von der Gesundheit als etwas Dynamisches und Labiles, das es immer wieder zu stabilisieren gilt, die Rede. Ebenso wird Gesundheit und Krankheit in ihren Extrempositionen unterschieden, jedoch sind sie nicht gegeneinander abgrenzbar. Dazwischen dehnt sich das weite Übergangsfeld der „neutralitas“ aus, des Weder-gesund-noch-krank-Sein, wofür es heute kein eigenes Wort gibt, weil Gesundheit und Krankheit nur als sich ausschließende Gegensätze verstanden werden. (vgl. Schmitt, 1981, S. 27; zit. Zwick, 2004, S. 44)

2.6.4 Gesundheitsverständnis dieser Arbeit

Aus den oben angeführten Definitionen von Gesundheit ergibt sich für diese Arbeit folgendes Gesundheitsverständnis: Im Rahmen dieser Arbeit soll von der Definition der WHO in der Hinsicht Abstand genommen werden, dass Gesundheit kein Zustand, sondern ein individueller Prozess ist. Dieser Prozess kann aufgrund von äußeren und inneren Zuständen, wie beispielsweise Stress, Lärm, Umweltfaktoren, Bewegungsmangel, etc. positiv, wie auch negativ beeinflusst werden. Besonders auf die vielen verschiedenen gesundheitsbezogenen Parameter, wie Cholesterin, anthropometrische Daten,

⁸ Coping kommt aus dem englischen und bedeutet: Bewältigung.

⁹ SOC = sense of coherence

Blutzucker, HRV, etc. wird in dieser Arbeit nicht von gesund oder krank ausgegangen, sondern wie im salutogenetischen Ansatz nach Antonovsky wird angenommen, dass der Mensch sich auf einem Kontinuum zwischen Gesundheit und Krankheit bewegt und das Ziel des funktionellen Krafttrainings sein soll, sich möglichst nahe dem Pol der Gesundheit anzunähern. Auf die vorliegende Arbeit bezogen bedeutet dies, dass sich möglichst viele gesundheitsbezogene Parameter durch das 6-monatige funktionelle Krafttraining verbessern oder im Normbereich verbleiben.

2.7 Definition Blut

Das Blut gibt Aufschluss über viele Funktionen im menschlichen Körper. Abweichungen von Normwerten geben Auskunft über den Gesundheitszustand einer Person, meist hängen mehrere Parameter zusammen. Nach Hanefeld ist im 21. Jahrhundert das metabolische Syndrom ein Krankheitsbild, das bei einem Großteil der Bevölkerung durch Überernährung und Bewegungsmangel auftritt. Nach der aktuellen Definition nach AHA/NHBLI¹⁰ und der IDF¹¹ ist das metabolische Syndrom das Quartett von Adipositas, erhöhtem Blutdruck, erhöhtem Blutzucker und Dyslipädemie (Hypertriglyzeridämie, niedriges HDL-Cholesterin) (Hanefeld, et.al., 2007). Da die Teilnehmer unserer Studie jedoch nicht an Adipositas litten, sondern die Voraussetzung der Teilnahme nur die Untrainiertheit war, soll in dieser Arbeit nicht auf das metabolische Syndrom eingegangen werden, sondern folgende gesundheitsbezogenen Blutparameter, unter dem Gesichtspunkt einer Definition und den Folgen einer Normabweichung, betrachtet werden:

- Blutzucker
- Cholesterin (LDL/HDL)
- Triglyzeride

2.7.1 Blutzucker

Der Blutzuckerwert gibt den Zuckergehalt des Blutes an. Das bedeutet, er gibt Auskunft über die Konzentration von gelöstem Traubenzucker (Glucose) im Blut. Der Blutzuckerwert wird in Milligramm pro Deziliter (mg/dl) angegeben. Der Normwert liegt bei 70-120 mg/dl. Bei einem gesunden Menschen verändert sich der Blutzuckerwert im Laufe des Tages nur wenig. Nach dem Aufstehen ist der Blutzuckerwert am niedrigsten und steigt nach dem Essen an. Die Aufgabe des Blutzuckers im Körper ist die Energieversorgung der Zellen. Durch die Einwirkung von Insulin gelangt der Blutzucker

¹⁰ AHA = Heart Association/NHBLI = National Heart Blood and Lung Institute

¹¹ IDF = International Diabetes Federation

von der Blutbahn in die Zelle. Durch eine Kette von chemischen Reaktionen kann diese aus dem Blutzucker Energie gewinnen. Ohne Insulin kann der Blutzucker nicht in die Zelle eindringen und verbleibt daher im Blut. Dadurch ist der Blutzuckerwert im Blut bei Insulinmangel zu hoch. Dieser Zustand wird Hyperglykämie oder Überzucker genannt. Auch das Gegenteil führt zu einem Problem. Durch zu viel Insulin oder einer Stoffwechselfehlfunktion kommt es zu einem Unterzucker oder einer Hypoglykämie. Wird eine Person mit diesem Krankheitsbild nicht medikamentös auf die Normwerte eingestellt, kann es zu Folgeerkrankung der Nerven, Augen und Nieren kommen. Dies nennt man diabetische Komplikationen (Klinke, 2010, S. 558f).

2.7.2 Cholesterin (LDL/HDL)

Cholesterin zählt zur Gruppe der Lipide (Blutfette) und ist ein lebenswichtiger Bestandteil der Zellmembranen und eine Vorstufe der Gallensäure, des Sexualhormons, sowie des Vitamin D. Da Cholesterin wasserunlöslich ist, bedarf es zu dessen Transport von der Leber zu den Geweben und wieder zurück, sogenannter Lipoproteine. Diese Lipoproteine werden nach ihrer Dichte in VLDL (very low density lipoproteins), LDL (low density lipoproteins) und HDL (high density lipoproteins) eingeteilt. Hohe LDL-Konzentrationen können zu Gefäßverkalkung führen, hingegen schützt eine hohe HDL-Konzentration die Gefäßwand. Folgeerkrankungen durch einen zu hohen Cholesterinwert können durch die Verkalkung der Gefäße, Herzinfarkt oder Schlaganfall sein (Klinke, 2010, S. 227f).

Der Normwert des Cholesterins wird in der folgenden Tabelle nicht als Gesamtwert dargestellt, sondern unterteilt in LDL und HDL-Werte, da der Gesamtwert alleine keine Aussagekraft hat:

Risiko-Kategorie	Zielwert für den LDL-Cholesterinspiegel	Zielwert für den Gesamtcholesterinspiegel ohne HDL-Cholesterin
sehr hoch	< 70 mg/dl	< 100 mg/dl
hoch	< 100 mg/dl	< 130 mg/dl
mäßig	< 130 mg/dl	< 160 mg/dl
gering	< 160 mg/dl	< 190 mg/dl

Tab. 1: Risikokategorien bezogen auf den LDL- und HDL-Cholesterinspiegel (Österreichischer Lipidkonsensus, 2010)

Ursachen für einen erhöhten Cholesterinspiegel können folgende Faktoren sein:

- Fehlernährung (häufiger Verzehr von rotem Fleisch und gesättigten Fettsäuren)
- Genetische Vorbelastung
- Adipositas (Fettsucht)
- Nephrotisches Syndrom
- Schilddrüsenunterfunktion
- Gallenstau
- Diabetes mellitus
- Schwangerschaft
- Einnahme von bestimmten Medikamenten, u.a. Kortisonpräparate und Gestagene

2.7.3 Triglyzeride

Die Triglyzeride gehören wie das Cholesterin zu der Gruppe der Nahrungsfette. Sie sind aus einem Glycerinmolekül, an dem drei Fettsäuren hängen, aufgebaut. Die Aufnahme der Triglyzeride aus der Nahrung erfolgt in mehreren Schritten, durch eine Aufspaltung im Darm, die Aufnahme in die Zellen des Darms und einer Zusammensetzung im Anschluss. An Eiweiße gebunden, werden sie als Chylomikronen und VLDL-Körperchen im Blut transportiert. Neben der Aufnahme über die Nahrung kann der menschliche Körper Triglyzeride in der Leber auch selber herstellen. Triglyzeride dienen als Energiespeicher. Ein normalgewichtiger Erwachsener speichert ungefähr acht Kilogramm Triglyzeride im Fettgewebe. Dies entspricht dem Energiebedarf von 40 Tagen. Der Normwert der Triglyzeride liegt bei <200mg/dl, beziehungsweise in der SI-Einheit bei <2,3mmol/l (Silbernagl & Despopoulos, 2001).

Einer Studie über den Zusammenhang von einem Diätplan und dem metabolischen Syndrom ist zu entnehmen, dass ein zu hoher Konsum von Fleisch und Fetten zu einem erhöhten Triglyzeride-Wert führen kann. (Farhangi, et.al., 2015)

Ein Anstieg von Lipiden im Blut ist einer der Hauptgründe für Herz-Kreislaufkrankungen. (Lee, 2006)

2.8 Definition Herzfrequenzvariabilität

Die Herzfrequenzvariabilität (HRV – Heart Rate Variability) ist eine Kenngröße für die Anpassungsfähigkeit des menschlichen Organismus an exogene und endogene Belastungsfaktoren, sie beschreibt die Unregelmäßigkeit der Herzfrequenz. „Bei einer Ruheherzfrequenz von 60 Herzschlägen in der Minute erfolgt nicht jeder Schlag nach

exakt einer Sekunde bzw. 1.000 Millisekunden. Variationen von 100 Millisekunden in der Herzschlagfolge sind bei gesunden Menschen eine normale Anpassungsreaktion des Herzens an äußere und innere Belastungen und Anforderungen. (...)“ Die HRV beschreibt die Fähigkeit des Herzens, den zeitlichen Abstand von Herzschlag zu Herzschlag belastungsabhängig laufend zu verändern und sich wechselnden Anforderungen schnell anzupassen.“ (Hottenrott, 2002, S. 10) Zu den wechselnden Anforderungen zählen Signale des Organismus, sowie unterschiedliche Umweltreize. Die Anpassung basiert auf einem optimalen Zusammenspiel des sympathischen und parasympathischen Nervensystems. Der Parasympathikus beeinflusst das Herz und den Kreislauf überwiegend durch die Freisetzung von Acetylcholin durch den Nervus vagus. „Die sympathische Stimulation beruht auf einer Freisetzung von Adrenalin und Noradrenalin, die Beta-Adrenerge Rezeptoren aktivieren mit nachfolgender, cAMP-vermittelter Phosphorylierung von Membranproteinen. Das Resultat ist eine Beschleunigung der langsamen diastolischen Depolarisation.“ (Löllgen, 1999) Im Ruhezustand überwiegt die vagale Stimulation. HRV-Schwankungen basieren im Ruhezustand auf Änderungen des Vagotonus. Daraus ergeben sich Frequenzanteile die dem Vagus (high frequency) und Frequenzanteile die dem Sympathikus (low frequency) zugeordnet werden können.

Neben der autonomen Beeinflussung der HRV durch den Körper, beeinflussen dieselben Faktoren die HRV, die auch die Herzfrequenz beeinflussen. Dazu zählen folgende Faktoren (Hottenrott, 2002):

- Lebensalter
- Geschlecht
- Körperlage (Stehend, sitzend, liegend)
- Tageszeit (zirkadiane Rhythmik)
- Nahrungsaufnahme
- Alkohol
- Koffein
- Nikotin
- Medikamente (z.B. Beta-Rezeptorenblocker)
- Ausdauerfitness
- Stress
- Muskelaktivität

Endogene Faktoren, die die HRV beeinflussen, sind beispielsweise das Atemsystem. Die Einatmung führt zu einer Erhöhung der Herzfrequenz und die Ausatmung zu einer

Senkung der Herzfrequenz. Der Einfluss der Atmung auf die HRV ist umso stärker wahrzunehmen, desto entspannter der Mensch ist. Bei einer Frequenz von 0,1 Hz (6 x Ein- und Ausatmen pro Minute) ist der Einfluss der Atmung auf die HRV am größten. Der Einfluss der Atmung auf die HRV wird als respiratorische Sinusarrhythmie bezeichnet (Hottenrott, 2002).

Einen großen Einfluss auf die HRV hat die Arbeitsmuskulatur. Bei körperlicher Ruhe ist die HRV immer höher als unter sportlicher Belastung. Bei einer hohen Herzfrequenz sind die Schwankungen der Herzschlag-Regelmäßigkeit kaum noch messbar. Eine sportliche Belastung hat eine nachhaltige Wirkung auf die HRV, da die HRV in der Nacherholungsphase verringert ist. Bereits eine fünfminütige intensive Belastung führt zur Abnahme der HRV in der Nacherholungsphase (Hottenrott, 2002).

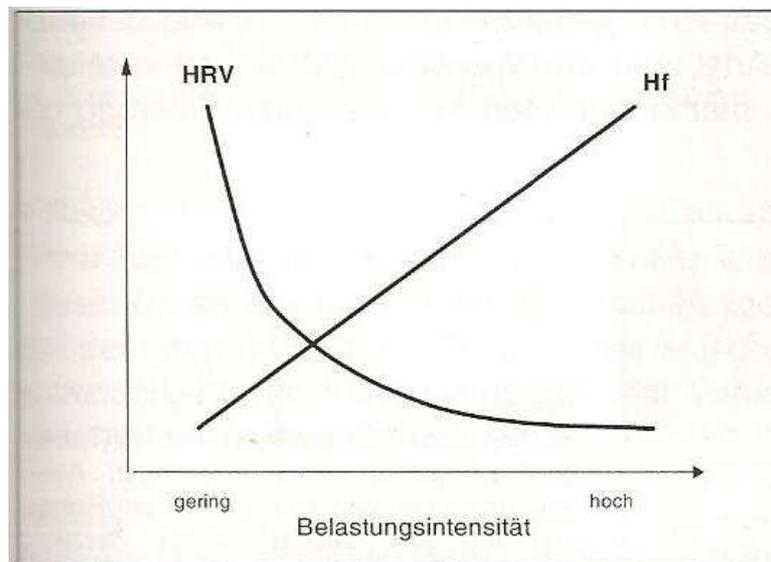


Abb. 6: Verlauf von Herzfrequenz (Hf) und Herzfrequenzvariabilität (HRV) bei stufenförmig ansteigender Belastungsintensität (Prinzipdarstellung) (Hottenrott, 2002, S.13)

Anwendungsgebiete der HRV im Sport sind

- HRV als Biofeedbackinstrument des Entspannungszustandes
- HRV zur Bewertung von stress- und entspannungsbezogenen Einflüssen
- HRV zur Objektivierung von Entspannungstechniken
- HRV zur Bewertung des Regenerationszustandes im Trainingsprozess
- HRV zur Kontrolle der Belastbarkeit und des Gesundheitszustandes
- HRV zur Diagnostik und Bewertung trainingsbedingter Anpassungen
- HRV zur individuellen Belastungssteuerung des Trainingsprozesses

- HRV zum Wirksamkeitsnachweis definierter Trainingsformen hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Wohlbefinden und Gesundheit (Hottenrott, 2002, S. 23)

Parameter der Herzfrequenzvariabilität

2.8.1 Herzrate

Die Herzrate beschreibt, wie oft das Herz innerhalb einer Minute schlägt.

2.8.2 SDNN

Steht für standard deviation of normal-to-normal intervals. Hierbei wird die Standardabweichung aller RR-Intervalle¹² im Messzeitraum berechnet. Dieser Parameter ist ein frequenzunabhängiger Indikator für die Gesamtvariabilität. Bei der Interpretation der (...) ‚SDNN‘-Werte ist jedoch die Höhe der Herzfrequenz zu berücksichtigen, um Fehlbewertungen der Variabilität (...) zu vermeiden.“ (Hottenrott, 2002, S. 15)

2.8.3 logRSA rr

„Wird als der Median der absoluten Differenzen aufeinanderfolgender Herzraten bezeichnet und sie berücksichtigt vorrangig die raschen, atmungsinduzierten Änderungen, ohne jedoch eine strikte Grenze bei einer bestimmten Herzfrequenz zu ziehen. Die respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) ist somit die hochfrequente Variabilität der Herzfrequenz, die die Stärke der Modulation des Herzrhythmus durch die Atmung widerspiegelt. Sie ist gleichzeitig ein Maß für den Tonus der Vagusaktivität“ (Moser, et. al., 1994)

2.8.4 TOT (total power)

TOT zählt zum vitalen Potenzial und stellt die Leistungsdichte oder Energiedichte (Total Power) des gesamten Frequenzbereichs von 0.0033 – 0.5 Hertz (Hz) dar. Die TOT ist die Stärke der Spektraldichte innerhalb aller Frequenzbereiche und gilt als das Maß für die Intensität bzw. Stärke des Einflusses des Vegetativums auf den Organismus. (Hausschild, Landauf & Ring, 2012) Werden nun die einzelnen Frequenzbänder (VLF, LF, HF) innerhalb eines Zeitintervalls getrennt betrachtet, so erhält man gefilterte Herzschlagfolgen im Sinne zeitlich unterschiedlicher Sinusschwingungen. Diese dem Herzschlag aufmodulierten Sinusschwingungen lassen sich nun aufgrund der empirischen

¹² Ein RR-Intervall beschreibt den Abstand zweier Herzschläge (R-Zacken im EKG)

Erfahrung entsprechenden Körpersystemen zuordnen: Durchblutungsrhythmik, Blutdruckrhythmik, Atemrhythmik. (Moser, et.al. 1994)

Die Frequenzbereiche werden eingeteilt in:

- Very Low und Ultra Very Low Frequency
- Low Frequency
- High Frequency

2.8.5 VLP/UVLP (Very Low und Ultra Very Low Frequency)

Diese bilden aufgrund ihres Frequenzbereichs (0,0033 – 0,04 Hz) die langfristige Rhythmik des Organismus, die speziell bei guter Regulationsfähigkeit des ANS als BRAC-Rhythmik sichtbar wird und damit den Ruhe- und Aktivitätszyklus des Menschen darstellt. (Hausschild, Landauf & Ring, 2012)

2.8.6 Low Frequency (LF)

Das LF-Band umfasst den Frequenzbereich von 7-25 Sekunden (0,04-0,15 Hz). Die Leistungsdichte in diesem Frequenzband wird sowohl vom Parasympathikus (tiefe Atemzüge <7 Atemzüge/Minute) als auch vom Sympathikus beeinflusst. Diese Region wurde früher auch Barorezeptorbereich genannt, da die Aktivität dieses Rezeptors hier sehr gut wiedergespiegelt wird. Die sogenannte Baroreflexschleife weist eine intrinsische Frequenz von etwa 0,1Hz auf. Die niederfrequenten Komponenten der Herzfrequenzvariabilität korrespondieren mit der Blutdruckrhythmik mit einer Frequenz von ca. 0,1 Hz. Als Ursprung des Signals wird eine zentrale Schrittmacherfunktion diskutiert. (Hausschild, Landauf & Ring, 2012)

2.8.7 HF (high frequency)

Der HF-Bereich zeigt ein Schwingungsspektrum mit Periodendauer von 2,5 – 7 Sekunden (0,15-0,4 Hz). Aufgrund der zeitlichen Charakteristik des Neurotransmitters Acetylcholin kann diesem Frequenzband die Aktivität des Parasympathikus zugeordnet werden. Tritt ein synchrones Puls-Atem-Verhalten (Schlaf) auf, so fokussiert sich die Leistungsdichte der HF auf einen engen, jedoch hoch intensiven Bereich. Dies wird im Rahmen der Herzratenvariabilität respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) genannt. Dies spiegelt den

ausschließlich parasympathisch bestimmten Schwingungsanteil wider, der durch den vegetativen Quotienten deutlich zur Geltung kommt. (Moser, et. al. 1994)

2.8.8 Vegetativer Quotient (VQ)

Geht man von den beiden vorangehenden Parametern aus, so zeigt der Quotient – also das Verhältnis zwischen Sympathikus und Parasympathikus - das momentane vegetative Aktivierungsniveau des Organismus auf. Der vegetative Quotient drückt wiederum über den Tagesverlauf (Tagesgang) die „vegetative Balance“ aus. (Hausschild, Landauf & Ring, 2012) Höhere Werte zeigen eine aktive, leistungsorientierte Einstellung des Körpers, tiefe Werte eine auf Erholung ausgerichtete. (Moser, et.al., 1995)

2.8.9 QPA

Der Pulsatemquotient gibt das Verhältnis von Pulsschlägen pro Atemzug an. Bei einem gesunden Menschen ist der Pulsatemquotient im tiefen Schlaf in der Nähe von 4:1. Tagsüber kommt es zu einem Anstieg des Pulsatemquotienten. Der Pulsatemquotient zählt zu den vegetativen Indikatoren, bei Anspannung steigt er, bei Entspannung sinkt er. (Hausschild, Landauf & Ring, 2012)

Einer Studie von Betz (In Hottenrott, 2002) zufolge haben Entspannungstechniken, wie autogenes Training oder eine Rollermassage eine nachhaltige Wirkung auf die Herzfrequenzvariabilität. Während der Entspannungsübung kommt es zu einem Absinken der Herzfrequenz und einem Anstieg der HRV, wobei die Erhöhung der HRV auch nach der Rückholphase des autogenen Trainings anhält, wobei die Herzfrequenz in den Urzustand zurückkehrt. In unserer Arbeit stellt sich die Frage, wie die Auswirkung eines intensiven funktionellen Krafttrainings auf die HRV Einfluss nimmt.

2.9 Aktueller Forschungsstand

Nach den Definitionen der relevanten Begriffe dieser Arbeit soll im folgenden Kapitel der aktuelle Forschungsstand hinsichtlich des funktionellen Krafttrainings und seine Auswirkungen auf den menschlichen Körper dargestellt werden.

Die Masse an Studien zum Thema funktionelles Krafttraining zeigt die Aktualität dieses Themas auf. Beispielhaft ist die Studie von Weiss et. al (2010) zu nennen. Diese besagt, dass ein 7-wöchiges funktionelles Krafttraining eine ebenso signifikante Steigerung der

Kraftleistung bewirkt, wie ein traditionelles 7-wöchiges Krafttraining. Die untersuchte Altersgruppe hatte ein Alter zwischen 18 und 32 Jahren. In der Studie von Lobo et. al (2010) zeigt sich, dass ein regelmäßiges Krafttraining oder auch Ausdauertraining in Form von Aerobic Training auch bei älteren Personen (im Alter zwischen 66-92) zu einer signifikanten Leistungssteigerung führt. Wobei zu betonen ist, dass die Leistungssteigerung nur im Bereich der Muskelkraft und Flexibilität der unteren Extremitäten, in der Ausdauer und in der Balance belegt werden konnten. Die Kraft der oberen Extremitäten, sowie die gesundheitsbezogenen Parameter im Blut konnten nicht signifikant verändert werden. Hier schließt unsere Arbeit die Lücke zwischen den zwei Studien, da die Probanden unseres Projekts zwischen 25 und 65 Jahre alt sind und genau jene Altersgruppe abdeckt, die noch nicht untersucht worden ist.

Neben der Kraftentwicklung zeigt die Studie von Smith, Sommer, Starkoff und Devor (2013) auf, dass ein intensives funktionelles Krafttraining auch zu einer Verbesserung der kardialen Leistungsfähigkeit im speziellen der VO₂max führt. Die Entwicklung der kardialen Leistungsfähigkeit soll in unserer Arbeit anhand der Verschiebung der aeroben und anaeroben Schwelle, sowie der Verbesserung der maximalen Leistungsfähigkeit am Radergometer dargestellt werden.

Eine aktuelle Studie aus dem Jahr 2015 untersuchte die Auswirkungen eines 12 wöchigen funktionellen Krafttrainings auf die Herzfrequenzvariabilität, Herz-Lungen-Parameter, sowie die Lebensqualität von gesunden Frauen. 29 Probandinnen wurden in zwei Gruppen geteilt, n = 13 waren jene Gruppe, die drei Mal die Woche ein funktionelles Krafttraining absolvierten und n = 16 war die Kontrollgruppe. Die Studie belegte signifikante Verbesserungen der Lebensqualität, sowie der Herzfrequenzvariabilität, jedoch keine signifikanten Veränderungen der Herz-Lungen-Funktion (Rezende Barbosa, M.; et. al).

Die aktuelle Empfehlung der WHO zum Erhalt der Gesundheit ist ein 150-minütiges moderates Ausdauertraining oder ein 75-minütiges intensives Ausdauertraining pro Woche mit einem zusätzlichen Krafttraining von zwei Mal pro Woche. Dieser Empfehlung nach hat Willis, et. al. (2012), den Einfluss von Aerobic-Training, Krafttraining und einer Kombination aus Aerobic und Krafttraining auf das Körpergewicht, das Körperfett und die Magermasse (Muskel- und Zellorganmasse) untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Gruppe des Aerobic-Trainings und der Kombination aus Aerobic und Krafttraining mehr Körpergewicht und Körperfett verloren haben als die Gruppe des Krafttrainings. Zwischen der Aerobic-Gruppe und der Kombinationsgruppe konnte kein signifikanter Unterschied aufgezeigt werden. Die Magermasse (Muskelmasse) hingegen konnte in der Krafttrainingsgruppe und der Kombinationsgruppe mehr gesteigert werden als in der

Aerobic-Gruppe. Daraus lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass zum Zweck der Gewichtsreduktion ein Aerobic-Training am sinnvollsten erscheint, jedoch speziell im mittleren Erwachsenenalter ein zusätzliches Krafttraining zum Erhalt beziehungsweise zur Steigerung der Muskelmasse zielführend ist (Willis, et.al., 2012).

Aus der oben angeführten Studie hinsichtlich des Vergleichs von Aerobic und Krafttraining ergibt sich die Frage, ob ein Zirkeltraining mit funktionellen Kraftübungen einer Aerobic-Belastung gleichzusetzen ist und es somit zu einer Gewichtsreduktion und einer Körperfettreduktion kommt.

Die Studie von Hagner-Derengowska, et. al (2015) zeigt, dass auch ein Nordic Walking Training, sowie ein Pilates Workout zu einer Reduktion des Körpergewichts und des Körperfetts und einer Senkung der gesundheitsbezogene Blutparameter, wie das Leberenzym oder Cholesterin führt. Weiterführend wäre interessant, ob ein funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings einem Aerobic-Training beziehungsweise Nordic Walking Training in seinen Auswirkungen auf den menschlichen Körper (Körpergewicht, Körperfett, Blutwerte) gleichzusetzen ist. Des Weiteren ist von Interesse, ob die dargestellten Auswirkungen im Bereich der Blutwerte bei übergewichtigen Personen auch auf normalgewichtige Personen zutreffend sind.

Den aktuellen Literaturrecherchen zu Folge sind die Auswirkungen von sportlicher Aktivität im Allgemeinen ein sehr gegenwärtiges Thema, im Speziellen konnte auch die Aktualität des funktionellen Trainings in den Studien belegt werden. Das Spezielle unserer Studie ist der Umfang an untersuchten Parametern, angefangen von der kardialen Leistungsfähigkeit, den gesundheitsbezogenen Blutwerten, der Herzfrequenzvariabilität, anthropometrischer Daten bis hin zur Frage nach der funktionellen und isometrischen Kraftentwicklung. Der Einfluss von sportlicher Aktivität auf einzelne Parameter konnte in den Studien gefunden werden, von großem Interesse ist daher die Korrelation der unterschiedlichen Parameter miteinander.

Die Erarbeitung des aktuellen Forschungsstands zeigt, dass viele Studien die Entwicklung von übergewichtigen ProbandInnen untersuchen, jedoch die Betrachtung des Einflusses eines regelmäßigen Trainings auf Normalgewichtige beziehungsweise Personen ohne Krankheitsbilder konnte nur vereinzelt gefunden werden. Das Auswahlverfahren der ProbandInnen unserer Studie wurde nur durch die Tatsache eingeschränkt, dass die TeilnehmerInnen vor der Studie keinen regelmäßigen Sport ausüben durften beziehungsweise auch in früheren Jahren keinen Leistungssport betreiben durften. Ebenfalls hervorzuheben ist die Dauer der Studie, der Zeitraum beträgt 26 Wochen.

Daher lautet die primäre Forschungsfrage, ob es einen Einfluss von einem 2 mal wöchentlichen funktionellen Krafttraining auf gesundheits- und leistungsbezogene Parameter hat.

3 Empirischer Teil der Arbeit

3.1 Projektbeschreibung

Das in dieser Diplomarbeit behandelte Thema entstand im Zuge einer Studie, durchgeführt durch das „Österreichische Institut für Sportmedizin“ ÖISM). Die in der Studie erhobenen Daten stellen die Basis dieser Arbeit dar, wobei nicht alle getesteten Parameter der Studie in dieser Arbeit Berücksichtigung finden. Aus diesem Grund unterscheiden sich Arbeitstitel und Inhalt dieser Arbeit von jener der Studie.

Die Studie mit dem Titel „Bewegung Verändert Alltag - Einfluss von individuell adaptierten Krafttrainingsvarianten auf funktionelle, inflammatorische, stressinduzierte und gesundheitsbezogene Parameter zur betrieblichen Vorsorge“ wurde vom ÖISM in Kooperation mit der „Versicherungsanstalt öffentlich Bediensteter“ (BVA) als kontrollierte, verblindete Interventionsstudie über einen Zeitraum von acht Monaten durchgeführt. Das Projekt startete im September 2014. In den ersten vier Wochen wurden die ProbandInnen einer Testbatterie unterzogen, welche physische und psychische Parameter testete. In einem Interventionszeitraum von sechs Monaten führten die ProbandInnen zwei Mal wöchentlich ein durch eine Trainerin geführtes Training, sowie ein Mal pro Woche ein vorgegebenes Heimtraining durch. Unmittelbar nach den sechs Monaten Trainingsintervention wurden die ProbandInnen im April 2015 erneut mit derselben Testbatterie untersucht.

3.2 Studienteilnehmer/Innen

Alle StudienteilnehmerInnen sind Angestellte des Bundesministeriums für Finanzen (BMF) in Wien. Die Anmeldung zu dieser Studie erfolgte freiwillig nach einem Informationsmail bzw. einer Informationsveranstaltung. Die Daten aller ProbandInnen wurden streng vertraulich behandelt. Zu diesem Zweck wurden ihnen nach Aufnahme in die Studie ProbandInnen-Codes zugeteilt. Die weitere Verwendung der Daten erfolgte anonymisiert, somit wurden keine Namen oder sonstige persönliche Daten verwendet. Auch die Datenauswertung erfolgte anonymisiert. Alle TeilnehmerInnen unterlagen bestimmten Ein- bzw. Ausschlusskriterien.

3.2.1 Einschlusskriterien

Zur Aufnahme in die Studie mussten alle Einschlusskriterien erfüllt sein.

- Alter zwischen 25-65 Jahren
- Vorwiegend sitzende Tätigkeit
- Keine regelmäßige Sportausübung (weniger als zwei Stunden wöchentlich)
- Schriftliche Einwilligungserklärung

3.2.2 Ausschlusskriterien

Zum Ausschluss aus der Studie reichte die Erfüllung eines der folgenden Ausschlusskriterien:

- Regelmäßige Sportausübung mehr als zwei Stunden wöchentlich
- Ehemalige oder derzeitige Ausübung einer Sportart auf Leistungssportniveau
- Verletzung bzw. orthopädische Kontraindikationen, die eine Teilnahme am Training aus gesundheitlicher Sicht nicht erlauben
- Schwerwiegende kardiovaskuläre, pulmonale oder metabolische Erkrankung(en), die die Teilnahme an den Tests mit Ausbelastung bzw. das in der Studie beschriebene Krafttraining nicht erlauben
- Einnahme von Medikamenten, die das Immunsystem modulieren, z.B. nichtsteroidale Antirheumatika, Corticosteroide, Cyclosporine,
- Verweigerung der Blutabnahme zu den Zeitpunkten (t_0 und t_1)
- Verweigerung der funktionellen Testbatterie oder der Fragebögen

3.2.3 Anzahl der StudienteilnehmerInnen

Zur Ersttestung im September 2014 waren 66 Personen angemeldet. 63 Personen nahmen ihren Termin tatsächlich wahr und wurden in einer sportmedizinischen Untersuchung auf ihre Sporttauglichkeit untersucht. Diese konnte bei allen ProbandInnen bestätigt werden, wodurch 63 ProbandInnen, davon 24 Männer und 39 Frauen, in die Studie und somit auch in die Trainingsintervention eingeschlossen wurden. 14 ProbandInnen nahmen ihren Termin für den Retest im April 2015 nicht wahr, wodurch 49 Personen (20 Männer und 29 Frauen) durch ihre Anwesenheit sowohl bei den Testungen als auch bei den Trainingseinheiten in die statistische Auswertung miteingeschlossen wurden.

3.3 Datenerhebung

3.3.1 Voruntersuchung

Vor Aufnahme in die Studie erfolgte eine standardisierte, sportmedizinische Gesundheitsuntersuchung, um medizinische Kontraindikationen für die Teilnahme an einem Test mit maximaler Ausbelastung bzw. an dem in der Studie beschriebenen Krafttrainingsprogramm festzustellen. Im Rahmen dieser Untersuchung wurde auch festgestellt, ob alle Einschlusskriterien zur Teilnahme an der Studie erfüllt sind bzw. ob das Vorliegen eines Ausschlussgrundes gegen die Teilnahme an der Studie spricht.

3.3.2 Zeitlicher Ablauf

Nach Freigabe des Arztes aus medizinischer Sicht für die im Projekt vorgesehenen Belastungen, absolvierten die ProbandInnen noch am selben Tag die restlichen Untersuchungen. Sie wurden gebeten, am Vortag keinen Alkohol zu trinken und nicht zu frühstücken, da die Bioimpedanzanalyse und die Blutabnahme im nüchternen Zustand zu erfolgen hatten. Am ÖISM wurden die ProbandInnen nach Einschluss in die Studie gebeten, sich umzuziehen und für 15 Minuten auf einer Liege Platz zu nehmen. Zwischen 8:30 und 9:30 erfolgten die Bioimpedanzanalyse, die Messung der Gefäßsteifigkeit, die Messung der 2-minütigen Herzfrequenzvariabilitätsmessung und die Blutabnahme. Danach erhielten die ProbandInnen ein standardisiertes Frühstück. Nach dem Frühstück folgte ein 10-minütiges Aufwärmen am Fahrrad bei 40 Watt (Frauen) bzw. 60 Watt (Männer). Direkt nach dem Aufwärmen wurden isometrische und funktionelle Krafttests, sowie Balance-, Handgriffkraft- und Beweglichkeitstests immer in der selben Reihenfolge durchgeführt (ca. 30 min). Im Anschluss daran wurden die Fragebögen zur psychosozialen Gesundheit ausgefüllt (40 min), wodurch eine Ruhezeit zwischen den Krafttests und der darauf folgenden Fahrradergometrie gewährleistet war.

Zur zweiten und letzten Untersuchung wurde die Reihenfolge und Durchführung der Tests exakt beibehalten.

3.3.3 Anthropometrische Messungen

Bei der anthropometrischen Messung wurden bei allen ProbandInnen Gewicht (kg) und Größe (cm) gemessen, sowie eine Bioimpedanzanalyse mittels des „BIA Analyzer 2000-S“ durchgeführt. Durch dieser Bioimpedanzanalyse wurden folgende Parameter ermittelt:

- Body Mass Index (kg/cm²)
- Grundumsatz (kcal)
- Phasenwinkel (°)
- Körperwasser (Liter)
- Magermasse (kg)
- ECM (kg)
- BCM (kg)
- Körperfett (kg)
- Körperfett (%)

Verlaufsmessung für Esther Petridis-Pierre

	50 KHz
R	508
Xc	61

- Erste Messung
- Vorherige Messung
- Letzte Messung

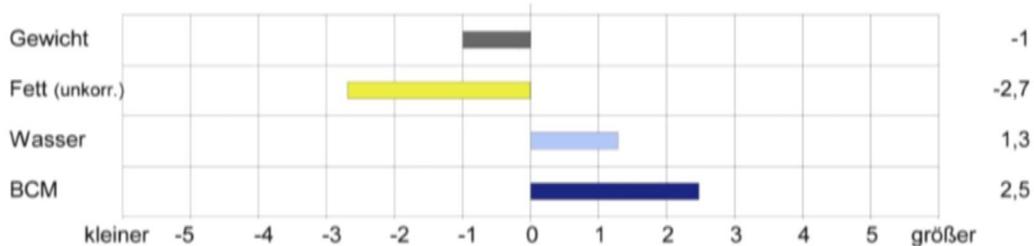


Name: Petridis-Pierre
Vorname: Esther
Geschlecht: weiblich

Geburtsdatum: 20.08.1982
Alter: 32 Jahre
Größe: 1,67 m

	Erste Messung 23.09.2014	Aktuelle Messung 23.04.2015	Idealwerte
Gewicht	62,0	61,0	--- kg
Body Mass Index BMI	22,2	21,9	19,0 - 25,0
Grundumsatz (Energieverbrauch in Ruhe)	1410	1490	--- Kcal
Phasenwinkel (Qualität der Magermasse)	6,2	6,8	5,0 - 9,0 °
Körperwasser	34,9	36,2	26,6 - 41,7 Liter
Magermasse (Fettfreie Masse, BCM plus ECM)	47,7	49,4	36,3 - 56,9 kg
ECM (Interstitium, Knochen, Bindegew.)	22,5	21,8	17,1 - 26,8 kg
BCM (Muskel- u. Organzellmasse)	25,1	27,6	19,2 - 30,2 kg
ECM/BCM Index	0,90	0,79	< 1
%-Zellanteil (Anteil BCM i.d. Magermasse)	52,8	55,8	50,0 - 56,0 %
Körperfett	14,3	11,6	10,0 - 16,7 kg
Körperfett %	23,1	19,0	16,4 - 27,4 %
Körperfett (korr.)	14,3	13,5	10,0 - 16,7 kg

Differenzen zur ersten Analyse



Hinweis: da die Parameter der Graphik aus verschiedenen, zum Teil unabhängig errechneten Parametern stammen, ergibt die Summe der Differenzen nicht immer den Wert 0.

Abb. 7: Exemplarische Auswertung der BIA vom Retest am 23.04.2015

3.3.4 Blutabnahmen

Die Blutabnahme erfolgte im Zuge der Testungen im ÖISM. Dabei wurden zwei Blutabnahmen zu je 20ml (4ml EDTA, 2x 8ml Serum) durchgeführt. Die Auswertung der Blutproben erfolgte durch Dr.med. FA Labormedizin Claudia Vidotto. Dazu wurden die Proben am Ende der einzelnen Testtage vom ÖISM in ein externes Labor gebracht.

3.3.5 Isometrische Kraftmessung

Diese wurde am Easy Torque, Modell Mobil (TONUS sports & reha GmbH D-54313 Zemmer) für folgende Muskelgruppen durchgeführt:

- Vordere Oberschenkelmuskulatur (M. quadriceps)
- Hintere Oberschenkelmuskulatur (M. biceps femoris)
- Brustmuskulatur (M. pectoralis major/minor)
- Obere Rückenmuskulatur (M. trapezius, M. rhomboidei, M. infraspinatus)
- Ellbogenbeugemuskulatur (M. biceps brachii)

Jede Muskelgruppe wurde nach einem 10-minütigen Aufwärmen am Fahrradergometer zwei Mal getestet, die Pause zwischen den Versuchen betrug 1 Minute. Nach Aufklärung über den Testablauf erfolgte die Positionierung und Fixierung des/der ProbandIn. Der Test wurde in sitzender Position durchgeführt, die Einstellungen am Gerät wurden an die anthropometrischen Voraussetzungen des/der ProbandIn angepasst (Rückenlehne, Brustpolster etc.) und notiert, um sicherzustellen, dass zum zweiten Testzeitpunkt dieselben Einstellungen verwendet wurden. In einem Zeitfenster von 5 Sekunden wurde der/die ProbandIn dazu aufgefordert, mit der entsprechenden Muskelgruppe eine möglichst große Kraft gegen den Widerstand der Maschine auszuüben. Die Maschine bewegt sich bei dieser Art der Testung nicht, sondern misst die isometrische Kraft in Newton.

3.3.6 Funktionelle Krafttests

Zusätzlich zur Testung der isometrischen Kraft wurden zwei funktionelle Krafttests durchgeführt, da auch das Training einem funktionellen Krafttraining entsprach und somit auch in diesem Bereich Veränderungen erwartet wurden.

Der *Liegestütz-Tapping Test* (CKCUEST – Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test) wurde im Zuge der Testungen am ÖISM nach dem Frühstück durchgeführt. Dieser

ist ein Komplextest zur Beurteilung der Körperstabilität, der Kraftausdauer der oberen Extremität und der koordinativen Fähigkeiten unter Zeitdruck. Dieser Test wird in der Liegestützposition durchgeführt. Die ProbandInnen haben dabei die Aufgabe, sich innerhalb einer 90 cm breiten Markierung abzustützen und dabei innerhalb von 15 sec so oft wie möglich die Markierung auf der Gegenseite zu übergreifen (rechter Arm greift über linken Arm, Hand übergreift die Markierung am Boden). Gewertet wird die Anzahl der Berührungen über die Markierungen der Gegenseite (Roush et al. 2007).

Der *Aufsteh-Test* wurde auf Grund der hohen Intensität nicht am selben Tag wie die anderen Testungen am ÖISM, sondern in den ersten Trainingseinheiten im BMF durchgeführt. Die ProbandInnen hatten dabei die Aufgabe, von einem 45 cm hohen, herkömmlichen Sessel ohne Armlehnen so oft wie möglich aufzustehen. Die Arme waren dabei vor der Brust verschränkt, die Sitzfläche musste mit dem Gesäß nur kurz berührt werden, ehe sich der/die ProbandIn wieder aufrichtete. Das Tempo konnte von den ProbandInnen selbst gewählt werden. Gezählt wurde, wie oft der/die ProbandIn vom Sessel aufstehen und sich wieder hinsetzen konnte. Dieser Test wurde im Zuge der Retests im April 2015 in den letzten zwei Wochen der Trainingseinheiten wiederholt, um festzustellen, ob und um wie viele Wiederholungen sich die ProbandInnen verbessern konnten.

3.3.7 Fahrrad-Ergometrie

Die aerobe Kapazität wurde mittels Fahrradergometrie (IEC 60 -1-60, Type 911905, Lode medical Technology) erhoben. Die Startbelastung betrug 40 Watt für Frauen bzw. 60 Watt für Männer. Alle 3 min wurde die Belastung um 25 Watt erhöht. Als Abbruchkriterien galten Nichteinhalten der Umdrehung, subjektive Ausbelastung und Abbruch aus gesundheitlichen Gründen durch den betreuenden Arzt. Für die Auswertung wurden Laktatwerte, Herzfrequenz und die Leistung herangezogen.

3.3.8 24-Stunden-Herzfrequenzvariabilität

Die Messung der 24-Stunden-Herzfrequenzvariabilität mittels dem ChornoCord (Human Research Institut, Joysys GmbH, Weiz) erfolgte an einem anderen Tag als die Testung am ÖISM, da diese Messung einen komplett regenerierten und ausgerasteten Zustand der ProbandInnen voraussetzt, was am selben Tag der Testungen wegen der Ausbelastung bei der Fahrradergometrie nicht möglich gewesen wäre. Die Geräte zur Messung der 24-Stunden-HRV wurden den ProbandInnen in einem zeitlichen Abstand

von mindestens einem Tag, vor oder nach der Testung am ÖISM, im Büro ihrer Dienststelle angelegt und am nächsten Tag von dort wieder abgeholt.

Ziel der 24-Stunden-Herzfrequenzvariabilitätsmessung ist es, die kardial-vegetativen Körperfunktionen, Stressbelastung und Erholungsfähigkeit zu evaluieren. Dazu wurden drei Elektroden, die vom zigaretenschachtelgroßen Messgerät ausgehen, bauchseitig am Rumpf der ProbandInnen befestigt. Das Gerät wurde jeweils am Vormittag zwischen 09:00 Uhr und 12:00 Uhr an den ProbandInnen angebracht und 24 Stunden später, am darauffolgenden Tag, wieder abgenommen. Die aufgezeichneten Daten wurden anschließend mittels Software Chronobase vom Human Research Center in Weiz ausgewertet und in einem Befund grafisch dargestellt.

Die Testbatterie beinhaltete außerdem noch weitere Tests, wie die Messung der Gefäßsteifigkeit und der 2-Minuten-Herzfrequenzvariabilität, die Messung der Handgriffkraft, einen Balance-Test, sowie die Beantwortung eines psycho-sozialen Fragebogens. Diese Tests werden im Zuge dieser Arbeit nicht genauer erläutert, sondern an dieser Stelle nur zur Vollständigkeit erwähnt.

3.4 Durchführung des Trainings

Für die Studie vorgesehen war, dass jeder/jede ProbandIn zwei Mal wöchentlich eine, von einer Trainerin geführte Trainingseinheit, mit der Dauer von einer Stunde, sowie eine Heim-Trainingseinheit, mit der Dauer von maximal einer halben Stunde, absolviert. Die geführten Gruppen-Trainingseinheiten fanden an folgenden Tagen statt:

- Montag, 07:30 Uhr: Hintere Zollamtstraße 2b
- Dienstag, 07:30 Uhr und 16:00 Uhr: Johannesgasse 5
- Mittwoch, 17:00 Uhr: Hintere Zollamtstraße 2b
- Donnerstag, 07:30 Uhr und 16:00 Uhr: Johannesgasse 5

Somit wurde das Training in der Hinteren Zollamstraße zwei Mal wöchentlich abgehalten, in der Johannesgasse auf Grund der höheren Teilnehmerzahl vier Mal wöchentlich. Bis auf eine Trainingspause von zwei Wochen über die Weihnachtsfeiertage wurde das Training konsequent an den oben genannten Tagen durchgeführt. Insgesamt gab es 51 Trainingseinheiten in der Hinteren Zollamtstraße 2b und 100 Trainingseinheiten in der Johannesgasse 5. Bei zwei vorgesehenen Trainingseinheiten pro Woche und Person ergibt das eine maximale Anwesenheitsfrequenz von rund 50 Trainingseinheiten pro Person in einem Zeitraum von sechs Monaten.

Wie schon eingangs erwähnt, waren die Trainingseinheiten stark an das Trainingskonzept CrossFit angelehnt. Eine abwechslungsreiche, funktionelle Übungsauswahl mit hoher Intensität, durchgeführt in der Gruppe, ist dafür charakteristisch und fand auch in unserer Trainingsplanung Anwendung.

3.4.1 Trainingsstätte und Trainingsgeräte

Die Gruppen-Trainingseinheiten fanden in den Bewegungsräumen der beiden Adressen des BMF, in der Johannesgasse 5, bzw. der Hinteren Zollamtstraße 2b statt. Beide Räume haben eine Gesamtfläche von rund 75m². Folgende Trainingsgeräte wurden von der BVA für das Projekt zur Verfügung gestellt:

- Therabänder
- Medizinbälle (3kg und 5 kg)
- Kettlebells (4,8,12 und 16kg)
- Gymnastikbälle
- Springschnüre
- Kurzhanteln (2kg und 3kg)
- Turnmatten

3.4.2 Trainingsplanung und Belastungsdauer

Alle Trainingseinheiten bestanden aus vier bzw. fünf Teilen:

- allgemeines Aufwärmen
- Technik-Teil
- Hauptteil
- „Finisher“
- Cool Down

Das *allgemeine Aufwärmen* nahm ca. 10 Minuten in Anspruch und bestand darin, den Kreislauf der ProbandInnen anzuregen, Gelenke zu mobilisieren und die Muskulatur auf die bevorstehende Belastung vorzubereiten.

Im *Technik-Teil* standen immer ein bis zwei Übungen im Fokus. In ca. 10 Minuten wurden den TeilnehmerInnen die richtige sportliche Technik einer Übung erklärt und diese dann mit wenig Gewicht/wenigen Wiederholungen/geringer Intensität geübt. Fokus lag auf der richtigen technischen Ausführung der einzelnen Übungen, um das Verletzungsrisiko zu minimieren, sowie Übungen möglichst zweckmäßig und ökonomisch durchzuführen.

Der ca. 30-minütige *Hauptteil* wurde immer in einem Zirkel organisiert. Diese Organisationsform wurde gewählt, da diese für die große Teilnehmerzahl am sinnvollsten war. Darüber hinaus ermöglicht ein Zirkel einen sehr guten Überblick über die Gruppe und man kann während der Belastungszeiten relativ gut auf die einzelnen TeilnehmerInnen eingehen und sie gegebenenfalls ausbessern. Außerdem kann in einem Zirkel jeder/jede TeilnehmerIn in seinem/ihrer eigenen Tempo arbeiten. So werden starke TeilnehmerInnen nicht unterfordert, da sie mit einer höheren Intensität trainieren können, schwächere Personen werden nicht überfordert, da der Druck weg fällt, das Tempo der Gruppe mithalten zu müssen. Somit ist ein Zirkel eine optimale Trainingsform um mit stark heterogenen Gruppen zu arbeiten.

Pro Trainingseinheit wurden immer zwei Zirkel mit 8 bis maximal 10 verschiedenen funktionellen Übungen durchgeführt. Zwischen den zwei Zirkeln gab es eine Pause von 2 Minuten. Die Belastungsdauer während des Zirkels betrug 30 Sekunden, gefolgt von 30 Sekunden Pause, in der die TeilnehmerInnen zur nächsten Übung rotierten. Um die Trainingsintensität zu steigern, wurde die Belastungsdauer von 30 Sekunden nach drei Monaten im Jänner 2015 auf 45 Sekunden erhöht, wobei die Pausendauer mit 30 Sekunden beibehalten wurde.

Der Rest der Stunde (ca. 5-8 Minuten) wurde dem *Finisher* gewidmet. „Finisher“ ist ein Begriff aus dem CrossFit. So wird eine relativ kurze, intensive Belastung am Ende einer Trainingseinheit bezeichnet. Ein Finisher kann in den unterschiedlichsten Modi durchgeführt werden. Beispiele wären:

- den Unterarmstütz so lange wie möglich halten
- kurze Laufintervalle mit 5 Burpees zwischen den Läufen
- ein 4-6-minütiges AMRAP (as many repetitions as possible) mit drei verschiedenen Übungen (z.B. 5 Burpees, 10 Kniebeugen, 15 Sit Ups)
- etc.

Der Kreativität sind keine Grenzen gesetzt. Diese Trainingsform bietet eine gute Möglichkeit, spielerisch am Ende der Einheit nochmal an seine Grenzen zu gehen.

3.4.3 Exemplarische Trainingseinheit 1

Datum: 03. November 2014, 07:30 Uhr

Trainerin: Vanessa Maria Wagner

Ort: BMF, Hintere Zollamtstraße 2b

Aufwärmen (10 Minuten): „Kettlebell Stehlen“

Die Gruppe wird in zwei gleichgroßen Teams geteilt, jede Person bekommt eine Kettlebell. Die zwei Teams stehen sich jeweils an einem Ende vom Raum hinter einer Linie gegenüber, die Kettlebells der einzelnen Personen stehen hinter dieser Linie am Boden. Ziel ist es, in einem Zeitfenster von drei Minuten so viele Kettlebells wie möglich von der gegnerischen Mannschaft zu stehlen und sie hinter die eigene Linie zu bringen. Bevor man allerdings loslaufen darf, um eine gegnerische Kettlebell zu stehlen, muss man drei Kniebeugen machen. Das Team, welches nach drei Minuten weniger Kettlebells gestohlen hat, muss zehn Burpees machen.

Das Spiel wiederholt sich noch zwei Mal, wobei das Zeitfenster in der zweiten Runde auf 2:30 Minuten verkleinert wird, die Kniebeugen-Anzahl erhöht sich auf vier. Die dritte und letzte Runde dauert nur noch 2 Minuten, die Kniebeugen-Anzahl erhöht sich auf fünf. Das Verlierer-Team macht wieder zehn Burpees.

Technik-Teil (10 Minuten): Kettlebell-Swing (Russian Swing)

Vermittlung der richtigen Kettlebell-Swing-Technik

- Schulterbreiter, stabiler Stand
- Gewicht ist am ganzen Fuß verteilt
- Rücken in neutraler Position
- Schultern aktiv nach hinten ziehen
- Kugel zwischen Beinen mit geradem Rücken nach hinten pendeln lassen und durch explosive Hüftstreckung nach oben beschleunigen, bis die Kettlebell ca. auf Augenhöhe ist
- Ellenbögen sind während der ganzen Bewegung gestreckt
- Unterarme berühren in der unteren Position die Innenseiten der Oberschenkel um eine optimale Energieübertragung durch die Hüftstreckung auf die Kettlebell zu ermöglichen
-

Hauptteil (ca. 30 Minuten): Zirkel

Durchführung von 2 Zirkeln mit je 10 Übungen. Belastungsdauer 30 Sekunden, Pausendauer 30 Sekunden. 2 Minuten Pause zwischen den zwei Zirkeln.

- Übung 1: Kniebeuge (eventuell mit Zusatzgewicht durch Kettlebell/Medizinball oder instabiler Unterlage)
- Übung 2: Ausfallschritte in Kombination mit Bandpullaparts (Theraband)
- Übung 3: Renegard Rows (mit Kurzhanteln)
- Übung 4: Kettlebell Swings
- Übung 5: Russian Twists (evtl. mit Zusatzgewicht durch Kettlebell/Medizinball)
- Übung 6: Seilspringen
- Übung 7: Kettlebell One Arm Thruster
- Übung 8: Bulgarian Splitsquats (evtl. mit Zusatzgewicht durch Kettlebells oder Kurzhanteln)
- Übung 9: Liegestütz (auf Knien, erhöht oder normal auf Zehen)
- Übung 10: Sit Ups

Finisher (10 Minuten)

In 6 Minuten soll folgenden Übungskomplex so oft wie möglich wiederholt werden:

- 5 Burpees
- 10 Sit Ups
- 20 Mountain Climbers

EMOM („Every Minute on the Minute“) 5 KB-Swings: Zu jeder vollen Minute müssen zusätzlich 5 Kettlebell Swings gemacht werden.

3.4.4 Exemplarische Trainingseinheit 2

Datum: 12. Februar 2015, 07:30 Uhr

Trainerin: Verena Kreppel

Ort: BMF, Johannesgasse 5

Aufwärmen (10 Minuten)

- Laufschiule

z.B. Kniehebeläufe, Anfersen, Hopperslauf vorwärts, seitwärts, rückwärts, Ausfallschritte mit Bodenkontakt, Kreuzlauf, etc.

- Koordinationsübungen mit den Ringen

z.B. 1 Kontakt pro Ring, 2 Kontakte pro Ring, 3 Kontakte pro Ring, einbeinig durchspringen, 1 Bein und 2 Beine im Wechsel, beidbeinig durchspringen mit Rotation, nur in jeden zweiten Ring hineinspringen, etc.

Technik-Teil (10 Minuten)

Stehend rudern mit Hanteln bzw. Kettlebell

Stütz am Medizinball

Lunge-Sprünge

Hauptteil (ca. 30 Minuten)

Durchführung von 2 Zirkeln mit je 9 Übungen. Belastungsdauer 45 Sekunden, Pausendauer 30 Sekunden. 2 Minuten Pause zwischen den zwei Zirkeln.

- Übung 1: Liegestütz-Ellbogenstütz im Wechsel
- Übung 2: Unterer Rücken am Pezziball – Stütz am Boden, Beine sind am Ball, nun mit gestreckten Beinen das Gesäß Richtung Decke ziehen
- Übung 3: Außenrotatorenmanschette mit Theraband – Oberarme liegen am Körper an, 90° im Ellbogen, Handflächen schauen nach oben, nun das Theraband auseinander ziehen
- Übung 4: Lunge-Sprünge
- Übung 5: Stütz am Medizinball mit Variationen:
 - Bein im Wechsel abheben

- Bein im Wechsel abspreizen
- Knie im Wechsel zum Ellbogen ziehen
- Übung 6: Sit Ups
- Übung 7: Stehend rudern mit Kettlebell
- Übung 8: Seitstütz rechts Variationen:
 - Halten
 - Becken hoch tief
 - Oberes Bein abspreizen
- Übung 9: Seitstütz links mit denselben Variationen

Finisher (6 Minuten)

In 6 Minuten soll folgender Übungskomplex so oft wie möglich wiederholt werden:

- 30 Hampelmänner
- 20 Kniebeugen
- 10 Liegestütze

Dehnen (5 Minuten)

3.4.5 Exemplarischer Heimtrainingsplan

Liebe! – Dein individueller 30 Minuten Trainingsplan für zu Hause!

10 Minuten Mobilitätsübungen

- Kniebeuge forcieren (Sumo Ringer)
- 2 x 20 Kniebeugen mit Beachtung der Technik
- 2x 10 Wall-Slides (Rücken an die Wand, Arme über Kopf an die Wand legen; Arme beugen und Strecken, Ellbogen und Unterarme bleiben an der Wand)
- 2x10 Passtroughs (Terraband in beide Hände nehmen, Ellbogen strecken und gestreckte Arme kontrolliert hinter den Körper führen und wieder nach vorne bringen – Abstand zwischen Händen so eng wie möglich halten)
- 2x 20 Sekunden Lat-Stretch (vor Tischkante hinknien, mit abgewinkelten Ellbogen Oberarme auf Tischplatte legen und Gesäß langsam und kontrolliert Richtung Fersen bewegen)

Zirkel (ca. 15 Minuten)

1. 30 Sekunden Liegestützposition halten (Schulterblätter fixieren, fest vom Boden wegdrücken)
2. 30 Sekunden Unterarmstütz halten (Schulterblätter fixieren)
3. 30 Sekunden Wechsel Liegestütz zu Unterarmstütz (Plank to Push Up)
4. 30 Sekunden in Bauchlage (Blick zum Boden) Arme und Beine weit vom Boden abheben, Hände im Wechsel vor und hinter dem Körper zusammenführen (Superman Circle)
5. 30 Sekunden mit gestreckten Ellbogen Terraband in Brusthöhe maximal auseinanderziehen (Band Pullaparts)
6. 30 Sekunden im Stand mit vorgebeugtem Oberkörper, Terraband mit ausgestreckten Ellbogen über Kopf halten, Ellbogen winkeln ab und ziehen hinter Kopf nach hinten (Rücken gerade, Knie leicht gebeugt!)
7. 30 Sekunden Kniebeugen, zusätzlich Terraband mit gestreckten Ellbogen über Kopf halten, Oberarme befinden sich auf selber Höhe wie die Ohren

Wenn Du alle **6 Übungen ohne Pause** durchhast, folgen **2 Minuten Pause**. Danach folgen **noch 2 Durchgänge** (dazwischen wiederum 2 Minuten Pause) → 3 Sätze mit 2 Minuten Pause.

Schluss/Challenge (6 Minuten)

- 15 Mountain Climbers (In Liegestützposition abwechselnd linkes und rechtes Bein zur Brust vor ziehen)
- 10 x Kniebeuge (Arme beim runter gehen über Kopf heben, beim Hochgehen nach unten. Rücken gerade!)
- 5 Burpees (Kombination aus Liegestütz und Strecksprung)

Auf Seite 2 wieder eine Tabelle, in der du deine Trainingsergebnisse eintragen kannst, um deinen Trainingserfolg zu kontrollieren!

Trainingsdokumentation

	Training absolviert am:	Rundenanzahl Challenge
Woche 15 (KW 2)		
Woche 16 (KW 3)		
Woche 17 (KW 4)		
Woche 18 (KW 5)		
Woche 19 (KW 6)		
Woche 20 (KW 7)		
Woche 21 (KW 8)		
Woche 22 (KW 9)		
Woche 23 (KW 10)		
Woche 24 (KW 11)		
Woche 25 (KW 12)		
Woche 26 (KW 13)		

Viel Erfolg!

Abb. 8: Individueller Trainingsplan für die wöchentliche Trainingseinheit zu Hause

Jeder/jede ProbandIn bekam zusätzlich zum Gruppentraining noch einen individuellen Trainingsplan zur selbstständigen Durchführung zu Hause. Dieser Trainingsplan war speziell auf die individuellen Schwächen der ProbandInnen ausgerichtet. Die ProbandInnen erhielten zu Beginn der Trainingsintervention einen Plan. Nach drei Monaten wurde diese durch einen neuen Plan mit abgewandelten Übungen und höherer Intensität ausgetauscht.

4 Statistische Datenanalyse

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgt mit Hilfe der quantitativen, empirischen Forschungsmethode. Dazu werden die Daten der Eingangs- sowie der Re-Tests anonymisiert mittels ProbandInnen-Codes, für dritte Personen unzugänglich, als Computerdatei oder in analoger Form gespeichert bzw. aufbewahrt. Mit dem Datenverarbeitungsprogramm SPSS 20.0 werden die erhobenen Daten dann deskriptiv statistisch ausgewertet und grafisch dargestellt. Zu Beginn der Datenauswertung wurden alle Daten auf eine Normalverteilung getestet, da eine Normalverteilung ausgeschlossen werden kann wurde der Wilcoxon-Test für die Überprüfung der Unterschiede herangezogen. Für die Signifikanzprüfung wird eine Irrtumswahrscheinlichkeit von Alpha = 5% (0,05) herangezogen. Der ermittelte p-Wert der jeweiligen statistischen Analyse wird mit der Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,05 verglichen.

$P < 0,05$ signifikant

$P > 0,05$ nicht signifikant

Die zur Auswertung verwendeten Tests sollen im Folgenden detailliert erläutert werden (Bortz & Döring, 2002):

- Der Signifikanztest - T-Test für verbundene Stichproben - Ersatzverfahren: Wilcoxon
- Korrelationstest

Ad Signifikanztest:

Der Signifikanztest ist ein Test zur statistischen Überprüfung von Hypothesen. Mit Hilfe des Signifikanztests wird die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der das gefundene empirische Ergebnis auftreten kann, wenn die Populationsverhältnisse der Nullhypothese (H_0) entsprechen. Diese Wahrscheinlichkeit wird Irrtumswahrscheinlichkeit genannt, da wir uns irren würden, wenn wir H_0 fälschlicherweise zugunsten von H_1 (Alternativhypothese) verwerfen würden. Ist die Irrtumswahrscheinlichkeit kleiner als Alpha% (siehe p-Wert = 0,05%), bezeichnen wir das Stichprobenergebnis als statistisch signifikant. Ein signifikantes Ergebnis lässt sich nicht mit der Nullhypothese vereinbaren. Daher wird die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese akzeptiert. Ist das Ergebnis nicht-signifikant, wird die Nullhypothese beibehalten und die Alternativhypothese verworfen (Bortz/Döring, 2002, S. 496f.).

Ad Korrelationstest:

Der Korrelationstest (r) überprüft die Signifikanz einer Produkt-Moment-Korrelation. Wir sind nicht an Unterschieden interessiert, sondern an möglichen Zusammenhängen. Z.B. Wir haben zwei metrische Variablen von einer Person: BMI und isometrische Kraft des Beinstreckers und möchten wissen, ob es zwischen diesen beiden Variablen einen Zusammenhang gibt. Die Effektgröße dieses Signifikanztests ist direkt der Korrelationskoeffizient r . Gemessen wird die Korrelation mit dem Pearson bei normalverteilten Variablen oder dem Spearman als Ersatzverfahren bei nicht normal verteilten Variablen. Dargestellt wird die Korrelation auf einer Regressionsgeraden. Eine multiple Regression ist eine Korrelation mit mehreren unabhängigen Variablen (Bortz/Döring, 2002).

Die Einteilung der Probanden erfolgt in drei Gruppen, ausgewählt auf Basis der Anzahl der Anwesenheit der TeilnehmerInnen in den Trainingseinheiten. Die maximale Teilnahme an den Trainingseinheiten betrug 50. Daraus ergibt sich folgende Gruppeneinteilung:

- Gruppe 1: Häufige Anwesenheit (> 36 Anwesenheiten) → 21 Personen
- Gruppe 2: Mäßige Anwesenheit (36-24 Anwesenheiten) → 20 Personen
- Gruppe 3: Seltene Anwesenheit (<24 Anwesenheiten) → 22 Personen

Alle formulierten Annahmen werden in den oben dargestellten Gruppen getestet, um mögliche unterschiedliche Entwicklungen, basierend auf dem Grund der Trainingshäufigkeit, zu erkennen.

Darüber hinaus wurden zu den oben genannten Gruppen noch weitere Signifikanzprüfungen mit folgender Gruppeneinteilung durchgeführt:

- Geschlecht (Gruppe 1: männlich; Gruppe 2: weiblich)
- Alter (Gruppe 1: unter 50 Jahre; Gruppe 2: über 50 Jahre)

Die Berechnung der prozentuellen Veränderung von den Eingangstests (t_0) zu den Retests (t_1) erfolgt folgendermaßen:

$$\frac{\text{Mittelwert } t_1 - \text{Mittelwert } t_0 \times 100}{\text{Mittelwert } t_0}$$

Abb. 9: Formel zur Berechnung der prozentuellen Veränderung eines Parameters von t_0 zu t_1

4.1 Hypothesenprüfung mit Gruppeneinteilung nach Anwesenheit

Ad A1: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings von der Dauer von 6 Monaten führt zu einer Reduktion des Körperfetts, einer Steigerung der Muskelmasse, sowie des Phasenwinkels.

Körpergewicht (in Kg)

→ Häufige Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körpergewicht [kg] 1 und Körpergewicht [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,912	Nullhypothese beibehalten

Abb. 10: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichts bei häufiger Anwesenheit

Das Körpergewicht hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,912$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körpergewicht [kg] 1 und Körpergewicht [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,727	Nullhypothese beibehalten

Abb. 11: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichts bei mäßiger Anwesenheit

Das Körpergewicht hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,727$) verändert.

Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körpergewicht [kg] 1 und Körpergewicht [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,279	Nullhypothese beibehalten

Abb. 12: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichts bei seltener Anwesenheit

Das Körpergewicht hat sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,279$) verändert.

Körperfett (in %)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körperfett [%] 1 und Körperfett [%] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,237	Nullhypothese beibehalten

Abb. 13: Signifikanzprüfung der Veränderung des prozentuellen Körperfettanteils bei häufiger Anwesenheit

Das prozentuelle Körperfett hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,237$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körperfett [%] 1 und Körperfett[%] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,867	Nullhypothese beibehalten

Abb. 14: Signifikanzprüfung der Veränderung des prozentuellen Körperfettanteils bei mäßiger Anwesenheit

Das Prozentuelle Körperfett hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,867$) verändert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körperfett [%] 1 und Körperfett[%] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,933	Nullhypothese beibehalten

Abb. 15: Signifikanzprüfung der Veränderung des prozentuellen Körperfettanteils bei seltener Anwesenheit

Das Prozentuelle Körperfett hat sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,933$) verändert.

BCM (Muskel- und Zellmasse in kg)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen BCM (Muskel und Organzellen) [kg] 1 und BCM (muskel und Organzellen) [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,112	Nullhypothese beibehalten

Abb. 16: Signifikanzprüfung der Veränderung der Muskel- und Zellmasse bei häufiger Anwesenheit

Die Magermasse der Muskel- und Organzellen hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,112$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen BCM (Muskel und Organzellen) [kg] 1 und BCM (muskel und Organzellen) [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,631	Nullhypothese beibehalten

Abb. 17: Signifikanzprüfung der Veränderung der Muskel- und Zellmasse bei mäßiger Anwesenheit

Die Magermasse der Muskel- und Organzellen hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,631$) verändert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen BCM (Muskel und Organzellen) [kg] 1 und BCM (muskel und Organzellen) [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,024	Nullhypothese ablehnen

Abb. 18: Signifikanzprüfung der Veränderung der Muskel- und Zellmasse bei seltener Anwesenheit

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
BCM (Muskel und Organzellen) [kg] 1	22	19,3	50,0	27,559	8,2100
BCM (muskel und Organzellen) [kg] 2	8	19,40	38,50	28,3375	6,53145
Gültige Anzahl (listenweise)	8				

Tab. 2: Deskriptive Statistik der Veränderung der Muskel- und Zellmasse bei seltener Anwesenheit

Phasenwinkel

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Phasenwinkel (Qualität Magermasse)1 und Phasenwinkel (Qualität Magermasse) 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,635	Nullhypothese beibehalten

Abb. 19: Signifikanzprüfung der Veränderung des Phasenwinkels bei häufiger Anwesenheit

Der Phasenwinkel hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,635$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Phasenwinkel (Qualität Magermasse)1 und Phasenwinkel (Qualität Magermasse) 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,930	Nullhypothese beibehalten

Abb. 20: Signifikanzprüfung der Veränderung des Phasenwinkels bei mäßiger Anwesenheit

Der Phasenwinkel hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,930$) verändert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Phasenwinkel (Qualität Magermasse)1 und Phasenwinkel (Qualität Magermasse) 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,043	Nullhypothese ablehnen

Abb. 21: Signifikanzprüfung der Veränderung des Phasenwinkels bei seltener Anwesenheit

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Phasenwinkel (Qualität Magermasse)1	22	4,6	7,2	5,714	,6985
Phasenwinkel (Qualität Magermasse) 2	8	5,20	7,50	6,0500	,69898
Gültige Anzahl (listenweise)	8				

Tab. 3: Deskriptive Statistik der Veränderung des Phasenwinkels bei seltener Anwesenheit

Der Phasenwinkel hat sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ signifikant ($P = 0,043$) um 5,88% erhöht.

Ad A2: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining von der Dauer von sechs Monaten führt zu einer signifikanten Steigerung der funktionellen, sowie isometrischen Kraft in den getesteten Muskelgruppen.

Folgende Signifikanzen ergeben sich für die getesteten Muskelgruppen des isometrischen Krafttests:

Brustmuskulatur (M. pectoralis major/minor)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch Brust [N] 1 und isometrisch Brust [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,039	Nullhypothese ablehnen

Abb. 22: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei häufiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit >36	isometrisch Brust [N] 1	21	163,8	541,9	345,829	106,4240
	isometrisch Brust [N] 2	21	179,9	588,4	367,410	107,0254
	Gültige Anzahl (listenweise)	21				

Tab. 4: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei häufiger Anwesenheit

Die isometrische Kraft der Brustmuskulatur hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ um 6,24% signifikant (P = 0,039) erhöht.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch Brust [N] 1 und isometrisch Brust [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,010	Nullhypothese ablehnen

Abb. 23: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit 36-24	isometrisch Brust [N] 1	19	117,3	748,1	388,000	183,7199
	isometrisch Brust [N] 2	20	198,1	820,9	408,505	194,5969
	Gültige Anzahl (listenweise)	19				

Tab. 5: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit

Die isometrische Kraft der Brustmuskulatur hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ um 5,28% signifikant ($P = 0,010$) erhöht.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch Brust [N] 1 und isometrisch Brust [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,484	Nullhypothese beibehalten

Abb. 24: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei seltener Anwesenheit

Es besteht keine signifikante ($P = 0,484$) Veränderung der Kraft der Brustmuskulatur in der Gruppe „seltene Anwesenheit“.

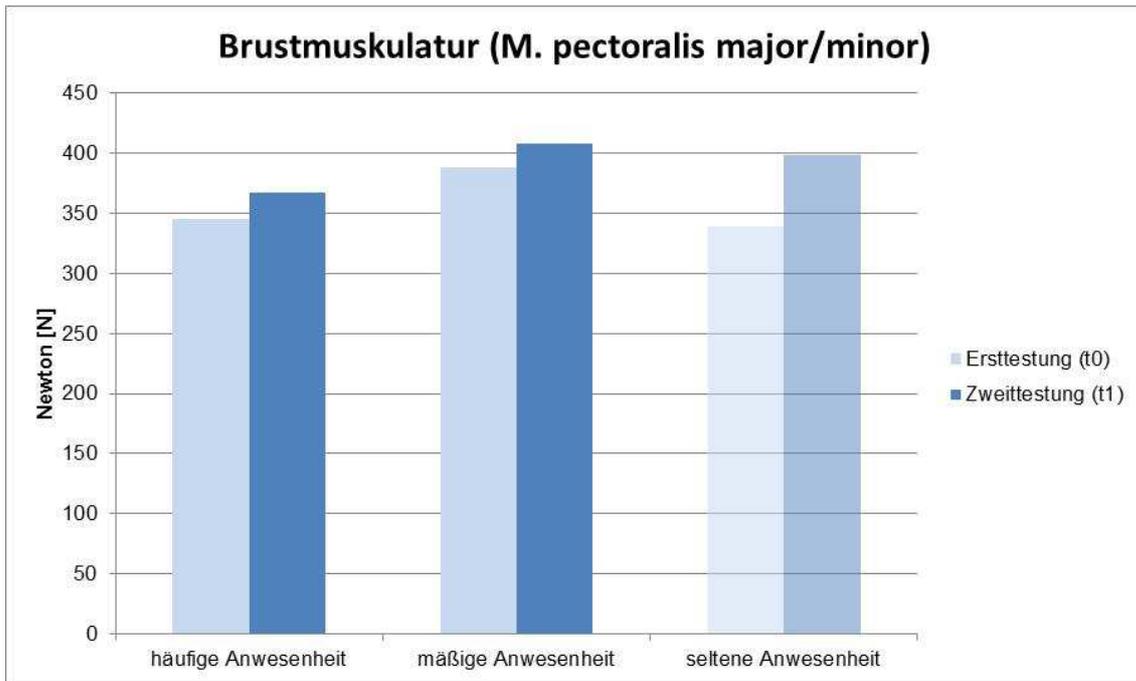


Abb. 25: Veränderung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur von t_0 zu t_1 ($p=0,05$; transparente Balken = nicht signifikant)

Obere Rückenmuskulatur (M. trapezius, M. rhomboidei, M. infraspinatus)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch oberer Rücken [N] 1 und isometrisch oberer Rücken [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,357	Nullhypothese beibehalten

Abb. 26: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei häufiger Anwesenheit

Es besteht keine signifikante ($P = 0,357$) Veränderung der Kraft der oberen Rückenmuskulatur in der Gruppe „häufig Anwesenheit“.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch oberer Rücken [N] 1 und isometrisch oberer Rücken [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,064	Nullhypothese beibehalten

Abb. 27: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit

Es besteht keine signifikante ($P = 0,064$) Veränderung der Kraft der oberen Rückenmuskulatur in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch oberer Rücken [N] 1 und isometrisch oberer Rücken [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,093	Nullhypothese beibehalten

Abb. 28: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei seltener Anwesenheit

Es besteht keine signifikante ($P = 0,093$) Veränderung der Kraft der oberen Rückenmuskulatur in der Gruppe „seltene Anwesenheit“.

Vordere Oberschenkelmuskulatur (M. quadriceps)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinstreckung [N] 1 und isometrische Beinstreckung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,005	Nullhypothese ablehnen

Abb. 29: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei häufiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit >36					
isometrische Beinstreckung [N] 1	21	470,1	1781,7	859,052	323,4344
isometrische Beinstreckung [N] 2	21	492,8	1755,2	934,629	292,9562
Gültige Anzahl (listenweise)	21				

Tab. 6: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei häufiger Anwesenheit

Die isometrische Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ um 8,8% signifikant ($P = 0,005$) erhöht.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinstreckung [N] 1 und isometrische Beinstreckung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,001	Nullhypothese ablehnen

Abb. 30: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit 36-24	isometrische Beinstreckung [N] 1	20	432,7	1440,5	856,955	284,5375
	isometrische Beinstreckung [N] 2	20	564,8	1633,8	1022,755	340,2533
	Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 7: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit

Die isometrische Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ um 19,35% signifikant ($P = 0,001$) erhöht.

➔ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinstreckung [N] 1 und isometrische Beinstreckung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,036	Nullhypothese ablehnen

Abb. 31: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei seltener Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit <24	isometrische Beinstreckung [N] 1	22	386,7	1641,4	854,664	372,1344
	isometrische Beinstreckung [N] 2	8	500,4	1577,0	1000,300	402,1024
	Gültige Anzahl (listenweise)	8				

Tab. 8: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei seltener Anwesenheit

Die isometrische Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur hat sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ um 17,04% signifikant ($P = 0,036$) erhöht.

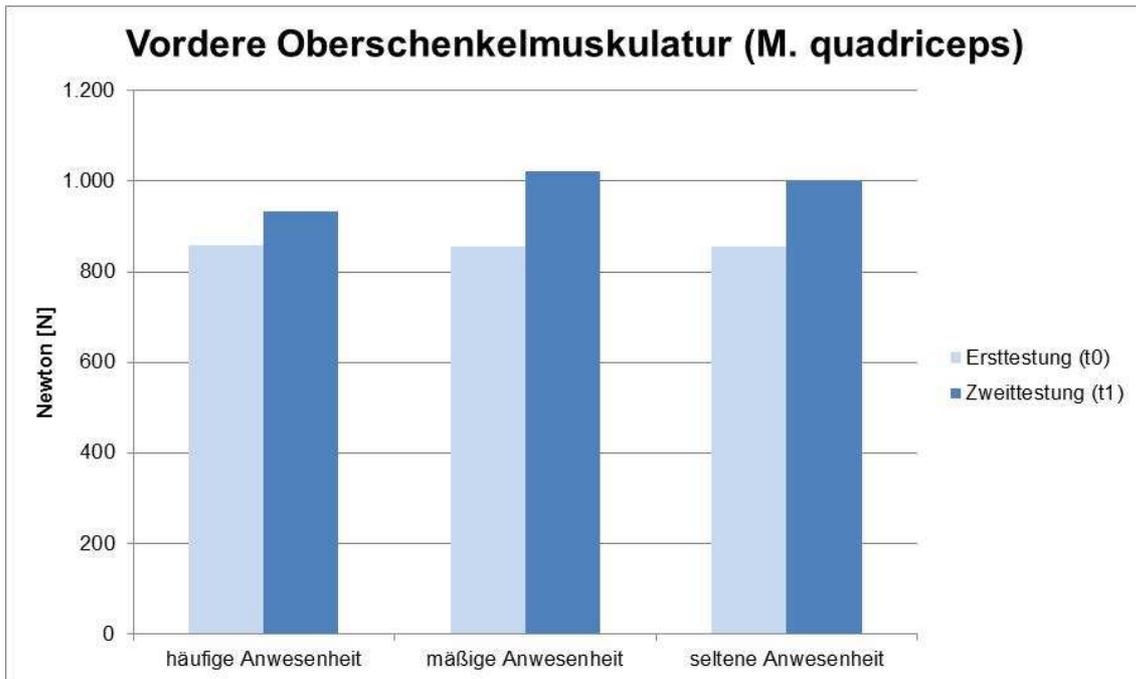


Abb. 32: Veränderung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur von t_0 zu t_1 ($p=0,05$)

Hintere Oberschenkelmuskulatur (M. biceps femoris)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinbeugung [N] 1 und isometrische Beinbeugung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,027	Nullhypothese ablehnen

Abb. 33: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei häufiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit >36	isometrische Beinbeugung [N] 1	21	212,3	769,5	461,538	136,8227
	isometrische Beinbeugung [N] 2	21	265,4	765,7	493,171	123,8122
	Gültige Anzahl (listenweise)	21				

Tab. 9: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei häufiger Anwesenheit

Die isometrische Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ um 6,85% signifikant ($P = 0,027$) erhöht.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinbeugung [N] 1 und isometrische Beinbeugung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,053	Nullhypothese beibehalten

Abb. 34: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit

Es besteht keine signifikante ($P = 0,053$) Veränderung der Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinbeugung [N] 1 und isometrische Beinbeugung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,674	Nullhypothese beibehalten

Abb. 35: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei seltener Anwesenheit

Es besteht keine signifikante ($P = 0,674$) Veränderung der Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur in der Gruppe „seltene Anwesenheit“.

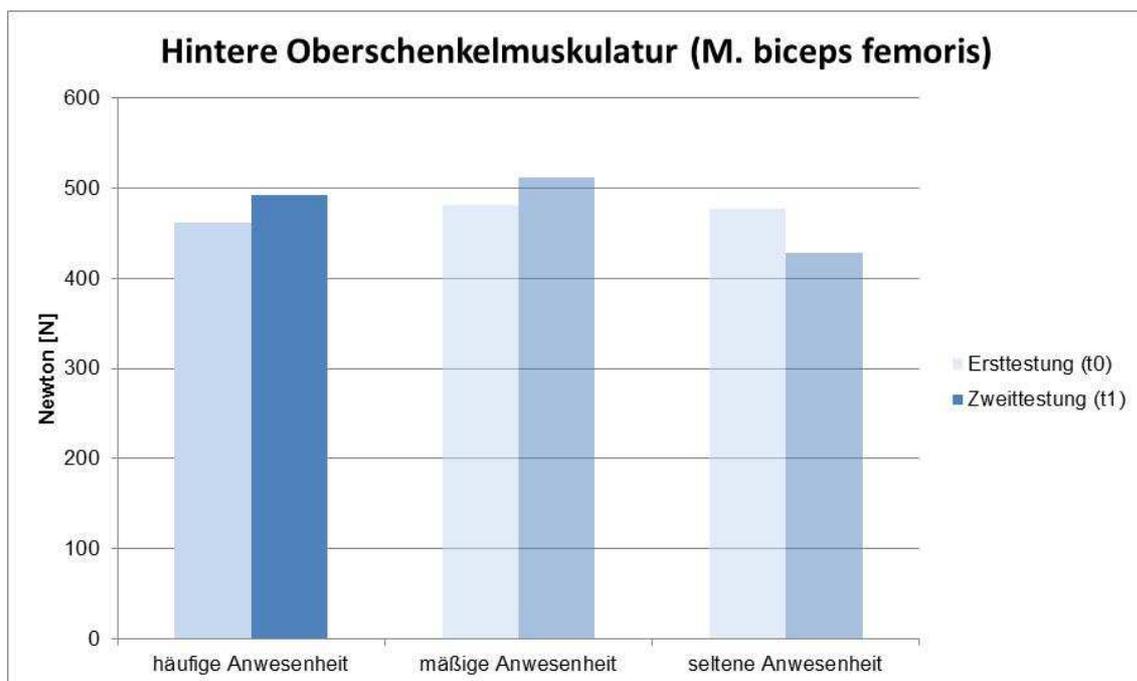


Abb. 36: Veränderung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur von t_0 zu t_1 ($p=0,05$; transparente Balken = nicht signifikant)

Ellbogenbeugemuskulatur (M. biceps brachii)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 1 und isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,313	Nullhypothese beibehalten

Abb. 37: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenmuskulatur bei häufiger Anwesenheit

Es besteht keine signifikante ($P = 0,313$) Veränderung der Kraft der Ellbogenmuskulatur in der Gruppe „häufige Anwesenheit“.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 1 und isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,204	Nullhypothese beibehalten

Abb. 38: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit

Es besteht keine signifikante ($P = 0,204$) Veränderung der Kraft der Ellbogenmuskulatur in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 1 und isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,398	Nullhypothese beibehalten

Abb. 39: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenmuskulatur bei seltener Anwesenheit

Es besteht keine signifikante ($P = 0,398$) Veränderung der Kraft der Ellbogenmuskulatur in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“.

Folgende Signifikanz ergeben sich für die zwei durchgeführten funktionellen Krafttests (Stütz-Test und Aufsteh-Test), sowie den Beweglichkeits-Test (Sit and Reach):

Stütz-Test

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1 und Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 40: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei häufiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	
Anwesenheit >36	Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1	21	6	22	16,86	4,053
	Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2	21	15,00	26,00	20,0000	3,56371
	Gültige Anzahl (listenweise)	21				

Tab. 10: Deskriptive Statistik des Stütztests bei häufiger Anwesenheit

Die Wiederholungsanzahl des Stütz-Tests hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ von 16,86 Wiederholungen auf 20 Wiederholungen um 18,62% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Stützttest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1 und Stützttest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 41: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei mäßiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit 36-24	Stützttest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1	20	9	24	17,25	3,768
	Stützttest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2	20	14,00	27,00	20,0000	3,62738
	Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 11: Deskriptive Statistik des Stützttests bei mäßiger Anwesenheit

Die Wiederholungsanzahl des Stütz-Tests hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ von 17,25 Wiederholungen auf 20 Wiederholungen um 15,94% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Stützttest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1 und Stützttest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,176	Nullhypothese beibehalten

Abb. 42: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei seltener Anwesenheit

Die Wiederholungsanzahl des Stütz-Tests hat sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,176$) verändert.

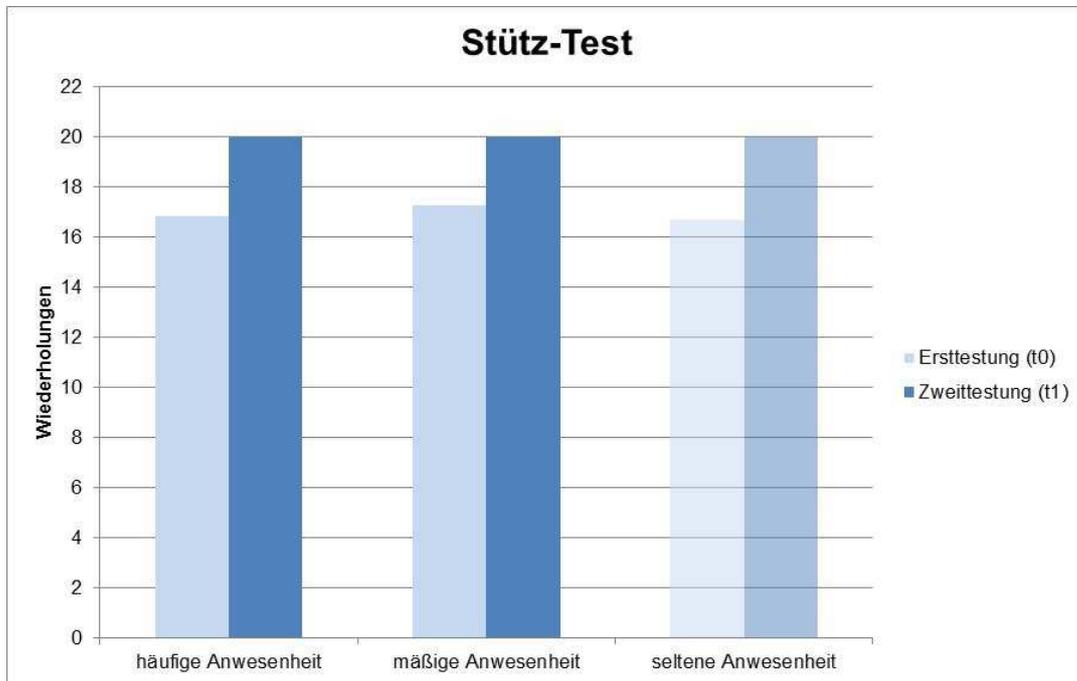


Abb. 43: Veränderung der Wiederholungsanzahl des Stütztests von t_0 zu t_1 ($p=0,05$; transparente Balken = nicht signifikant)

Aufsteh-Test

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Aufstehtest maximale Wiederholungszahl [WH] 1 und Aufstehtest maximale Wiederholungszahl [WH] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 44: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei häufiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit >36	Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 1	20	29	300	123,40	61,973
	Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 2	18	40,00	600,00	289,8889	163,08889
	Gültige Anzahl (listenweise)	18				

Tab. 12: Deskriptive Statistik des Aufstehetests bei häufiger Anwesenheit

Die Wiederholungsanzahl des Aufsteh-Tests hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ von 123,40 Wiederholungen auf 289,89 Wiederholungen um 134,92% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 1 und Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,002	Nullhypothese ablehnen

Abb. 45: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei mäßiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit 36-24	Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 1	19	30	550	176,26	117,922
	Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 2	14	50,00	1100,00	311,2143	270,35850
	Gültige Anzahl (listenweise)	13				

Tab. 13: Deskriptive Statistik des Aufstehetests bei mäßiger Anwesenheit

Die Wiederholungsanzahl des Aufsteh-Tests hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ von 176,26 Wiederholungen auf 311,21 Wiederholungen um 76,57% signifikant ($P = 0,002$) erhöht.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 1 und Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,655	Nullhypothese beibehalten

Abb. 46: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei seltener Anwesenheit

Die Wiederholungsanzahl des Aufsteh-Tests hat sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,655$) verändert.

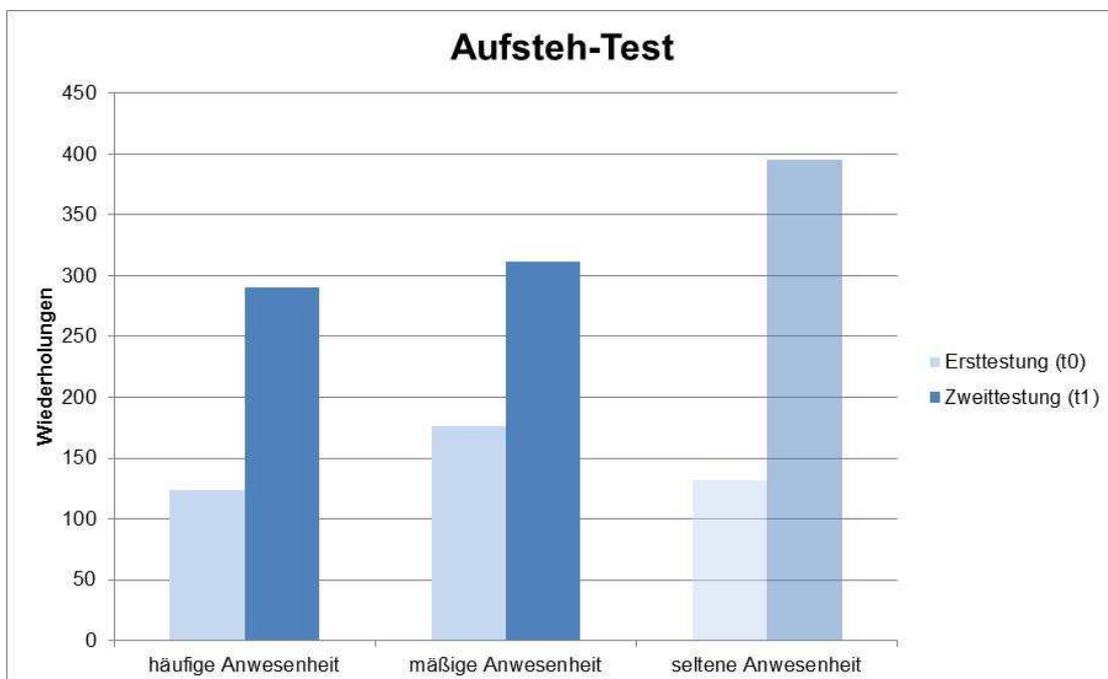


Abb. 47: Veränderung der Wiederholungsanzahl des Aufstehetests von t_0 zu t_1 ($p=0,05$; transparente Balken = nicht signifikant)

Sit and Reach – Beweglichkeits-Test

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Sit and Reach [cm] 1 und Sit and Reach [cm] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 48: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei häufiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit >36	Sit and Reach [cm] 1	20	-14	22	7,25	8,552
	Sit and Reach [cm] 2	21	-14,00	27,00	9,4286	10,24974
	Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 14: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei häufiger Anwesenheit

Die Beweglichkeit der Gruppe „häufige Anwesenheit“ hat sich um 30,05% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Sit and Reach [cm] 1 und Sit and Reach [cm] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,041	Nullhypothese ablehnen

Abb. 49: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei mäßiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard-abweichung
Anwesenheit 36-24	Sit and Reach [cm] 1	20	-11	20	3,60	8,635
	Sit and Reach [cm] 2	20	-9,00	18,00	5,7000	6,96684
	Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 15: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei mäßiger Anwesenheit

Die Beweglichkeit der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ hat sich um 58,33% signifikant ($P = 0,041$) erhöht.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Sit and Reach [cm] 1 und Sit and Reach [cm] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,028	Nullhypothese ablehnen

Abb. 50: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei seltener Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standard-abweichung
Anwesenheit <24	Sit and Reach [cm] 1	22	-10	21	5,55	9,001
	Sit and Reach [cm] 2	7	7,00	23,00	12,2857	6,70110
	Gültige Anzahl (listenweise)	7				

Tab. 16: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei seltener Anwesenheit

Die Beweglichkeit der Gruppe „seltene Anwesenheit“ hat sich um 121,36% signifikant ($P = 0,028$) erhöht.

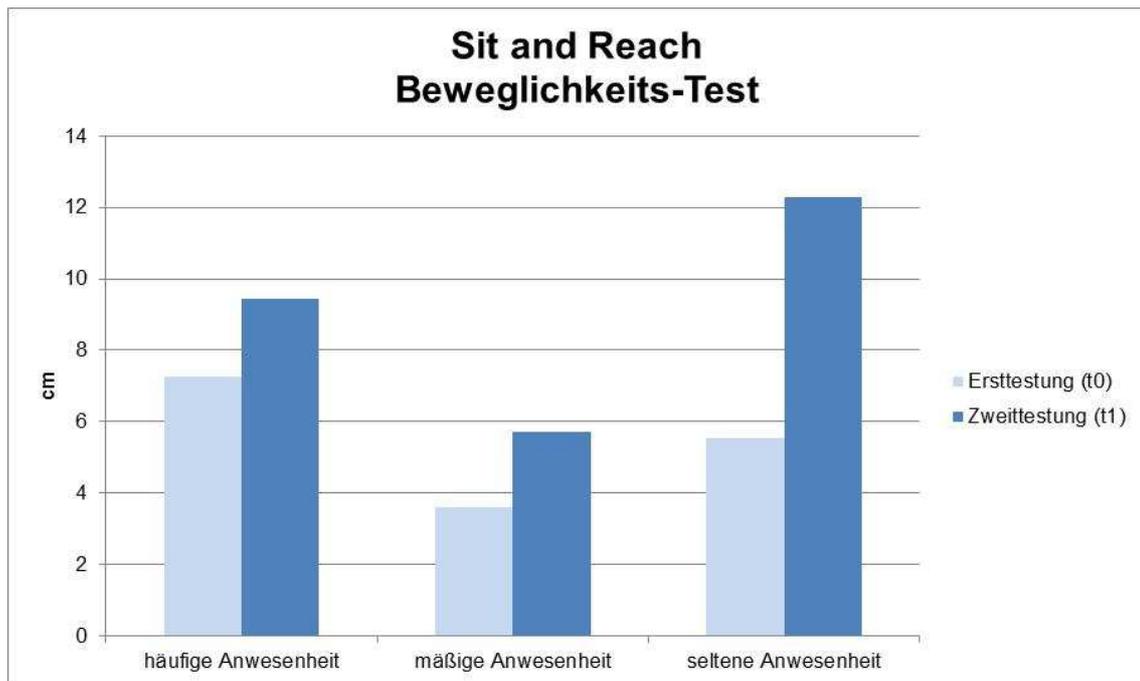


Abb. 51: Veränderung der Reichweite des Sit and Reach Tests von t0 zu t1 (p=0,05)

Ad A3: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining von einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer signifikanten Steigerung der kardialen Leistungsfähigkeit.

Folgende Signifikanzen ergeben sich für die, in der Fahrrad-Ergometrie getesteten Parameter Leistung und Herzfrequenz an der aeroben bzw. anaeroben Schwelle, sowie maximale Leistung:

Leistung an der aeroben Schwelle (2 mmol/l)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie 1 und Ergometrie 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,076	Nullhypothese beibehalten

Abb. 52: Signifikanzprüfung der Leistung an der aeroben Schwelle bei häufiger Anwesenheit

Die Leistung an der aeroben Schwelle in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,076$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 2mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 2mmol [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,407	Nullhypothese beibehalten

Abb. 53: Signifikanzprüfung der Leistung an der aeroben Schwelle bei mäßiger Anwesenheit

Die Leistung an der aeroben Schwelle in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,407$) verändert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 2mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 2mmol [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,028	Nullhypothese ablehnen

Abb. 54: Signifikanzprüfung der Leistung an der aeroben Schwelle bei seltener Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit <24	Ergometrie Schwellenleistung 2mmol/L [Watt] 1	21	39,5	169,6	79,281	34,8198
	Ergometrie Schwellenleistung 2mmol [Watt] 2	6	60,40	107,30	87,9333	20,70011
	Gültige Anzahl (listenweise)	6				

Tab. 17: Deskriptive Statistik der Leistung an der aeroben Schwelle bei seltener Anwesenheit

Die Leistung an der aeroben Schwelle in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ hat sich um 10,91% signifikant ($P = 0,028$) erhöht.

Herzfrequenz an der aeroben Schwelle (2 mmol/l)

→ Häufige Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/l [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,107	Nullhypothese beibehalten

Abb. 55: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei häufiger Anwesenheit

Die Herzfrequenz an der aeroben Schwelle in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,107$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/l [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,096	Nullhypothese beibehalten

Abb. 56: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei mäßiger Anwesenheit

Die Herzfrequenz an der aeroben Schwelle in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,096$) verändert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,416	Nullhypothese beibehalten

Abb. 57: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei seltener Anwesenheit

Die Herzfrequenz an der aeroben Schwelle in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,416$) verändert.

Leistung an der anaeroben Schwelle (4 mmol/l)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,010	Nullhypothese ablehnen

Abb. 58: Signifikanzprüfung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei häufiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit >36					
Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 1	21	71,0	160,2	110,995	25,8198
Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 2	20	65,90	161,50	120,9150	27,01390
Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 18: Deskriptive Statistik der Leistung an der anaeroben Schwelle bei häufiger Anwesenheit

Die Leistung an der anaeroben Schwelle in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ hat sich um 8,93% signifikant ($P = 0,010$) erhöht.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 4mmol [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,575	Nullhypothese beibehalten

Abb. 59: Signifikanzprüfung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei mäßiger Anwesenheit

Die Leistung an der anaeroben Schwelle in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,575$) verändert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 4mmol [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,093	Nullhypothese beibehalten

Abb. 60: Signifikanzprüfung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei seltener Anwesenheit

Die Leistung an der anaeroben Schwelle in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,093$) verändert.

Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle (4 mmol/l)

→ Häufige Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/l [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,074	Nullhypothese beibehalten

Abb. 61: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei häufiger Anwesenheit

Die Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,074$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/l [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,036	Nullhypothese ablehnen

Abb. 62: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei mäßiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit 36-24	Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 1	20	110	169	148,65	13,108
	Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 2	20	108,00	164,00	145,0000	13,75347
	Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 19: Deskriptive Statistik der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei mäßiger Anwesenheit

Die Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ hat sich um 2,46% signifikant ($P = 0,036$) verringert.

→ Seltene Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,091	Nullhypothese beibehalten

Abb. 63: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei seltener Anwesenheit

Die Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,091$) verändert.

Maximale Leistung (Watt)

→ Häufige Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie maximale Leistung [Watt] 1 und Ergometrie maximale Leistung [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,092	Nullhypothese beibehalten

Abb. 64: Signifikanzprüfung der maximalen Leistung bei häufiger Anwesenheit

Die maximale Leistung in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,092$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie maximale Leistung [Watt] 1 und Ergometrie maximale Leistung [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,023	Nullhypothese ablehnen

Abb. 65: Signifikanzprüfung der maximalen Leistung bei mäßiger Anwesenheit

Gruppe in 3 Kategorien		N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Anwesenheit 36-24	Ergometrie maximale Leistung [Watt] 1	20	100,0	280,5	175,065	44,0994
	Ergometrie maximale Leistung [Watt] 2	20	120,00	289,00	183,7750	42,53499
	Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 20: Deskriptive Statistik der maximalen Leistung bei mäßiger Anwesenheit

Die maximale Leistung in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ hat sich um 4,98% signifikant ($P = 0,023$) erhöht.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie maximale Leistung [Watt] 1 und Ergometrie maximale Leistung [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,069	Nullhypothese beibehalten

Abb. 66: Signifikanzprüfung der maximalen Leistung bei seltener Anwesenheit

Die maximale Leistung in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,069$) verändert.

Ad A4: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining von einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer Verbesserung der gesundheitsbezogenen Blutwerte Blutzucker, LDL-Cholesterin und Triglyceride.

Blutzucker (in mg/dl)

→ Häufige Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Blutzucker [mg/dl] 1 und Blut_Blutzucker [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,627	Nullhypothese beibehalten

Abb. 67: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei häufiger Anwesenheit

Der Blutzuckerwert in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ hat sich nicht signifikante (P = 0,627) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Blutzucker [mg/dl] 1 und Blut_Blutzucker [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,028	Nullhypothese ablehnen

Abb. 68: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei mäßiger Anwesenheit

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Blut_Blutzucker [mg/dl] 1	20	75,00	109,00	91,8500	8,09337
Blut_Blutzucker [mg/dl] 2	20	75,00	121,00	95,8000	10,31402
Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 21: Deskriptive Statistik der Veränderung des Blutzuckers bei mäßiger Anwesenheit

Der Blutzuckerwert hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ um 4,123 % signifikant ($P = 0,039$) verschlechtert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Blutzucker [mg/dl] 1 und Blut_Blutzucker [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,575	Nullhypothese beibehalten

Abb. 69: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei seltener Anwesenheit

Der Blutzuckerwert in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,575$) verändert.

Cholesteringesamtwert (in mg/dl)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,073	Nullhypothese beibehalten

Abb. 70: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei häufiger Anwesenheit

Der Cholesteringesamtwert hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,073$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,159	Nullhypothese beibehalten

Abb. 71: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei mäßiger Anwesenheit

Der Cholesteringesamtwert hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,159$) verändert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,050	Nullhypothese ablehnen

Abb. 72: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei seltener Anwesenheit

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Blut_Cholesterin [mg/dl] 1	22	116,00	265,00	183,7727	36,84579
Blut_Cholesterin [mg/dl] 2	8	145,00	235,00	197,2500	29,52844
Gültige Anzahl (listenweise)	8				

Tab. 22: Deskriptive Statistik der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei seltener Anwesenheit

Der Cholesteringesamtwert hat sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ um 7,33 % signifikant ($P = 0,05$) erhöht. Dies ist mit der Zunahme des LDL-Wertes zu erklären. Siehe folgende Grafiken:

LDL Cholesterinwert (in mg/dl)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut LDL Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut LDL Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,039	Nullhypothese ablehnen

Abb. 73: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei häufiger Anwesenheit

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 1	21	64,00	170,00	108,5238	29,56623
Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 2	21	51,00	168,00	121,0000	29,25406
Gültige Anzahl (listenweise)	21				

Tab. 23: Deskriptive Statistik der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei häufiger Anwesenheit

Der LDL-Cholesterin-Wert hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ signifikant ($P = 0,039$) um 11,49 % erhöht.

→ Seltenen Anwesenheit

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut LDL Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut LDL Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,017	Nullhypothese ablehnen

Abb. 74: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei seltener Anwesenheit

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 1	22	49,00	132,00	94,5000	25,97389
Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 2	8	55,00	145,00	107,8750	27,11582
Gültige Anzahl (listenweise)	8				

Tab. 24: Deskriptive Statistik der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei seltener Anwesenheit

Der LDL-Cholesterinwert hat sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ signifikant ($P = 0,017$) um 14,15% erhöht.

HDL-Cholesterin-Wert (in mg/dl)

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,003	Nullhypothese ablehnen

Abb. 75: Signifikanzprüfung der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes bei mäßiger Anwesenheit

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 1	20	42,00	105,00	73,6000	19,41893
Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 2	20	46,00	99,00	67,5500	17,70660
Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 25: Deskriptive Statistik der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes bei mäßiger Anwesenheit

In der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ hat sich der HDL-Cholesterin-Wert signifikant ($P = 0,003$) verändert.

Betrachtet man den Cholesterin-Wert ohne Unterteilung in die Gruppen nach Anwesenheit zeigt sich, dass sich der Gesamtcholesterin-Wert nicht signifikant ($P = 0,248$) verändert hat.

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,248	Nullhypothese beibehalten

Abb. 76: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes ohne Gruppeneinteilung

Jedoch hat sich der HDL-Cholesterin-Wert bezogen auf die gesamte ProbandInnengruppe signifikant ($P = 0,012$) um 2,69% verringert. Der LDL-Cholesterin-Wert hat sich bezogen auf die gesamte Probandengruppe signifikant ($P = 0,021$) um 10,04% erhöht.

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,012	Nullhypothese ablehnen

Abb. 77: Signifikanzprüfung der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes ohne Gruppeneinteilung

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 1	63	33,00	133,00	72,9683	19,62139
Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 2	49	40,00	129,00	71,0000	19,40253
Gültige Anzahl (listenweise)	49				

Tab. 26: Deskriptive Statistik der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes ohne Gruppeneinteilung

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut LDL Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut LDL Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,021	Nullhypothese ablehnen

Abb. 78: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes ohne Gruppeneinteilung

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 1	63	49,00	196,00	105,7778	31,70654
Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 2	49	44,00	181,00	116,4082	32,40044
Gültige Anzahl (listenweise)	49				

Tab. 27: Deskriptive Statistik der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes ohne Gruppeneinteilung

Triglyzeride (in mg/dl)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Triglyceride [mg/dl] 1 und Blut_Triglyceride [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,936	Nullhypothese beibehalten

Abb. 79: Signifikanzprüfung der Veränderung der Triglyzeride bei häufiger Anwesenheit

Die Triglyzeride haben sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,936$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Triglyceride [mg/dl] 1 und Blut_Triglyceride [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,856	Nullhypothese beibehalten

Abb. 80: Signifikanzprüfung der Veränderung der Triglyzeride bei mäßiger Anwesenheit

Die Triglyzeride haben sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,856$) verändert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Triglyceride [mg/dl] 1 und Blut_Triglyceride [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,401	Nullhypothese beibehalten

Abb. 81: Signifikanzprüfung der Veränderung der Triglyzeride bei seltener Anwesenheit

Die Triglyzeride haben sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ nicht signifikant (P = 0,401) verändert.

Ad A5: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings von der Dauer von 6 Monaten führt zu einer Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität, sowie zu einer Senkung der Herzrate.

SDNN (in ms)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h SDNN [ms] 1 und HRV 24h SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,691	Nullhypothese beibehalten

Abb. 82: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h Gesamtvariabilität bei häufiger Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf SDNN [ms] 1 und HRV Schlaf SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,820	Nullhypothese beibehalten

Abb. 83: Signifikanzprüfung der Veränderung der Gesamtvariabilität im Schlaf bei häufiger Anwesenheit

Die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN ($P = 0,691$), sowie die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN im Schlaf ($P = 0,820$) haben sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ nicht signifikant verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h SDNN [ms] 1 und HRV 24h SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,347	Nullhypothese beibehalten

Abb. 84: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h Gesamtvariabilität bei mäßiger Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf SDNN [ms] 1 und HRV Schlaf SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,583	Nullhypothese beibehalten

Abb. 85: Signifikanzprüfung der Veränderung der Gesamtvariabilität im Schlaf bei mäßiger Anwesenheit

Die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN ($P = 0,347$), sowie die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN im Schlaf ($P = 0,583$) haben sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ nicht signifikant verändert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h SDNN [ms] 1 und HRV 24h SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,138	Nullhypothese beibehalten

Abb. 86: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h Gesamtvariabilität bei seltener Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf SDNN [ms] 1 und HRV Schlaf SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,500	Nullhypothese beibehalten

Abb. 87: Signifikanzprüfung der Veränderung der Gesamtvariabilität im Schlaf bei seltener Anwesenheit

Die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN hat sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,138$) verändert.

Herzrate (inSchläge/min)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,496	Nullhypothese beibehalten

Abb. 88: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate über 24 Stunden bei häufiger Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,691	Nullhypothese beibehalten

Abb. 89: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei häufiger Anwesenheit

Weder die Herzrate über die 24 Stunden Aufzeichnung ($P = 496$), noch die Herzrate im Schlaf ($P = 691$) haben sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ signifikant verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,784	Nullhypothese beibehalten

Abb. 90: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate über 24 Stunden bei mäßiger Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,695	Nullhypothese beibehalten

Abb. 91: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei mäßiger Anwesenheit

Weder die Herzrate über die 24 Stunden Aufzeichnung ($P = 784$), noch die Herzrate im Schlaf ($P = 695$) haben sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ signifikant verändert.

→ Seltene Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,138	Nullhypothese beibehalten

Abb. 92: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate über 24 Stunden bei seltener Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,893	Nullhypothese beibehalten

Abb. 93: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei seltener Anwesenheit

Weder die Herzrate über die 24 Stunden Aufzeichnung ($P = 138$), noch die Herzrate im Schlaf ($P = 893$) haben sich in der Gruppe „seltene Anwesenheit“ signifikant verändert.

Vegetative Quotient (inSchläge/min)

→ Häufige Anwesenheit

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf VQrr [1] 1 und HRV Schlaf VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,426	Nullhypothese beibehalten

Abb. 94: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten bei häufiger Anwesenheit

Der vegetative Quotient hat sich in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,426$) verändert.

→ Mäßige Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf VQrr [1] 1 und HRV Schlaf VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,969	Nullhypothese beibehalten

Abb. 95: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten bei mäßiger Anwesenheit

Der vegetative Quotient hat sich in der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ nicht signifikant ($P = 0,969$) verändert.

→ Seltene Anwesenheit

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf VQrr [1] 1 und HRV Schlaf VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,893	Nullhypothese beibehalten

Abb. 96: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten bei seltener Anwesenheit

Es gibt keine signifikante Veränderung ($P = 0,893$) des vegetativen Quotienten in der Gruppe „seltene Anwesenheit“.

4.2 Hypothesenprüfung mit Gruppeneinteilung nach Alter

Ad A1: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings von der Dauer von sechs Monaten führt zu einer Reduktion des Körperfetts, einer Steigerung der Muskelmasse, sowie des Phasenwinkels.

Körpergewicht (in kg)

→ Unter 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körpergewicht [kg] 1 und Körpergewicht [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,793	Nullhypothese beibehalten

Abb. 97: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichts bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Das Körpergewicht hat sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,793$) verändert.

→ Über 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körpergewicht [kg] 1 und Körpergewicht [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,267	Nullhypothese beibehalten

Abb. 98: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichts bei ProbandInnen über 50 Jahren

Das Körpergewicht hat sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,267$) verändert.

Körperfett (in %)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körperfett [%] 1 und Körperfett[%] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,094	Nullhypothese beibehalten

Abb. 99: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körperfettanteils bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Das Körperfett hat sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,094$) verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körperfett [%] 1 und Körperfett[%] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,959	Nullhypothese beibehalten

Abb. 100: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körperfettanteils bei ProbandInnen über 50 Jahren

Das Körperfett hat sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,959$) verändert.

BCM (Muskel- und Organzellen in kg)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen BCM (Muskel und Organzellen) [kg] 1 und BCM (muskel und Organzellen) [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,144	Nullhypothese beibehalten

Abb. 101: Signifikanzprüfung der Veränderung des BCM bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die Magermasse der Muskel- und Organzellen hat sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,144$) verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen BCM (Muskel und Organzellen) [kg] 1 und BCM (muskel und Organzellen) [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,059	Nullhypothese beibehalten

Abb. 102: Signifikanzprüfung der Veränderung des BCM bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die Magermasse der Muskel- und Organzellen hat sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,144$) verändert.

Phasenwinkel

→ Unter 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Phasenwinkel (Qualität Magermasse)1 und Phasenwinkel (Qualität Magermasse) 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,613	Nullhypothese beibehalten

Abb. 103: Signifikanzprüfung der Veränderung des Phasenwinkels bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Der Phasenwinkel hat sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,613$) verändert.

→ Über 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Phasenwinkel (Qualität Magermasse)1 und Phasenwinkel (Qualität Magermasse) 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,183	Nullhypothese beibehalten

Abb. 104: Signifikanzprüfung der Veränderung des Phasenwinkels bei ProbandInnen über 50 Jahren

Der Phasenwinkel hat sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,183$) verändert.

Ad A2: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining von der Dauer von sechs Monaten führt zu einer signifikanten Steigerung der funktionellen, sowie isometrischen Kraft in den getesteten Muskelgruppen.

Brustmuskulatur (M. pectoralis major/minor)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch Brust [N] 1 und isometrisch Brust [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,005	Nullhypothese ablehnen

Abb. 105: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
isometrisch Brust [N] 1	32	117,3	915,9	330,141	162,5459
isometrisch Brust [N] 2	22	198,1	820,9	366,318	151,9073
Gültige Anzahl (listenweise)	21				

Tab 28: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die isometrische Kraft der Brustmuskulatur hat sich bei den ProbandInnen unter 50 Jahren um 9,88% signifikant ($P = 0,005$) erhöht.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch Brust [N] 1 und isometrisch Brust [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,078	Nullhypothese beibehalten

Abb. 106: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die isometrische Kraft der Brustmuskulatur hat sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,078$) verändert.

Obere Rückenmuskulatur (M. trapezius, M. rhomboidei, M. infraspinatur)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch oberer Rücken [N] 1 und isometrisch oberer Rücken [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,148	Nullhypothese beibehalten

Abb. 107: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die isometrische Kraft des oberen Rücken hat sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,148$) verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch oberer Rücken [N] 1 und isometrisch oberer Rücken [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,022	Nullhypothese ablehnen

Abb. 108: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren

Gruppe in 2 Kategorien	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
älter 50 Jahre isometrisch oberer Rücken [N] 1	30	111,2	606,6	318,177	149,3394
isometrisch oberer Rücken [N] 2	27	149,6	606,6	332,415	140,2874
Gültige Anzahl (listenweise)	27				

Tab. 29: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die isometrische Kraft der oberen Rückenmuskulatur hat sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ um 4,47% signifikant ($P = 0,022$) verbessert.

Vordere Oberschenkelmuskulatur (M. quadriceps)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinstreckung [N] 1 und isometrische Beinstreckung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 109: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
isometrische Beinstreckung [N] 1	33	386,7	1641,4	797,585	267,8146
isometrische Beinstreckung [N] 2	22	564,8	1368,5	935,564	251,8904
Gültige Anzahl (listenweise)	22				

Tab. 30: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die isometrische Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur hat sich bei den ProbandInnen unter 50 Jahren um 17,3% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinstreckung [N] 1 und isometrische Beinstreckung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,002	Nullhypothese ablehnen

Abb. 110: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
isometrische Beinstreckung [N] 1	30	390,5	1781,7	922,050	371,4003
isometrische Beinstreckung [N] 2	27	492,8	1755,2	1018,604	377,9972
Gültige Anzahl (listenweise)	27				

Tab. 31: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die isometrische Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur hat sich bei den Probandinnen über 50 Jahren um 10,47% signifikant ($P = 0,002$) erhöht.

Hintere Oberschenkelmuskulatur (M. biceps femoris)

→ Unter 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinbeugung [N] 1 und isometrische Beinbeugung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,113	Nullhypothese beibehalten

Abb. 111: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die isometrische Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur hat sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,113$) verändert.

→ Über 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinbeugung [N] 1 und isometrische Beinbeugung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,072	Nullhypothese beibehalten

Abb. 112: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die isometrische Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur hat sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,072$) verändert.

Ellbogenbeugemuskulatur (M. biceps brachii)

→ Unter 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 1 und isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,338	Nullhypothese beibehalten

Abb. 113: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenbeugemuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die isometrische Kraft des Armbeugers hat sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,338$) verändert.

→ Über 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 1 und isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,166	Nullhypothese beibehalten

Abb. 114: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenbeugemuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die isometrische Kraft des Armbeugers hat sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,166$) verändert.

Stütz Test

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1 und Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 115: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1	33	3	24	16,39	4,743
Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2	22	15,00	27,00	20,3182	3,56419
Gültige Anzahl (listenweise)	22				

Tab. 32: Deskriptive Statistik des Stütz-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die Wiederholungsanzahl des Stütz-Testes hat sich bei den ProbandInnen unter 50 Jahren um 23,98% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1 und Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 116: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1	30	6	23	17,50	4,024
Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2	26	12,00	26,00	19,7308	3,80061
Gültige Anzahl (listenweise)	26				

Tab. 33: Deskriptive Statistik des Stütz-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die Wiederholungsanzahl des Stütz-Testes hat sich bei den ProbandInnen über 50 Jahren um 12,75% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

Aufsteh-Test

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 1 und Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,001	Nullhypothese ablehnen

Abb. 117: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Aufstehtest maximale Wiederholungszahl [WH] 1	32	15	550	157,94	123,788
Aufstehtest maximale Wiederholungszahl [WH] 2	16	50,00	1100,00	385,5625	264,57160
Gültige Anzahl (listenweise)	16				

Tab. 34: Deskriptive Statistik des Aufsteh-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die Wiederholungsanzahl des Aufsteh-Testes hat sich bei den ProbandInnen unter 50 Jahren um 144,12% signifikant ($P = 0,001$) erhöht.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Aufstehtest maximale Wiederholungszahl [WH] 1 und Aufstehtest maximale Wiederholungszahl [WH] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 118: Deskriptive Statistik des Aufsteh-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 1	27	29	290	126,11	68,997
Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 2	18	40,00	460,00	233,1111	123,77489
Gültige Anzahl (listenweise)	17				

Tab. 35: Deskriptive Statistik des Aufsteh-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die Wiederholungsanzahl des Aufsteh-Testes hat sich bei den ProbandInnen über 50 Jahren um 84,84% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

Sit and Reach-Test

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Sit and Reach [cm] 1 und Sit and Reach [cm] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,027	Nullhypothese ablehnen

Abb. 119: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Sit and Reach [cm] 1	33	-14	22	4,33	9,810
Sit and Reach [cm] 2	22	-10,00	27,00	7,4545	9,67927
Gültige Anzahl (listenweise)	22				

Tab. 36: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die Beweglichkeit bei den ProbandInnen unter 50 Jahren hat sich um 72,16% signifikant (P = 0,027) erhöht.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Sit and Reach [cm] 1 und Sit and Reach [cm] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 120: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Sit and Reach [cm] 1	29	-7	18	6,76	7,249
Sit and Reach [cm] 2	26	-14,00	21,00	9,0000	7,92465
Gültige Anzahl (listenweise)	25				

Tab. 37: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die Beweglichkeit bei ProbandInnen über 50 Jahren hat sich um 33,14% signifikant (P = 0,000) erhöht.

Ad A3: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining von einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer signifikanten Steigerung der kardialen Leistungsfähigkeit.

Leistung an der aeroben Schwelle (2 mmol/l)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 2mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 2mmol [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,352	Nullhypothese beibehalten

Abb. 121: Signifikanzprüfung der Veränderung der Leistung an der aeroben Schwelle bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die Leistung an der aeroben Schwelle in der Gruppe „unter 50 Jahre“ hat sich nicht signifikant (P = 0,352) verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 2mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 2mmol [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,710	Nullhypothese beibehalten

Abb. 122: Signifikanzprüfung der Veränderung der Leistung an der aeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die Leistung an der aeroben Schwelle in der Gruppe „über 50 Jahre) hat sich nicht signifikant (P = 0,710) verändert.

Herzfrequenz an der aeroben Schwelle (2 mmol/l)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/l [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,255	Nullhypothese beibehalten

Abb. 123: Signifikanzprüfung der Veränderung der HF an der aeroben Schwelle bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die Herzfrequenz an der aeroben Schwelle in der Gruppe „unter 50 Jahre“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,255$) verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/l [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,015	Nullhypothese ablehnen

Abb. 124: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Ergometrie Schwellenfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 1	28	93	144	120,71	13,695
Ergometrie Schwellenfrequenz 2mmol/l [Schläge/min] 2	25	82,00	143,00	117,8000	14,67708
Gültige Anzahl (listenweise)	24				

Tab. 38: Deskriptive Statistik der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die Herzfrequenz an der aeroben Schwelle hat sich bei den ProbandInnen über 50 Jahren um 2,4% signifikant ($P = 0,015$) gesenkt.

Leistung an der anaeroben Schwelle (4 mmol/l)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 4mmol [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,249	Nullhypothese beibehalten

Abb. 125: Signifikanzprüfung der Veränderung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die Leistung an der anaeroben Schwelle in der Gruppe „unter 50 Jahre“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,249$) verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 4mmol [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,381	Nullhypothese beibehalten

Abb. 126: Signifikanzprüfung der Veränderung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die Leistung an der anaeroben Schwelle in der Gruppe „über 50 Jahre“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,249$) verändert.

Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle (4 mmol/l)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,384	Nullhypothese beibehalten

Abb. 127: Signifikanzprüfung der Veränderung der HF an der anaeroben Schwelle bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle in der Gruppe „unter 50 Jahre“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,384$) verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmolll [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,001	Nullhypothese ablehnen

Abb. 128: Signifikanzprüfung der Veränderung der HF an der anaeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren

Gruppe in 2 Kategorien	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
älter 50 Jahre Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 1	30	110	169	142,40	14,313
Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmolll [Schläge/min] 2	26	100,00	160,00	138,0000	15,01466
Gültige Anzahl (listenweise)	26				

Tab. 39: Deskriptive Statistik der Veränderung der HF an der anaeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle in der Gruppe „über 50 Jahre“ hat um 3,09% sich signifikant ($P = 0,001$) verringert.

Maximale Leistung (Watt)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie maximale Leistung [Watt] 1 und Ergometrie maximale Leistung [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,095	Nullhypothese beibehalten

Abb. 129: Signifikanzprüfung der Veränderung der maximalen Leistung bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die maximale Leistung in der Gruppe „unter 50 Jahre“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,095$) verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie maximale Leistung [Watt] 1 und Ergometrie maximale Leistung [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,006	Nullhypothese ablehnen

Abb. 130: Signifikanzprüfung der Veränderung der maximalen Leistung bei ProbandInnen über 50 Jahren

Gruppe in 2 Kategorien	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
älter 50 Jahre Ergometrie maximale Leistung [Watt] 1	30	97,7	280,5	173,273	44,3758
Ergometrie maximale Leistung [Watt] 2	27	105,00	289,00	184,9111	45,07107
Gültige Anzahl (listenweise)	27				

Tab. 40: Deskriptive Statistik der Veränderung der maximalen Leistung bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die maximale Leistung in der Gruppe „über 50 Jahre“ hat sich um 6,72% signifikant ($P = 0,006$) verbessert.

Ad A4: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining von einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer Verbesserung der gesundheitsbezogenen Blutwerte Blutzucker, LDL-Cholesterin und Triglyceride.

Blutzucker (in mg/dl)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Blutzucker [mg/dl] 1 und Blut_Blutzucker [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,313	Nullhypothese beibehalten

Abb. 131: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Der Blutzuckerwert in der Gruppe „unter 50 Jahre“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,313$) verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Blutzucker [mg/dl] 1 und Blut_Blutzucker [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,477	Nullhypothese beibehalten

Abb. 132: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei ProbandInnen über 50 Jahren

Der Blutzuckerwert in der Gruppe „über 50 Jahre“ hat sich nicht signifikant ($P = 0,313$) verändert.

LDL-Cholesterinwert (in mg/dl)

→ Unter 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut LDL Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut LDL Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,516	Nullhypothese beibehalten

Abb. 133: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Der LDL-Cholesterin-Wert hat sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant (P = 0,516) verändert.

→ Über 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut LDL Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut LDL Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,022	Nullhypothese ablehnen

Abb. 134: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei ProbandInnen über 50 Jahren

Gruppe in 2 Kategorien	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
älter 50 Jahre Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 1	30	63,00	196,00	119,3667	31,87311
Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 2	27	79,00	181,00	132,0000	26,91011
Gültige Anzahl (listenweise)	27				

Tab. 41: Deskriptive Statistik der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei ProbandInnen über 50 Jahren

Der LDL-Cholesterin-Wert hat sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ um 10,58% signifikant (P = 0,022) verändert.

HDL-Cholesterinwert (in mg/dl)

→ Unter 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,079	Nullhypothese beibehalten

Abb. 135: Signifikanzprüfung der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Der HDL-Cholesterin-Wert hat sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant (P = 0,079) verändert.

→ Über 50 Jahre

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,057	Nullhypothese beibehalten

Abb. 136: Signifikanzprüfung der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes bei ProbandInnen über 50 Jahren

Der HDL-Cholesterin-Wert hat sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ nicht signifikant (P = 0,057) verändert.

Triglyceride (in mg/dl)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Triglyceride [mg/dl] 1 und Blut_Triglyceride [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,639	Nullhypothese beibehalten

Abb. 137: Signifikanzprüfung der Veränderung der Triglyceride bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die Triglyceride haben sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,639$) verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Triglyceride [mg/dl] 1 und Blut_Triglyceride [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,412	Nullhypothese beibehalten

Abb. 138: Signifikanzprüfung der Veränderung der Triglyceride bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die Triglyceride haben sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ nicht signifikant ($P = 0,412$) verändert.

Ad A5: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings von der Dauer von sechs Monaten führt zu einer Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität sowie zu einer Senkung der Herzrate.

SDNN (in ms)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h SDNN [ms] 1 und HRV 24h SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,777	Nullhypothese beibehalten

Abb. 139: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-SDNN bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf SDNN [ms] 1 und HRV Schlaf SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,267	Nullhypothese beibehalten

Abb. 140: Signifikanzprüfung der Veränderung der SDNN im Schlaf bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN ($P = 0,777$), sowie die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN im Schlaf ($P = 0,820$) haben sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ nicht signifikant verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h SDNN [ms] 1 und HRV 24h SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,433	Nullhypothese beibehalten

Abb. 141: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-SDNN bei ProbandInnen über 50 Jahren

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf SDNN [ms] 1 und HRV Schlaf SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,638	Nullhypothese beibehalten

Abb. 142: Signifikanzprüfung der Veränderung der SDNN im Schlaf bei ProbandInnen über 50 Jahren

Die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN ($P = 0,433$), sowie die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN im Schlaf ($P = 0,638$) haben sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ nicht signifikant verändert.

Herzrate (in Schlägen/min)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,879	Nullhypothese beibehalten

Abb. 143: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-Herzrate bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,349	Nullhypothese beibehalten

Abb. 144: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Weder die Herzrate über 24 Stunden Aufzeichnung ($P = 0,879$), noch die Herzrate im Schlaf ($P = 0,349$) haben sich in der Gruppe „unter 50 Jahre“ signifikant verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,826	Nullhypothese beibehalten

Abb. 145: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-Herzrate bei ProbandInnen über 50 Jahren

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,875	Nullhypothese beibehalten

Abb. 146: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei ProbandInnen über 50 Jahren

Weder die Herzrate über 24 Stunden Aufzeichnung ($P = 0,826$), noch die Herzrate im Schlaf ($P = 0,875$) haben sich in der Gruppe „über 50 Jahre“ signifikant verändert.

Vegetative Quotient (in Schlägen/min)

→ Unter 50 Jahre

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h VQrr [1] 1 und HRV 24h VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,983	Nullhypothese beibehalten

Abb. 147: Signifikanzprüfung der Veränderung des 24h-vegetativen Quotienten bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf VQrr [1] 1 und HRV Schlaf VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,528	Nullhypothese beibehalten

Abb. 148: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten im Schlaf bei ProbandInnen unter 50 Jahren

Der vegetative Quotient hat sich weder im Schlaf ($P = 0,528$) noch in der 24 Stundenaufzeichnung ($P = 0,983$) in der Gruppe „unter 50 Jahre“ signifikant verändert.

→ Über 50 Jahre

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h VQrr [1] 1 und HRV 24h VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,807	Nullhypothese beibehalten

Abb. 149: Signifikanzprüfung der Veränderung des 24h-vegetativen Quotienten bei ProbandInnen über 50 Jahren

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf VQrr [1] 1 und HRV Schlaf VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,900	Nullhypothese beibehalten

Abb. 150: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten im Schlaf bei ProbandInnen über 50 Jahren

Der vegetative Quotient hat sich weder im Schlaf ($P = 0,900$) noch in der 24 Stundenaufzeichnung ($P = 0,807$) in der Gruppe „über 50 Jahre“ signifikant verändert.

4.3 Hypothesenprüfung mit Gruppeneinteilung nach Geschlecht

Ad A1: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings von der Dauer von sechs Monaten führt zu einer Reduktion des Körperfetts, einer Steigerung der Muskelmasse, sowie des Phasenwinkels.

Körpergewicht (in kg)

→ Frauen

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körpergewicht [kg] 1 und Körpergewicht [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,380	Nullhypothese beibehalten

Abb. 151: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichtes bei weiblichen Probandinnen

Das Körpergewicht hat sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant ($P = 0,380$) verändert.

→ Männer

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körpergewicht [kg] 1 und Körpergewicht [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,948	Nullhypothese beibehalten

Abb. 152: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichtes bei männlichen Probanden

Das Körpergewicht hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,948$) verändert.

Körperfett (in %)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körperfett [%] 1 und Körperfett[%] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,632	Nullhypothese beibehalten

Abb. 153: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körperfettanteils bei weiblichen Probandinnen

Das Körperfett hat sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant ($P = 0,632$) verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Körperfett [%] 1 und Körperfett[%] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,390	Nullhypothese beibehalten

Abb. 154: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körperfettanteils bei männlichen Probanden

Das Körperfett der männlichen Probanden hat sich nicht signifikant ($P = 0,390$) verändert.

BCM (Muskel- und Zellmasse in kg)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen BCM (Muskel und Organzellen) [kg] 1 und BCM (muskel und Organzellen) [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,005	Nullhypothese ablehnen

Abb. 155: Signifikanzprüfung der BCM bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
BCM (Muskel und Organzellen) [kg] 1	39	19,0	27,9	23,295	2,2177
BCM (muskel und Organzellen) [kg] 2	29	19,40	27,60	24,0759	2,19116
Gültige Anzahl (listenweise)	29				

Tab. 42: Deskriptive Statistik der BCM bei weiblichen Probandinnen

Die Muskel- und Zellmasse (BCM) hat sich bei den weiblichen Probandinnen um 3,35% signifikant ($P = 0,005$) erhöht.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen BCM (Muskel und Organzellen) [kg] 1 und BCM (muskel und Organzellen) [kg] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,670	Nullhypothese beibehalten

Abb. 156: Signifikanzprüfung der BCM bei männlichen Probanden

Die Muskel- und Zellmasse (BCM) hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,670$) verändert.

Phasenwinkel

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Phasenwinkel (Qualität Magermasse)1 und Phasenwinkel (Qualität Magermasse) 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,029	Nullhypothese ablehnen

Abb. 157: Signifikanzprüfung des Phasenwinkels bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Phasenwinkel (Qualität Magermasse)1	39	4,6	6,8	5,556	,5384
Phasenwinkel (Qualität Magermasse) 2	29	5,10	6,80	5,7862	,43648
Gültige Anzahl (listenweise)	29				

Tab. 43: Deskriptive Statistik des Phasenwinkels bei weiblichen Probandinnen

Der Phasenwinkel hat sich bei den weiblichen Probandinnen um 4,14% signifikant ($P = 0,029$) erhöht.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Phasenwinkel (Qualität Magermasse)1 und Phasenwinkel (Qualität Magermasse) 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,458	Nullhypothese beibehalten

Abb. 158: Signifikanzprüfung des Phasenwinkels bei männlichen Probanden

Der Phasenwinkel hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,458$) verändert.

Ad A2: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining von der Dauer von sechs Monaten führt zu einer signifikanten Steigerung der funktionellen, sowie isometrischen Kraft in den getesteten Muskelgruppen.

Brustmuskulatur (M. pectoralis major/minor)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch Brust [N] 1 und isometrisch Brust [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,025	Nullhypothese ablehnen

Abb. 159: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
isometrisch Brust [N] 1	38	117,3	372,0	255,911	63,0072
isometrisch Brust [N] 2	29	149,6	422,6	276,355	65,0765
Gültige Anzahl (listenweise)	28				

Tab. 44: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei weiblichen Probandinnen

Die isometrische Kraft der Brustmuskulatur hat sich bei den weiblichen Probandinnen signifikant ($p = 0,025$) um 7,99% verbessert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch Brust [N] 1 und isometrisch Brust [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,011	Nullhypothese ablehnen

Abb. 160: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei männlichen Probanden

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
isometrisch Brust [N] 1	24	220,4	915,9	515,275	154,9544
isometrisch Brust [N] 2	20	384,1	873,4	552,985	137,7014
Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 45: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei männlichen Probanden

Die isometrische Kraft der Brustmuskulatur hat sich bei den männlichen Probanden signifikant ($P = 0,011$) um 7,32% verbessert.

Obere Rückenmuskulatur (M. trapezius, M. rhomboidei, M. infraspinatus)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch oberer Rücken [N] 1 und isometrisch oberer Rücken [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,002	Nullhypothese ablehnen

Abb. 161: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
isometrisch oberer Rücken [N] 1	39	111,2	339,7	198,092	45,4887
isometrisch oberer Rücken [N] 2	29	133,4	295,2	213,900	39,5872
Gültige Anzahl (listenweise)	29				

Tab. 46: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei weiblichen Probandinnen

Die isometrische Kraft der oberen Rückenmuskulatur hat sich bei den weiblichen Probandinnen um 7,98 % signifikant ($P = 0,002$) erhöht.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrisch oberer Rücken [N] 1 und isometrisch oberer Rücken [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,520	Nullhypothese beibehalten

Abb. 162: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei männlichen Probanden

Die isometrische Kraft der oberen Rückenmuskulatur hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,520$) verändert.

Vordere Oberschenkelmuskulatur (M. quadriceps)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinstreckung [N] 1 und isometrische Beinstreckung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 163: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
isometrische Beinstreckung [N] 1	39	386,7	1004,6	668,823	149,7965
isometrische Beinstreckung [N] 2	29	492,8	1273,7	768,169	174,9454
Gültige Anzahl (listenweise)	29				

Tab. 47: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei weiblichen Probandinnen

Die isometrische Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur hat sich bei den weiblichen Probandinnen um 14,85% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinstreckung [N] 1 und isometrische Beinstreckung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,002	Nullhypothese ablehnen

Abb. 164: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei männlichen Probanden

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
isometrische Beinstreckung [N] 1	24	432,7	1781,7	1162,404	299,7552
isometrische Beinstreckung [N] 2	20	906,0	1755,2	1290,390	234,6249
Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 48: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei männlichen Probanden

Die isometrische Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur hat sich bei den männlichen Probanden um 11,01% signifikant ($P = 0,002$) erhöht.

Hintere Oberschenkelmuskulatur (M. biceps femoris)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinbeugung [N] 1 und isometrische Beinbeugung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,151	Nullhypothese beibehalten

Abb. 165: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei weiblichen Probandinnen

Die isometrische Kraft des Beinbeugers hat sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant ($P = 0,151$) verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Beinbeugung [N] 1 und isometrische Beinbeugung [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,059	Nullhypothese beibehalten

Abb. 166: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei männlichen Probanden

Die isometrische Kraft des Beinbeugers hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,059$) verändert.

Ellbogenbeugemuskulatur (M. biceps brachii)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 1 und isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,031	Nullhypothese ablehnen

Abb. 167: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenbeugemuskulatur bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 1	39	198,8	472,8	341,023	57,1406
isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 2	29	224,8	456,7	363,376	62,5904
Gültige Anzahl (listenweise)	29				

Tab. 49: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Ellbogenbeugemuskulatur bei weiblichen Probandinnen

Die isometrische Kraft der Ellbogenbeugemuskulatur hat sich bei den weiblichen Probandinnen um 6,55% signifikant ($P = 0,031$) erhöht.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 1 und isometrische Armbeugung (Biceps) [N] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,695	Nullhypothese beibehalten

Abb. 168: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenbeugemuskulatur bei männlichen Probanden

Die isometrische Kraft des Armbeugers hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,695$) verändert.

Stütz-Test

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1 und Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 169: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1	39	3	22	16,03	4,716
Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2	29	12,00	26,00	19,5517	3,87839
Gültige Anzahl (listenweise)	29				

Tab. 50: Deskriptive Statistik des Stütz-Tests bei weiblichen Probandinnen

Die Wiederholungsanzahl des Stütz-Testes hat sich bei den weiblichen Probandinnen um 21,97% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1 und Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 170: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei männlichen Probanden

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 1	24	11	24	18,38	3,499
Stütztest (15 Sekunden) [Wiederholungen] 2	19	15,00	27,00	20,6842	3,30072
Gültige Anzahl (listenweise)	19				

Tab. 51: Deskriptive Statistik des Stütz-Tests bei männlichen Probanden

Die Wiederholungsanzahl des Stütz-Testes hat sich bei den männlichen Probanden um 12,54% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

Aufsteh-Test

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 1 und Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,000	Nullhypothese ablehnen

Abb. 171: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 1	37	15	550	145,11	100,973
Aufstehetest maximale Wiederholungszahl [WH] 2	18	50,00	1100,00	310,1667	238,64427
Gültige Anzahl (listenweise)	18				

Tab. 52: Deskriptive Statistik des Aufsteh-Tests bei weiblichen Probandinnen

Die Wiederholungsanzahl des Aufsteh-Testes hat sich bei den weiblichen Probandinnen um 113,75% signifikant ($P = 0,000$) erhöht.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Aufstehtest maximale Wiederholungszahl [WH] 1 und Aufstehtest maximale Wiederholungszahl [WH] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,001	Nullhypothese ablehnen

Abb. 172: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei männlichen Probanden

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Aufstehtest maximale Wiederholungszahl [WH] 1	22	29	500	140,45	108,298
Aufstehtest maximale Wiederholungszahl [WH] 2	16	40,00	600,00	298,8750	189,39126
Gültige Anzahl (listenweise)	15				

Tab. 53: Deskriptive Statistik des Aufsteh-Tests bei männlichen Probanden

Die Wiederholungsanzahl des Aufsteh-Testes hat sich bei den männlichen Probanden um 112,8% signifikant ($P = 0,001$) erhöht.

Sit und Reach-Test

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Sit and Reach [cm] 1 und Sit and Reach [cm] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,005	Nullhypothese ablehnen

Abb. 173: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Sit and Reach [cm] 1	39	-11	22	7,85	8,821
Sit and Reach [cm] 2	29	-9,00	27,00	11,0000	8,33238
Gültige Anzahl (listenweise)	29				

Tab. 54: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei weiblichen Probandinnen

Die Beweglichkeit bei den weiblichen Probandinnen hat sich um 40,13% signifikant ($P = 0,005$) erhöht.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Sit and Reach [cm] 1 und Sit and Reach [cm] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,001	Nullhypothese ablehnen

Abb. 174: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei männlichen Probanden

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Sit and Reach [cm] 1	23	-14	17	1,43	7,038
Sit and Reach [cm] 2	19	-14,00	18,00	4,1579	7,76218
Gültige Anzahl (listenweise)	18				

Tab. 55: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei männlichen Probanden

Die Beweglichkeit bei den männlichen Probanden hat sich um 190,76% signifikant ($P = 0,001$) erhöht.

Ad A3: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining von einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer signifikanten Steigerung der kardialen Leistungsfähigkeit.

Leistung an der aeroben Schwelle (2 mmol/l)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 2mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 2mmol [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	1,000	Nullhypothese beibehalten

Abb. 175: Signifikanzprüfung der Leistung an der aeroben Schwelle bei weiblichen Probandinnen

Die Leistung an der aeroben Schwelle hat sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant (P = 1,000) verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 2mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 2mmol [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,210	Nullhypothese beibehalten

Abb. 176: Signifikanzprüfung der Leistung an der aeroben Schwelle bei männlichen Probanden

Die Leistung an der aeroben Schwelle hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant (P = 0,210) verändert.

Herzfrequenz an der aeroben Schwelle (2 mmol/l)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/l [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,029	Nullhypothese ablehnen

Abb. 177: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 1	37	93	157	129,11	15,420
Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/l [Schläge/min] 2	25	82,00	161,00	128,3600	15,84266
Gültige Anzahl (listenweise)	23				

Tab. 56: Deskriptive Statistik der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei weiblichen Probandinnen

Die Herzfrequenz an der aeroben Schwelle hat sich bei den weiblichen Probandinnen um 0,58% signifikant ($P = 0,029$) gesenkt.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 2mmol/L [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,170	Nullhypothese beibehalten

Abb. 178: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei männlichen Probanden

Die Herzfrequenz an der aeroben Schwelle hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,170$) verändert.

Leistung an der anaeroben Schwelle (4 mmol/l)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,184	Nullhypothese beibehalten

Abb. 179: Signifikanzprüfung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei weiblichen Probandinnen

Die Leistung an der anaeroben Schwelle hat sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant ($P = 0,184$) verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 1 und Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,601	Nullhypothese beibehalten

Abb. 180: Signifikanzprüfung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei männlichen Probanden

Die Leistung an der anaeroben Schwelle hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,601$) verändert.

Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle (4 mmol/l)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/l [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,085	Nullhypothese beibehalten

Abb. 181: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei weiblichen Probandinnen

Die Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle hat sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant ($P = 0,085$) verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 1 und Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/l [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,004	Nullhypothese ablehnen

Abb. 182: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei männlichen Probanden

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 1	24	110	169	146,04	14,490
Ergometrie Schwellenherzfrequenz 4mmol/L [Schläge/min] 2	19	108,00	155,00	138,7895	12,96825
Gültige Anzahl (listenweise)	19				

Tab. 57: Deskriptive Statistik der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei männlichen Probanden

Die Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle hat sich bei den männlichen Probanden signifikant ($P = 0,004$) um 4,97% verringert.

Maximale Leistung (Watt)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie maximale Leistung [Watt] 1 und Ergometrie maximale Leistung [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,001	Nullhypothese ablehnen

Abb. 183: Signifikanzprüfung der maximalen Leistung bei den weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Ergometrie maximale Leistung [Watt] 1	39	89,0	199,6	142,221	27,4552
Ergometrie maximale Leistung [Watt] 2	29	116,90	200,50	154,3586	25,17559
Gültige Anzahl (listenweise)	29				

Tab. 58: Deskriptive Statistik der maximalen Leistung bei den weiblichen Probandinnen

Die maximale Leistung in der Fahrrad-Ergometrie hat sich bei den weiblichen Probandinnen um 8,53% signifikant ($P = 0,001$) erhöht.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Ergometrie maximale Leistung [Watt] 1 und Ergometrie maximale Leistung [Watt] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,204	Nullhypothese beibehalten

Abb. 184: Signifikanzprüfung der maximalen Leistung bei den männlichen Probanden

Die maximale in der Fahrrad Ergometrie hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,204$) verändert.

Ad A4: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining von einer Dauer von sechs Monaten führt zu einer Verbesserung der gesundheitsbezogenen Blutwerte Blutzucker, LDL-Cholesterin und Triglyceride.

Blutzucker (in mg/dl)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Blutzucker [mg/dl] 1 und Blut_Blutzucker [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,964	Nullhypothese beibehalten

Abb. 185: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei den weiblichen Probandinnen

Der Blutzucker-Wert hat sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant ($P = 0,964$) verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Blutzucker [mg/dl] 1 und Blut_Blutzucker [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,044	Nullhypothese ablehnen

Abb. 186: Signifikanzprüfung des Blutzuckers bei männlichen Probanden

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Blut_Blutzucker [mg/dl] 1	24	83,00	131,00	98,7500	9,97061
Blut_Blutzucker [mg/dl] 2	20	86,00	133,00	101,8500	11,18869
Gültige Anzahl (listenweise)	20				

Tab. 59: Deskriptive Statistik des Blutzuckers bei männlichen Probanden

Der Blutzuckerspiegel hat sich bei den männlichen Probanden um 3,13% signifikant ($P = 0,044$) erhöht.

Cholesteringesamtwert (in mg/dl)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,713	Nullhypothese beibehalten

Abb. 187: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei den weiblichen Probandinnen

Der Cholesteringesamtwert hat sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant ($P = 0,713$) verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,153	Nullhypothese beibehalten

Abb. 188: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei den männlichen Probanden

Der Cholesteringesamtwert hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,153$) verändert.

LDL-Cholesterin-Wert (in mg/dl)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,071	Nullhypothese beibehalten

Abb. 189: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei den weiblichen Probandinnen

Der LDL-Cholesterin-Wert hat sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant ($P = 0,071$) verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_LDL_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,145	Nullhypothese beibehalten

Abb. 190: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei den männlichen Probanden

Der LDL-Cholesterin-Wert hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,145$) verändert.

HDL-Cholesterin-Wert (in mg/dl)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,003	Nullhypothese ablehnen

Abb. 191: Signifikanzprüfung des HDL-Cholesterins bei weiblichen Probandinnen

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung
Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 1	39	43,00	133,00	80,9487	17,20610
Blut_HDL_Cholesterin [mg/dl] 2	29	40,00	129,00	77,7931	19,21380
Gültige Anzahl (listenweise)	29				

Tab. 60: Deskriptive Statistik des HDL-Cholesterins bei weiblichen Probandinnen

Der HDL-Cholesterinspiegel hat sich bei den weiblichen ProbandInnen um 3,9% signifikant ($P = 0,003$) gesenkt.

→ Männer

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut HDL Cholesterin [mg/dl] 1 und Blut HDL Cholesterin [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	1,000	Nullhypothese beibehalten

Abb. 192: Signifikanzprüfung der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes bei den männlichen Probanden

Der HDL-Cholesterin-Wert hat sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 1,000$) verändert.

Triglyzeride (in mg/dl)

→ Frauen

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut Triglyzeride [mg/dl] 1 und Blut Triglyzeride [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrang test bei verbundenen Stichproben	,974	Nullhypothese beibehalten

Abb. 193: Signifikanzprüfung der Veränderung des Triglyzeridwertes bei den weiblichen Probandinnen

Die Triglyzeride haben sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant ($P = 0,974$) verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen Blut_Triglyceride [mg/dl] 1 und Blut_Triglyceride [mg/dl] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,381	Nullhypothese beibehalten

Abb. 194: Signifikanzprüfung der Veränderung des Triglyzeridwertes bei den männlichen Probanden

Die Triglyzeride haben sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant ($P = 0,381$) verändert.

Ad A5: Ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings von der Dauer von sechs Monaten führt zu einer Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität, sowie zu einer Senkung der Herzrate.

SDNN (in ms)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h SDNN [ms] 1 und HRV 24h SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,171	Nullhypothese beibehalten

Abb. 195: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-SDNN bei den weiblichen Probandinnen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf SDNN [ms] 1 und HRV Schlaf SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,077	Nullhypothese beibehalten

Abb. 196: Signifikanzprüfung der Veränderung der SDNN im Schlaf bei den weiblichen Probandinnen

Die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN ($P = 0,171$), sowie die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN im Schlaf ($P = 0,077$) haben sich bei den weiblichen Probandinnen nicht signifikant verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h SDNN [ms] 1 und HRV 24h SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,055	Nullhypothese beibehalten

Abb. 197: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-SDNN bei den männlichen Probanden

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf SDNN [ms] 1 und HRV Schlaf SDNN [ms] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,173	Nullhypothese beibehalten

Abb. 198: Signifikanzprüfung der Veränderung der SDNN im Schlaf bei den männlichen Probanden

Die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN ($P = 0,055$), sowie die Gesamtvariabilität der Herzfrequenzvariabilität SDNN im Schlaf ($P = 0,173$) haben sich bei den männlichen Probanden nicht signifikant verändert.

Herzrate (Schläge/min)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,159	Nullhypothese beibehalten

Abb. 199: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-Herzrate bei den weiblichen Probandinnen

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,546	Nullhypothese beibehalten

Abb. 200: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei den weiblichen Probandinnen

Weder die Herzrate über die 24 Stunden Aufzeichnung ($P = 0,159$), noch die Herzrate im Schlaf ($P = 0,546$) haben sich bei den weiblichen Probandinnen signifikant verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV 24h Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,162	Nullhypothese beibehalten

Abb. 201: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-Herzrate bei den männlichen Probanden

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 1 und HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,064	Nullhypothese beibehalten

Abb. 202: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei den männlichen Probanden

Weder die Herzrate über die 24 Stunden Aufzeichnung ($P = 0,162$), noch die Herzrate im Schlaf ($P = 0,064$) haben sich bei den männlichen Probanden signifikant verändert.

Vegetative Quotient (in Schlägen/min)

→ Frauen

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h VQrr [1] 1 und HRV 24h VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,571	Nullhypothese beibehalten

Abb. 203: Signifikanzprüfung der Veränderung des 24h-vegetativen Quotienten bei den weiblichen Probandinnen

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf VQrr [1] 1 und HRV Schlaf VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,872	Nullhypothese beibehalten

Abb. 204: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten im Schlaf bei den weiblichen Probandinnen

Der vegetative Quotient hat sich bei den weiblichen Probandinnen weder im Wachzustand ($P = 0,571$) noch im Schlaf ($P = 0,872$) verändert.

→ Männer

Hypothesentestübersicht				
	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV 24h VQrr [1] 1 und HRV 24h VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,310	Nullhypothese beibehalten

Abb. 205: Signifikanzprüfung der Veränderung des 24h-vegetativen Quotienten bei den männlichen Probanden

Hypothesentestübersicht

	Nullhypothese	Test	Sig.	Entscheidung
1	Der Median der Differenzen zwischen HRV Schlaf VQrr [1] 1 und HRV Schlaf VQrr [1] 2 ist gleich 0.	Wilcoxon-Vorzeichenrangtest bei verbundenen Stichproben	,294	Nullhypothese beibehalten

Abb. 206: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten im Schlaf bei den männlichen Probanden

Der vegetative Quotient hat sich bei den männlichen Probanden weder im Wachzustand ($P = 0,310$) noch im Schlaf ($P = 0,294$) verändert.

4.4 Korrelationen

Die festgestellten Korrelationen entsprechen der allgemeinen Forschungslage und bestätigen die Qualität der Untersuchung. Beispielhaft sind die folgenden Korrelationen aus den Daten der Erstuntersuchung (t_0) zu nennen. Zur Veranschaulichung sind jene Korrelationen mit einem Korrelationskoeffizienten über 0,600 grafisch in Streudiagrammen dargestellt.

Je höher das Körpergewicht ist,

- desto schlechter ist die Beweglichkeit beim Sit and Reach Test,
- desto höher sind die Kraftwerte der isometrischen Maximalkraftmessung,
- desto geringer ist die Anzahl beim Aufstehetest und
- desto höher ist die Herzrate im Schlaf.

Korrelationen nach Spearman-Rho						
		isometrische Beinstreckung [N]	isometrische Beinbeugung [N]	isometrische Armbeugung [N]	isometrisch Brust [N]	isometrisch oberer Rücken [N]
Körpergewicht [kg]	Korrelations- koeffizient	,611**	,649**	,462**	,634**	,617**
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000
	N	63	63	63	62	63

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant.

Tab. 61: Korrelationen zwischen Körpergewicht und isometrischen Kraftmessungen

Korrelationen nach Spearman-Rho				
		Sit and Reach [cm]	Aufstehetest [Wdh]	HRV Schlaf Herzrate [Schläge/min]
Körpergewicht [kg]	Korrelations- koeffizient	-,378**	-,450**	,272*
	Sig. (2-seitig)	,002	,000	,047
	N	62	59	54

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant.
* Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant.

Tab. 62: Korrelationen zwischen Körpergewicht und Beweglichkeitstest, Aufstehetest und Herzrate im Schlaf

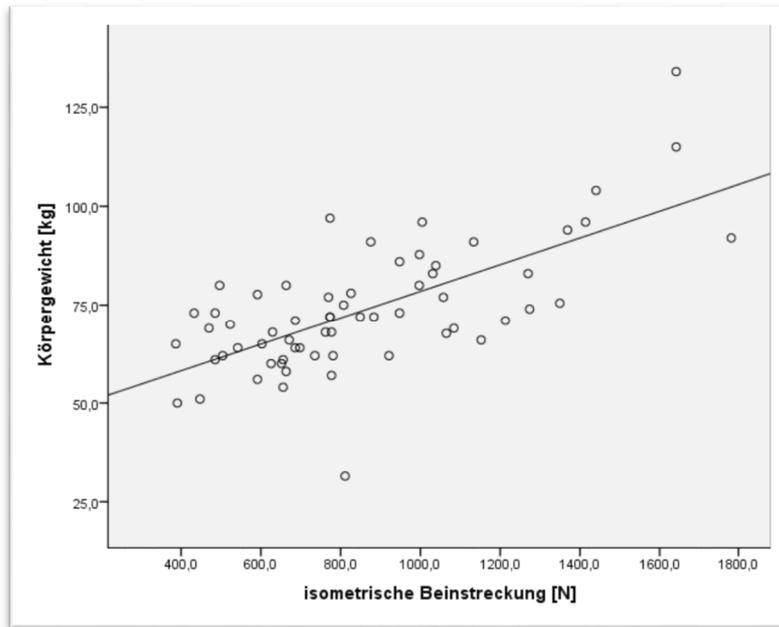


Abb. 207: Korrelation Körpergewicht und isometrische Bein Streckung ($r=0,611$)

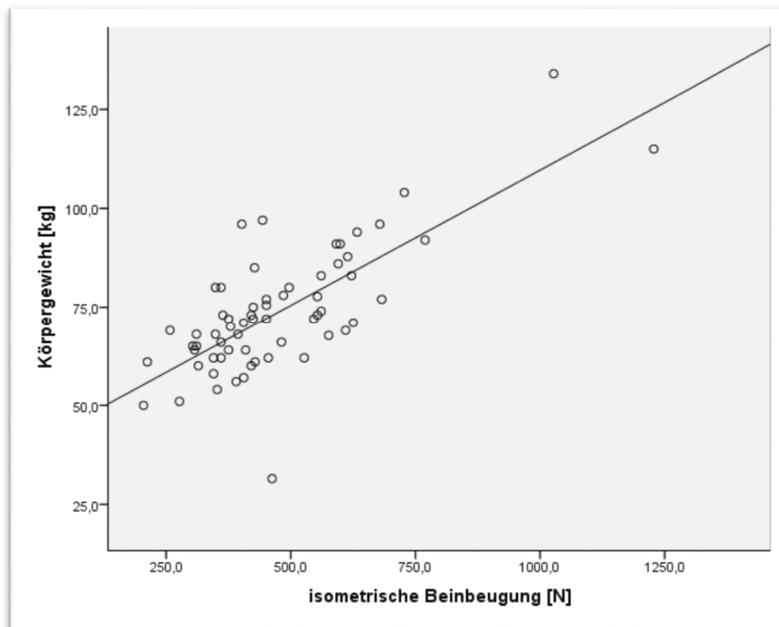


Abb. 208: Korrelation Körpergewicht und isometrische Bein Beugung ($r=0,649$)

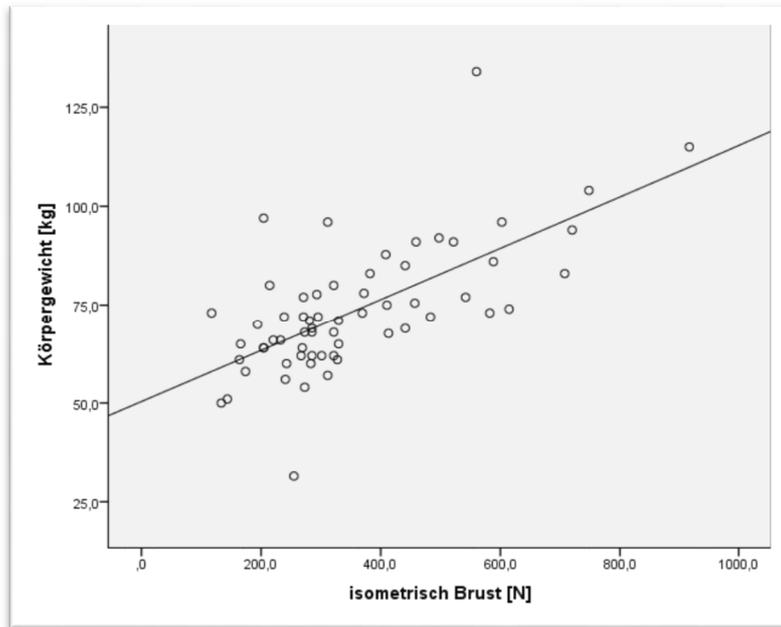


Abb. 209: Korrelation Körpergewicht und isometrische Kraft der Brustmuskulatur ($r=0,634$)

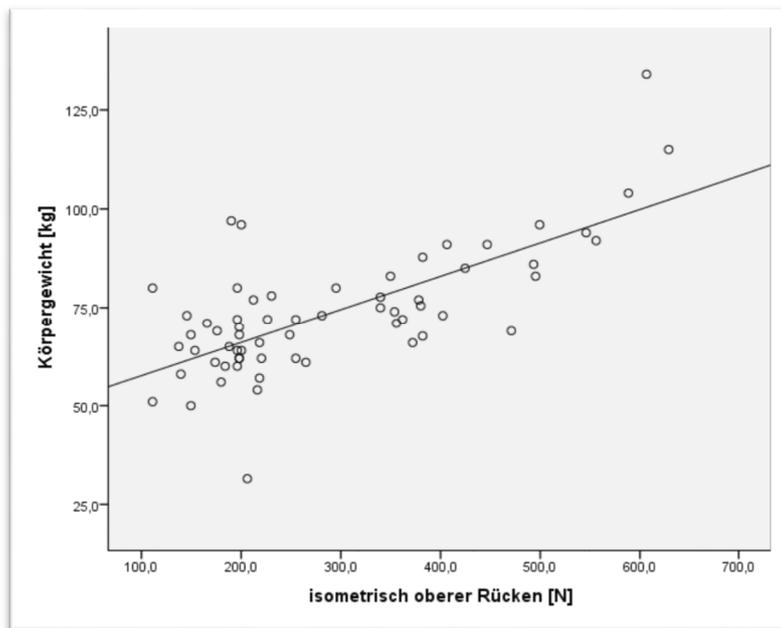


Abb. 210: Korrelation Körpergewicht und isometrische Kraft des oberen Rückens ($r=0,617$)

Je höher das Körperfett ist,

- desto schlechter ist die Beweglichkeit beim Sit and Reach Test,
- desto geringer sind die Kraftwerte der isometrischen Maximalkraftmessung,
- desto geringer ist die Wiederholungszahl beim Aufstehetest,
- desto geringer ist die Wattleistung bei der 2mmol und der 4mmol Schwelle, sowie der maximalen Wattleistung und
- desto geringer ist der Phasenwinkel.

Korrelationen nach Spearman-Rho						
		isometrische Beinstreckung [N]	isometrische Beinbeugung [N]	isometrische Armbeugung [N]	isometrisch Brust [N]	isometrisch oberer Rücken [N]
Körperfett [%]	Korrelations- koeffizient	-,310*	-,323**	-,511**	-,365**	-,403**
	Sig. (2-seitig)	,014	,010	,000	,004	,001
	N	63	63	63	62	63
** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant.						
* Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant.						

Tab. 63: Korrelationen zwischen Körperfettanteil und isometrischen Kraftmessungen

Korrelationen nach Spearman-Rho							
		Sit and Reach [cm]	Aufstehetest [Wdh]	Ergometrie Schwellenleistung 2mmol/L [Watt]	Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt]	Ergometrie maximale Leistung [Watt]	Phasenwinkel [°]
Körperfett [%]	Korrelations- koeffizient	-,020	-,441**	-,330*	-,480**	-,508**	-,320*
	Sig. (2-seitig)	,879	,000	,011	,000	,000	,011
	N	62	59	59	63	63	62
** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant.							
* Korrelation ist bei Niveau 0,05 signifikant.							

Tab. 64: Korrelationen zwischen Körperfettanteil und Beweglichkeitstest, Aufstehetest, aerober und anaerober Schwellenleistung, max. Leistung, sowie Phasenwinkel

Je höher der BCM-Wert (die Muskel- und Organzellenmasse) ist,

- desto höher ist der Phasenwinkel
- desto höher sind alle isometrischen Maximalkraftmessungen
- desto höher sind die Watt-Leistungen bei der 2mmol Schwelle, der 4mmol Schwelle und der maximalen Wattleistung.

Korrelationen nach Spearman-Rho						
		isometrische Beinstreckung [N]	isometrische Beinbeugung [N]	isometrische Armbeugung [N]	isometrisch Brust [N]	isometrisch oberer Rücken [N]
BCM (Muskel und Organzellen) [kg]	Korrelations- koeffizient	,808**	,834**	,758**	,840**	,858**
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000
	N	63	63	63	62	63

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant.

Tab. 65: Korrelationen zwischen BCM und isometrischen Kraftmessungen

Korrelationen nach Spearman-Rho					
		Phasenwinkel [°]	Ergometrie Schwellenleistung 2mmol/L [Watt]	Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt]	Ergometrie maximale Leistung [Watt]
BCM (Muskel und Organzellen) [kg]	Korrelations- koeffizient	,746**	,453**	,625**	,781**
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	,000
	N	62	59	63	63

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant.

Tab. 66: Korrelationen zwischen BCM und Phasenwinkel, aerober und anaerober Schwellenleistung, sowie der max. Leistung

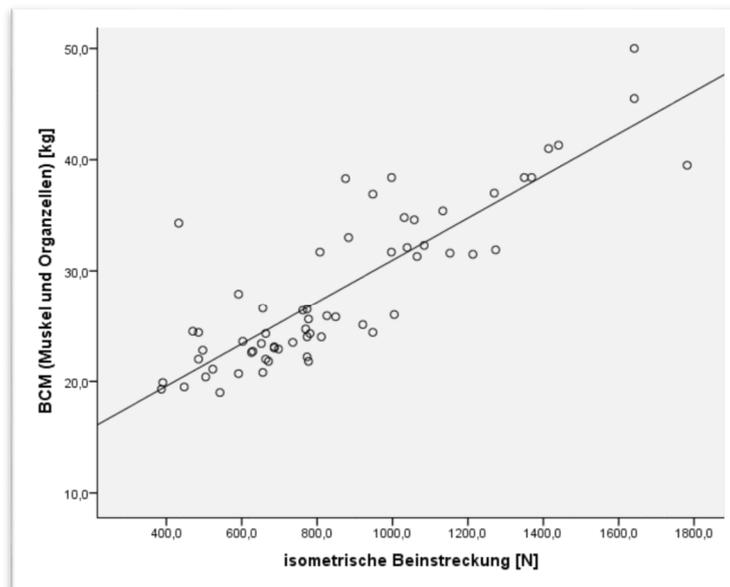


Abb. 211: Korrelation BCM und isometrische Beinstreckung ($r=0,808$)

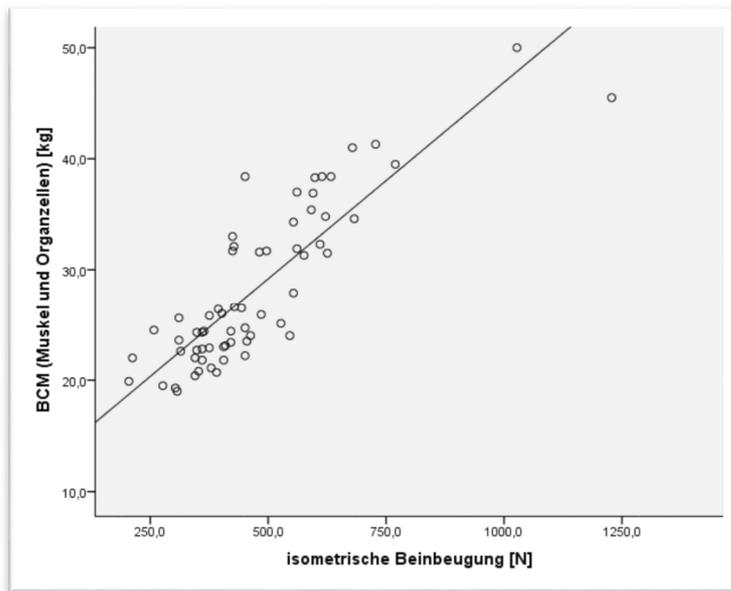


Abb. 212: Korrelation BCM und isometrische Beinbeugung ($r=0,834$)

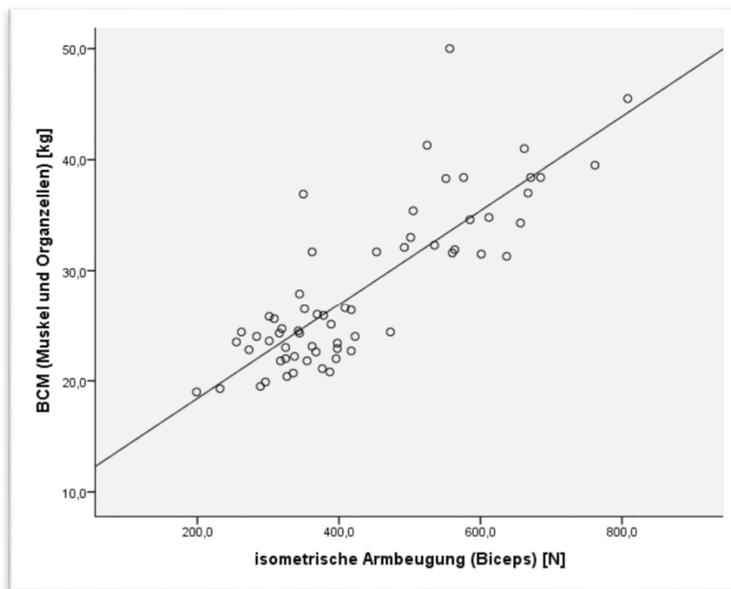


Abb. 213: Korrelation BCM und isometrische Armbeugung ($r=0,758$)

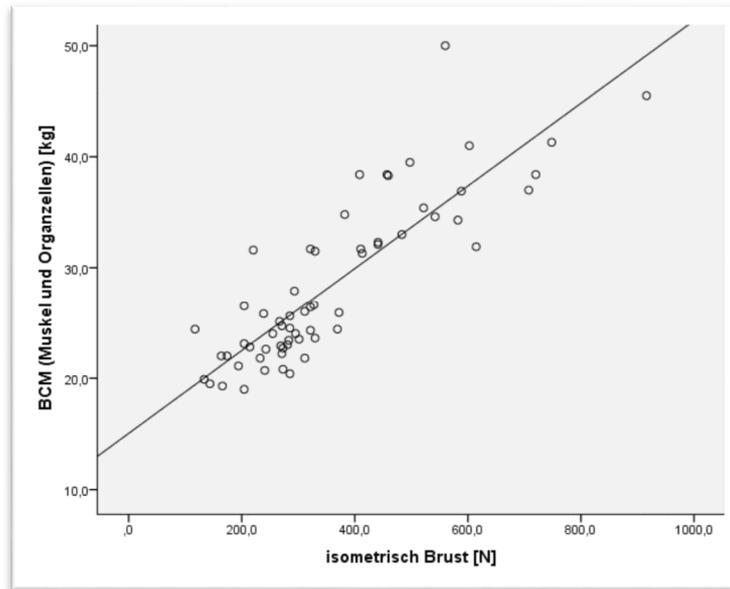


Abb. 214: Korrelation BCM und isometrische Kraft der Brustmuskulatur ($r=0,840$)

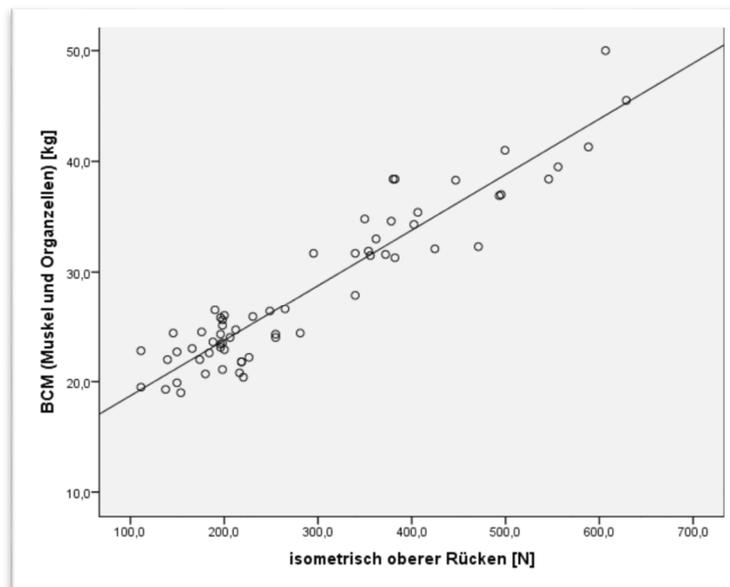


Abb. 215: Korrelation BCM und isometrische Kraft des oberen Rückens ($r=0,858$)

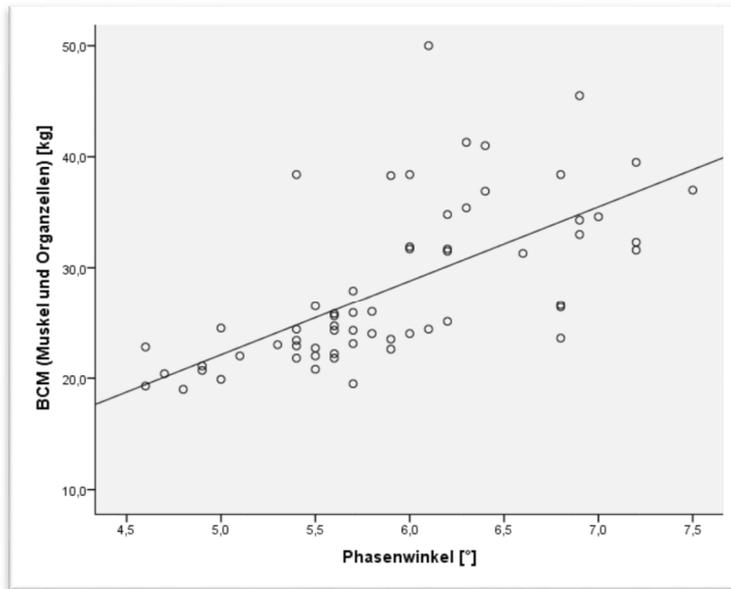


Abb. 216: Korrelation BCM und Phasenwinkel ($r=0,746$)

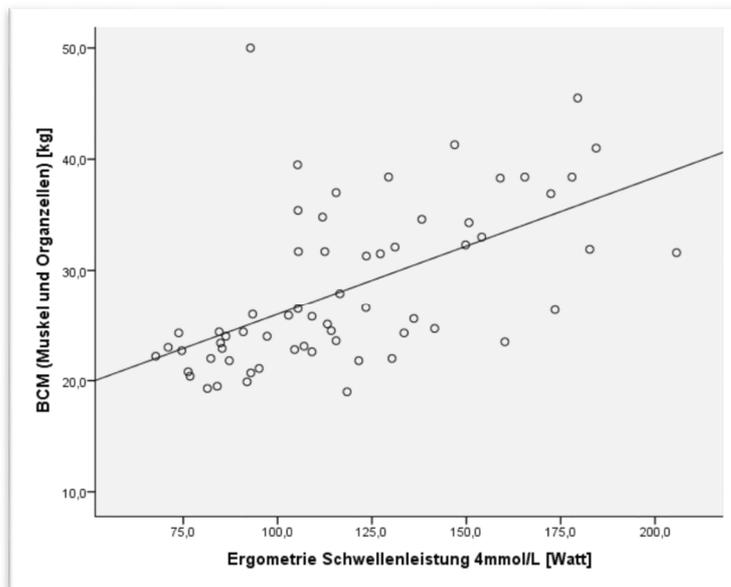


Abb. 217: Korrelation BCM und Leistung an der anaeroben Schwelle ($r=0,625$)

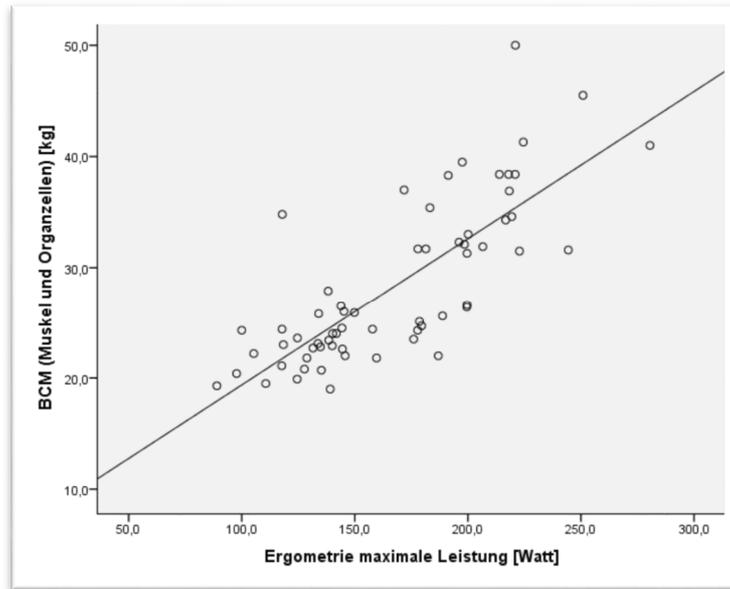


Abb. 218: Korrelation BCM und maximaler Leistung ($r=0,781$)

Je höher die Leistung an der 4mmol Schwelle ist,

- desto höher sind alle isometrischen Maximalkraftmessungen.

Korrelationen nach Spearman-Rho						
		isometrische Beinstreckung [N]	isometrische Beinbeugung [N]	isometrische Armbeugung [N]	isometrisch Brust [N]	isometrisch oberer Rücken [N]
Ergometrie Schwellenleistung 4mmol/L [Watt]	Korrelations- koeffizient	,478**	,491**	,440**	,537**	,566**
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000
	N	63	63	63	62	63

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant.

Tab. 67: Korrelationen zwischen der Leistung an der anaeroben Schwelle und isometrischen Kraftmessungen

Je höher die maximale Leistung bei der Fahrrad-Ergometrie ist,

- desto höher sind alle isometrischen Maximalkraftmessungen.

Korrelationen nach Spearman-Rho						
		isometrische Beinstreckung [N]	isometrische Beinbeugung [N]	isometrische Armbeugung [N]	isometrisch Brust [N]	isometrisch oberer Rücken [N]
Ergometrie maximale Leistung [Watt]	Korrelations- koeffizient	,706**	,668**	,691**	,693**	,749**
	Sig. (2-seitig)	,000	,000	,000	,000	,000
	N	63	63	63	62	63

** Korrelation ist bei Niveau 0,01 signifikant.

Tab. 68: Korrelationen zwischen der maximalen Leistung und isometrischen Kraftmessungen

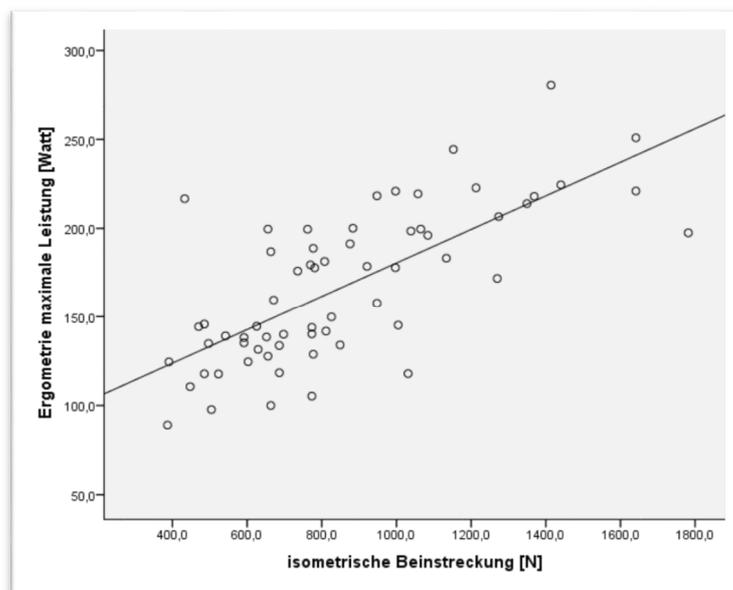


Abb. 219: Korrelation maximale Leistung und isometrische Beinstreckung ($r=0,706$)

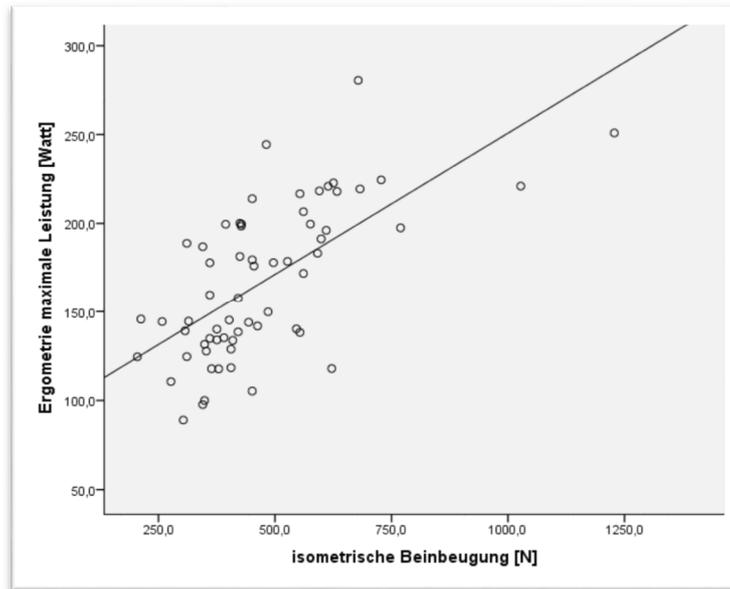


Abb. 220: Korrelation maximale Leistung und isometrische Beinbeugung ($r=0,668$)

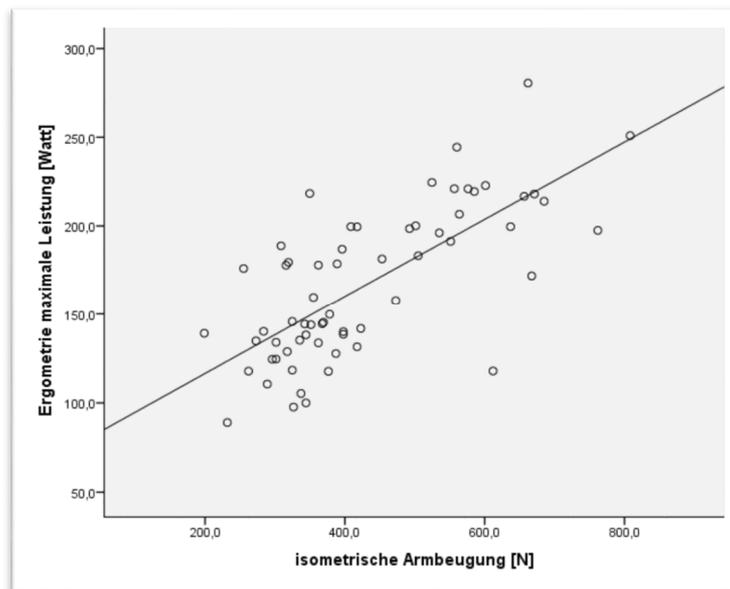


Abb. 221: Korrelation maximale Leistung und isometrische Armbeugung ($r=0,691$)

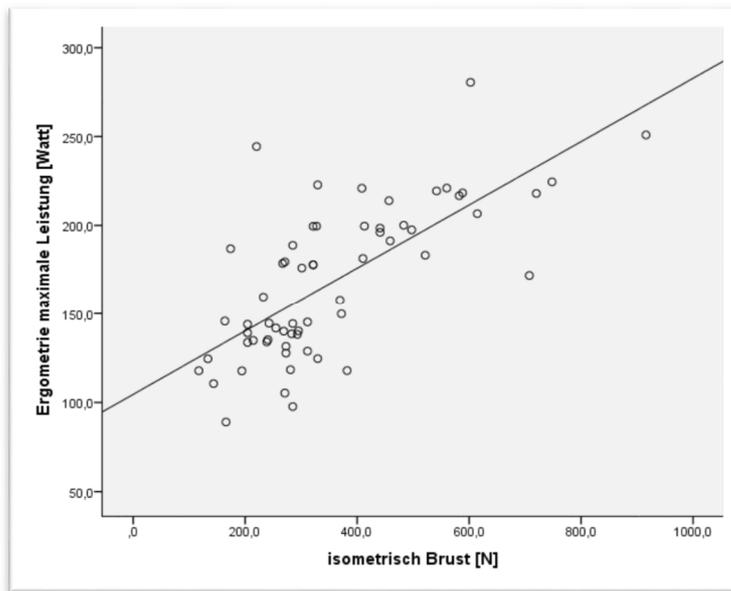


Abb. 222: Korrelation maximale Leistung und isometrische Kraft der Brustmuskulatur ($r=0,693$)

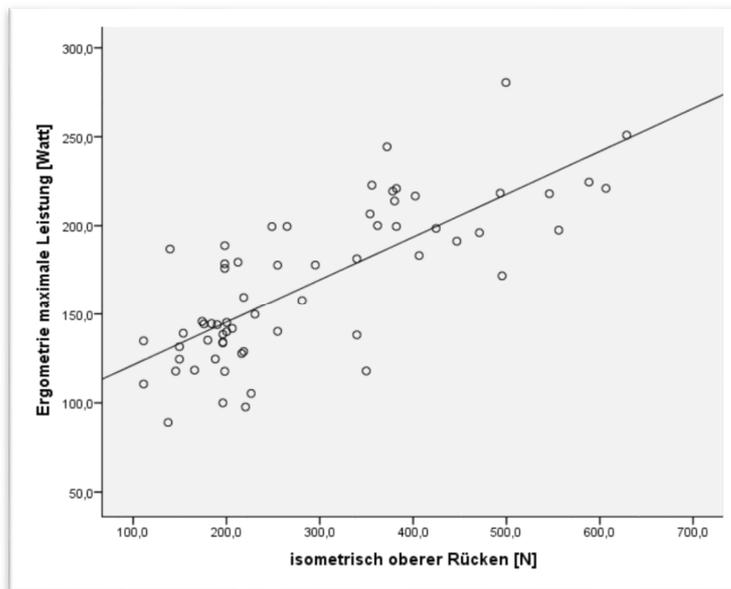


Abb. 223: Korrelation maximale Leistung und isometrische Kraft des oberen Rückens ($r=0,749$)

5 Conclusio

Die signifikante Verbesserung der isometrisch getesteten Maximalkraft zeigt, dass ein funktionelles Krafttraining von sechs Monaten zu einer Steigerung der Kraft führt. Besonders deutliche Ergebnisse konnten diesbezüglich für die vordere Oberschenkelmuskulatur, den M. quadriceps, in allen drei Untersuchungsgruppen festgestellt werden. Hier ist vor allem die Gruppe mit mäßiger Trainingsanwesenheit zu erwähnen, welche die isometrische Kraft des vorderen Oberschenkels um 19,35% auf rund 1023N signifikant ($P = 0,001$) erhöhen konnte. Auch die Gruppe „häufige Anwesenheit“ zeigt mit 8,8% Kraftsteigerung auf rund 935N eine signifikante ($P = 0,005$) Verbesserung. Personen die selten trainiert haben, weisen zwar auch eine signifikante ($P = 0,036$) Kraftsteigerung von 17,04% auf rund 1000N auf, jedoch ist dieses Ergebnis für diese Gruppe mit Vorsicht zu betrachten, da diese mit acht getesteten Personen für wissenschaftliche Zwecke relativ klein ist.

Betrachtet man die gesamte ProbandInnengruppe aufgeteilt in Frauen und Männer, so zeigt sich, dass die Frauen eine größere Kraftentwicklung von 14,8% aufzeigen können ($P = 0,000$), als jene der Männer, die sich um 11,01% erhöht hat ($P = 0,002$). Die Betrachtung der Mittelwerte der Frauen $t_1 = 768\text{N}$ und der Männer $t_1 = 1290\text{N}$ bestätigt die Aussage von Hollmann (2009), dass die isometrische Kraft der Frauen um 30% geringer ist als jene der Männer. In unserer Arbeit beträgt der Unterschied sogar 67,97%. Nicht bestätigt kann die Annahme werden, dass die isometrische Kraft im Alter abnimmt, da der Mittelwert der über 50-jährigen bei $t_1 = 1018\text{N}$ und der Mittelwert der unter 50 Jährigen bei $t_1 = 935\text{N}$ liegt. Dieses Ergebnis ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass nicht alle Angaben der Probandinnen bezüglich ihres Sportverhaltens zu 100% zutreffend waren. Ein Teil der über 50 Jährigen war schon vor Beginn der Studie sportlich aktiv, wodurch sich der größere Mittelwert der isometrischen Maximalkraft des Beinstreckers erklären lässt. Die größere Entwicklung im Rahmen des Trainings hatte die Gruppe der unter 50 Jährigen, sie steigerten sich um 17,29% ($P = 0,000$). Dies bestätigt die bessere Trainierbarkeit der unter 50 Jährigen. Die Verbesserung der über 50 Jährigen betrug 10,47% ($P = 0,002$).

Die Korrelation von Beinkraft und Aufstehetest zeigt sich in den Ergebnissen der Auswertung. Auch beim Aufstehetest haben die unter 50 Jährigen eine größere Entwicklung vorzuweisen (144,18%), wobei die über 50 Jährigen sich „nur“ um 84,84% verbessert haben. Zwischen Frauen (113,75%) und Männern (112,79%) ist kaum ein Unterschied in der Entwicklung zu erkennen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass sich die Männer in der Wettkampfsituation der Zweittestung des Aufstehetest wohler

fühlten, als die Frauen und durch ihre Motivation die geringere Kraftentwicklung wettmachten.

Auch für die hintere Oberschenkelmuskulatur (M. biceps femoris) konnten signifikante Verbesserungen festgestellt werden. So steigerte die Gruppe „häufige Anwesenheit“ die Kraft dieser Muskulatur im Durchschnitt um 6,85% ($P = 0,027$) auf rund 493N. Die Beinbeugung zeigt weder in der Gruppe „Geschlecht“ noch in den Gruppen „über 50 Jahre“ und „unter 50 Jahre“ eine signifikante Veränderung auf.

Die deutliche Verbesserung der Kraft der unteren Extremitäten in nahezu allen Testgruppen ist dadurch zu erklären, dass eines der wesentlichen Kernelemente der Trainingseinheiten die Kniebeuge war, da diese eine klassisch funktionelle Übung ist, die intermuskuläre Koordination und Beweglichkeit schult und entwickelt und darüber hinaus sowohl mit, als auch ohne Zusatzlasten die Kraft des Trainierenden entwickelt und verbessert.

Die Ergebnisse der isometrischen Krafttests decken sich, bezogen auf die Beinmuskulatur, auch mit dem Aufsteh-Test, welcher die Fortschritte der funktionellen Kraft quantifizieren sollte. Auch hier konnten sich die ProbandInnen deutlich verbessern. So zeigt sich vor allem in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ eine signifikante Erhöhung ($P = 0,000$) der Wiederholungsanzahl um rund 135%. Machten die ProbandInnen bei den Eingangstests im Schnitt 123 Wiederholungen, so konnten sie diese Zahl bei den Retests auf ca. 290 Wiederholungen erhöhen. Auch die Probanden mit mäßiger Trainingsteilnahme erhöhten die Wiederholungszahl im Aufstehetest um 76,57% ($P = 0,002$). Dieses deutliche Ergebnis ist sowohl einer verbesserten funktionellen Kraft der gesamten Beinmuskulatur zuzuschreiben, als auch dem Faktor der erhöhten Motivation und „Schmerztoleranz“ bei der Zweittestung. Vor allem jene ProbandInnen, welche häufig oder mäßig oft am Training teilgenommen haben, zeigten bei der Zweittestung hohe Motivation und Durchhaltevermögen und wollten ihr Ergebnis aus den Ersttestungen unbedingt überbieten. Im Gegensatz dazu waren die Probanden mit seltener Anwesenheit bei den Zweittestungen weit weniger ambitioniert und konnten ihr Ergebnis im Aufstehetest nicht signifikant ($P = 0,655$) verbessern.

Auch die isometrische Kraft der Brustmuskulatur konnte in der Gruppe „häufige Anwesenheit“ um 6,24% gesteigert werden ($P = 0,039$), jene der Gruppe „mäßige Anwesenheit“ um 5,28% ($P = 0,010$). Keine signifikante Veränderung konnte bei der Gruppe „seltene Anwesenheit“ festgestellt werden. Dieses Ergebnis lässt sich vor allem auf funktionelle Übungen, wie Planks oder Liegestütz zurückführen, welche im

funktionellen Krafttraining - und so auch in unserer Trainingsintervention - häufig Anwendung fanden. Das Ergebnis der isometrischen Krafttestung der Brustmuskulatur korreliert darüber hinaus auch mit dem Ergebnis des funktionellen Stütztests, in dem die Brustmuskulatur stark beansprucht wird. So konnten jene Probanden, die häufig am Training teilgenommen haben, ihre Wiederholungszahl beim Stütztest um 18% auf rund 20 Wiederholungen signifikant ($P = 0,000$) erhöhen. ProbandInnen mit mäßiger Trainingsanwesenheit verbesserten ihre Wiederholungsanzahl um 15,94% auf ebenfalls rund 20 Wiederholungen ($P = 0,000$). Auch hier konnten Personen mit seltener Trainingsanwesenheit ihre Leistung beim Stütztest nicht signifikant verbessern. Die Betrachtung der ProbandInnen in der Altersaufteilung über und unter 50 Jahre zeigt, dass sich nur die unter 50 Jährigen in der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur signifikant ($P = 0,005$) um 10,99% auf 366N steigern konnten. Diese Ergebnisse korrelieren mit den Untersuchungsergebnissen der Studie von Weiss (2010)¹³, die besagt dass ein 7-wöchiges funktionelles Krafttraining zu einer Steigerung der Kraftleistung von jungen Erwachsenen (18-32 Jahre) führt und der Studie von Lobo (2010)¹⁴ die besagt, dass ein regelmäßiges Krafttraining, oder auch Ausdauertraining in Form von Aerobic-Training zu einer signifikanten Steigerung der Kraftleistung der unteren Extremitäten von älteren Erwachsenen (66-92 Jahre) führt. Es stellt sich nun die Frage, ob die fehlende Kraftentwicklung der oberen Extremitäten der älteren Erwachsenen mit der Trainingsmethode (Aerobic-Training, Ausdauertraining, Krafttraining), oder mit dem Alter der ProbandInnen zusammenhängt.

Die Verbesserung der Flexibilität der unteren Extremitäten der älteren Erwachsenen in der Studie von Lobo (2010), deckt sich mit unseren Ergebnissen. Beim Sit and Reach Test konnten sich alle Gruppen signifikant verbessern. Die Gruppe der männlichen Probanden verbesserte sich um 190,76% ($P = 0,001$) auf 4,16cm. Die Gruppe der weiblichen Probandinnen wies eine Verbesserung von 40,13% ($P = 0,005$) auf 11cm auf. Die Gruppe der über 50 Jährigen hatte zwar eine geringere Verbesserung von 33,14% ($P = 0,000$), jedoch der Mittelwert von 9cm liegt 1,5cm über dem Mittelwert der unter 50 Jährigen. Die Gruppe der unter 50 Jährigen steigerte sich auf 7,45cm um 72,16% ($P = 0,027$). Dieses Ergebnis zeigt, dass die über 50 Jährigen nicht nur in der isometrischen Maximalkraft der Beinstreckung, sondern auch in der Beweglichkeit, den Probanden der Gruppe „unter 50 Jahre“ auf dem Gesundheits-Krankheits-Kontinuum, in Richtung Gesundheit voraus sind.

¹³ Effects of functional resistance training on muscular fitness outcomes in young adults (Weiss, et.al., 2010)

¹⁴ Effects of training and detraining on Physical Fitness, Physical Activity Patterns, Cardiovascular Variables, and HRQoL after 3 Health-Promotion Intervention in Institutionalized Elders. (Lobo, et.al. 2010)

Die Kraft des oberen Rücken und des Bizeps veränderte sich in der Gruppeneinteilung in häufige, mäßige und seltene Anwesenheit nicht signifikant. Teilt man die ProbandInnengruppe jedoch nach dem Geschlecht auf, so zeigt sich, dass die Frauen sowohl in der oberen Rückenmuskulatur (7,98%, $P = 0,002$) als auch im Armbeuger (6,55%, $P = 0,031$) eine signifikante Verbesserung aufzeigen. Bei den Männern hingegen konnte kein signifikantes Ergebnis erreicht werden. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Frauen zu Beginn des Trainings, eine im Verhältnis gesehen, eher schwache Rücken- bzw. Ellbogenbeugemuskulatur hatten und somit die Stärke eines Therabandes (mit welchem diese Muskulatur vorwiegend trainiert wurde) zur Steigerung ihrer Muskelkraft ausreichend war. Hingegen war die Stärke des Therabandes für die Männer nicht ausreichend groß, wodurch sich keine signifikante Verbesserung abzeichnete. Die Gruppe der über 50 Jährigen konnten die isometrische Maximalkraft der oberen Rückenmuskulatur um 4,47% steigern. Die Gruppe der unter 50 Jährigen zeigten keine signifikante Veränderung.

Die Auswertungen zeigen, dass das funktionelle Krafttraining seinem Namen gerecht wird. Die größten Entwicklungssteigerungen sind bei den funktionellen Krafttests, dem Aufstehetest und dem Stützttest, sowie beim Test der Beweglichkeit, dem Sit and Reach Test zu verzeichnen. An zweiter Stelle ist die Verbesserung der isometrischen Kraft anzuführen. Der Ausdauerstest in Form einer Fahrrad-Ergometrie zeigt, dass ein funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings keine signifikante Auswirkung auf die Grundlagenausdauer hat. Auf Grund der hohen Intensität des Trainings kam es jedoch zu einer 8,93 prozentigen Verbesserung ($P = 0,010$) der Wattleistung an der anaeroben Schwelle bei jenen ProbandInnen, die häufig beim Training waren und eine Senkung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle sowohl bei den Männern ($P = 0,004$), als auch bei den über 50 Jährigen ($P = 0,001$). Des Weiteren konnte eine Korrelation belegt werden zwischen der isometrischen Maximalkraft des Beinstreckers und der maximalen Wattleistung der Fahrradergometrie, sowie eine Korrelation mit der Wattleistung an der anaeroben Schwelle. Diese Korrelation belegt somit die Ergebnisse der Studie Smith et. al (2013) die besagt, dass ein intensives funktionelles Krafttraining zu einer Verbesserung der kardialen Leistungsfähigkeit führt.

Die maximale Wattleistung konnte um 4,74% von jenen ProbandInnen gesteigert werden, die eine mäßige Teilnahme am Training hatten ($P = 0,023$). Frauen steigerten diese um 8,53% ($P = 0,001$), die über 50 Jährigen hatten eine Steigerung der maximalen Wattleistung um 6,72% ($P = 0,006$). Die Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle konnten von den männlichen Probanden um 4,97% ($P = 0,004$) und von den über 50 Jährigen ($P = 0,001$) um 3,09% signifikant gesenkt werden.

Wie auch in der Studie von Lobo (2010) zu sehen ist, kam es zu keinen signifikanten Verbesserungen der gesundheitsbezogenen Parameter. Die Blutwerte zeigen entweder gar keine signifikante Veränderung (z. B. Triglyzeride), oder sogar eine signifikante Veränderung in die negative Richtung auf. Der Blutzuckerspiegel verschlechterte sich bei den TeilnehmerInnen mit mäßigen Trainingsteilnahme um 4,12% ($P = 0,028$), sowie bei den Männern um 3,14% ($P = 0,044$). Der Cholesterin-Gesamtwert verschlechterte sich bei den TeilnehmerInnen mit einer seltenen Teilnahme um 7,33% ($P = 0,050$). Da der Cholesterin-Gesamtwert noch keine Aussagekraft über die Gesundheit hat, da nicht klar ist, ob es Veränderungen des HDL oder des LDL-Cholesterins gegeben hat, wurden auch die einzelnen Cholesterinwerte ausgewertet. Diese zeigt, dass der HDL-Cholesterinwert bei den TeilnehmerInnen mit mäßiger Anwesenheit um 8,22% ($P = 0,012$) und bei den Frauen um 3,90% ($P = 0,003$) gesunken ist. Der LDL-Cholesterinwert ist bei den TeilnehmerInnen mit häufiger Anwesenheit um 11,5% ($P = 0,039$), bei den TeilnehmerInnen mit seltener Anwesenheit um 14,15% ($P = 0,017$) und bei den über 50 Jährigen um 10,58% ($P = 0,022$) gestiegen. Das heißt, dass es in beiden Fällen zu einer Näherung an den negativen Pol des Gesundheits-Krankheits-Kontinuums gekommen ist. Bezüglich des LDL-Cholesterin-Wertes ist zu sagen, dass schon zu Beginn der Studie mehr als die Hälfte der ProbandInnen einen zu hohen LDL-Cholesterin-Wert hatten. Die Anzahl an ProbandInnen mit einem erhöhten LDL-Cholesterin-Wert sank während des Projekts von 36 auf 30 ProbandInnen.

Die anthropometrischen Parameter wie Körpergewicht und Körperfett zeigen keine signifikanten Veränderungen auf. Dieses Ergebnis ist deckungsgleich mit den Ergebnissen der Studie von Willis (2012). Ein Training, das nur aus Krafttraining besteht, führt zu keinem Gewichtsverlust. Den größten Erfolg bezüglich einer Reduktion des Körpergewichts und einer Reduktion des Körperfetts haben jene ProbandInnen, die ein Aerobic-Training oder eine Kombination aus Aerobic- und Krafttraining absolviert haben. Die Steigerung der Muskel- und Organzellenmasse (BCM) konnte hingegen in der Krafttrainingsgruppe und in der Kombinationsgruppe mehr gesteigert werden, als in der Aerobic-Gruppe. In unserer Studie konnte die Magermasse nur bei den Frauen signifikant um 3,35% ($P = 0,005$) gesteigert werden. Auch der Phasenwinkel konnte nur bei den Frauen signifikant um 4,14% ($P = 0,029$) verbessert werden. Diesen Ergebnissen ist zu entnehmen, dass ein funktionelles Krafttraining in Form eines Zirkeltrainings kein intensives Ausdauer- oder Herzkreislauftraining, wie Aerobic-Training ersetzen kann. Dies untermauert die Empfehlung der WHO, eine Kombination aus Ausdauer- und Krafttraining zu absolvieren, um sich am Gesundheits-Krankheits-Kontinuum Richtung Gesundheit zu bewegen. Des Weiteren ist zu beachten, dass die meisten Studien, deren

Hauptaugenmerk auf der Gewichtsreduktion liegt, übergewichtige Personen als ProbandInnen herangezogen haben. Da in unserer Studie jedoch eine große Zahl der ProbandInnen normalgewichtig war, war das primäre Ziel nicht, das Körpergewicht zu reduzieren.

Die gesundheitsbezogenen Blutparameter zeigten, abgesehen von den Cholesterinwerten, keine signifikante Veränderung. Ein Grund für eine signifikante Veränderung ist die fehlende Überwachung der Ernährung der ProbandInnen. Es ist zu berücksichtigen, dass bei Langzeitstudien die Ernährungs- und Bewegungsgewohnheiten durch die Jahreszeiten, sowie die Ferienzeiten beeinflusst werden. Daher ist eine Protokollierung der Ernährung im Rahmen von Langzeitstudien empfehlenswert.

Das Ergebnis der Studie von Rezende Barbosa, et.al. (2015), die eine signifikante Verbesserung der Herzfrequenzvariabilität durch ein 12-wöchiges funktionelles Krafttraining beschreibt, konnte durch unsere Studie nicht belegt werden.

Folgende Punkte haben sich für zukünftige Forschungsprojekte herauskristallisiert:

- Gesundheit ist ein ganzheitliches Thema. Die alleinige Betrachtung der körperlichen Aktivität ist nicht ausreichend. Ein zusätzlicher Ernährungsplan oder eine Ernährungsempfehlung ist wünschenswert.
- Die Erweiterung solcher Studien um einen qualitativen empirischen Forschungsteil erscheint zielführend. Beispielsweise durch Begleitprotokolle über die Gespräche (siehe Zitate).

Am Ende dieser Arbeit soll noch einmal auf die Forschungsfrage zurückgeführt werden.

Welche Auswirkung hat ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining auf die Gesundheit des Menschen?

Die Forschungsergebnisse zeigen auf, dass ein regelmäßiges funktionelles Krafttraining zu einer Verbesserung der Position auf dem Gesundheits-Krankheits-Kontinuum führt. Durch eine Steigerung der Kraft und eine Verbesserung der Beweglichkeit, kann von einer Näherung dem Pol der Gesundheit am Gesundheits-Krankheits-Kontinuum und einer Steigerung der Lebensqualität ausgegangen werden. Die kardiale Leistungsfähigkeit konnte im Bereich der 4mmol-Schwelle und der maximalen Wattleistung ebenfalls gesteigert werden. Einzig die Herzfrequenzvariabilität und die gesundheitsbezogenen Parameter im Blut konnten durch das funktionelle Krafttraining ohne Berücksichtigung der Nahrungszufuhr der ProbandInnen nicht verbessert werden. Die anthropometrischen

Daten konnten nur im geringen Maße beeinflusst werden. Körpergewicht und Körperfett blieben unverändert. Der BCM-Wert, sowie der Phasenwinkel konnte nur von den Frauen signifikant gesteigert werden.

Literatur

- Appell, H.J. Stang-Voss, C. (1996). *Funktionelle Anatomie: Grundlagen sportlicher Leistung und Bewegung*. München: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag.
- Boyle, M. (2010). *Functional Training*. München: Riva.
- Boyle, M. (2004). *Functional Training for Sports*. Illinois: NIRSA Education & Publication Center.
- Cabri, J. Elvey, B. Gosselink, R. Haas, H.J. Heesen, G. Horst, R. Van Kampen, M. Oettmeier, R. Reybrouck, T. Schöttker-Königer, T. Sinz, H. Slater, H. Steverding, M. Thacker, M. A. Watson, T. Wilke, M. & Van den Bergen, F. (Hrsg.). (2007). *Angewandte Physiologie – Band 3. 2. Auflage*. Stuttgart: Georg Thiemen Verlag.
- Data Input GmbH. (2005). *Das B.I.A. Kompendium. 3. Ausgabe*. Darmstadt.
- David, A. Martinovic, R. (2005). *Mein Gesundheits-Tagebuch: täglich messen, kontrollieren, dokumentieren*. Baden-Baden: Humboldt Verlags.
- Farhangi, M.; Jahangir, L.; Asquahari-Jafarabadi, M. & Najafi, M. (2015). Association between dietary patterns and metabolic syndrome in a sample of teheranian adults. *Obesity Research & clinical practice*: pii: S1871-403X(15)00076-9 (in print)
- Friedrich, W. (2005). *Optimales Sportwissen. Grundlagen der Sporttheorie und Sportpraxis für die Schule*. Balingen: Spitta Verlag.
- Gambetta, V. (2002). *The Gambetta Method: Common Sense Training for Athletic Performance*. Florida: Gambetta Sports Training Systems.
- Glassman, G. (2013). *The CrossFit Trainer Guide*. Kalifornien: CrossFit Inc.
- Hagner-Derengowska, M.; Kaluzny, K.; Kochanski, B.; Hagner, W.; Borkowska, A., Czamara, A. & Budzynski, J. (2015) Effects of Nordic Walking and Pilates exercise programs on blood glucose and lipid profile in overweight and obese postmenopausal women in an experimental, nonrandomized, open-label, prospective controlled trial. *Menopause*: Print ahead.
- Hanefeld, M., Schaper, F. & Ceriello, A. (2007). Geschichte und Definition(en) des metabolischen Syndroms. *Der Internist*, 48 (2), 117-125.

- Hausschild, P.; Langauf, K. & Ring, F. (2012). Herzratenvariabilität als Messverfahren der Chronowissenschaft. Mödling: Heratbalance Innovations GmbH. Link: <http://www.pulse.or.at/downloads/hrv-im-sportcoaching.pdf>
- Heymsfield, S. Lohman, T.G. Wang, Z. Going, S.B. (2005). *Human Body Composition. Second Edition*. USA: Human Kinetics.
- Hollmann, W. Strüder, H.K. (2009). *Sportmedizin. Grundlagen für körperliche Aktivität, Training und Präventivmedizin. 5. Auflage*. Stuttgart: Schattauer Verlag.
- Hottenrott, K. (Hrsg.). (2002). *Herzfrequenzvariabilität im Sport – Prävention – Rehabilitation – Training - Symposium am 8. Dezember 2001*. (Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft, Band 129) Hamburg: Czwalina Verlag.
- Hottenrott, K. Neumann, G. (2014). *Trainingswissenschaft: Ein Lehrbuch in 14 Lektionen. Band 7*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.
- Kim, H.; Kim, J. & Kim, C. (2013). The effects of pilates exercise on lipid metabolism and inflammatory cytokines mRNA expression in female undergraduates. *Journal of exercise nutrition and biochemistry*. 18(3), 267-75.
- Klinke, R. (Hrsg.) (2010). *Physiologie*. Stuttgart: Thieme Verlag.
- Knechtle, B. (2002). *Aktuelle Sportphysiologie: Leistung und Ernährung im Sport*. Basel: Karger Verlag.
- Lancet, (2012). *Global Burden of Disease Study 2010*. 380: 2224-2260.
- Lee, J. (2006). Effects of walking exercise intensities on fatigue, serum lipids and immune function among middle-aged women. *Taehan Kanho Hakhoe Chi*, 36(1): 94-102.
- Lee SH, Seo BD, Chung SM. (2013) The effect of walking exercise on physical fitness and serum lipids in obese middle-aged women: pilot study. *J Phys Ther Sci*, 25: 1533–1536.
- Lemmer, J.T. Ivey, F.M. Ryan, A.S. Martel, G.F. Hurlut, D.E. Metter, J.E. Fozard, J.L. Fleg, J.L. & Hurley, B.F. (2001) Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. *Medicine & Science in Sport & Exercise*. 33(4): 532–541.
- Levy, W.C. Cerqueira, M.D. Harp, G.D. Johannessen, K.A. Abrass, I.B. Schwartz, R.S. & Stratton, J.R. (1998). Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. *Am J Cardiol*. 15; 82(10):1236-1241.

- Lobo, A.; Carvalho, J. & Santos, P. (2010) Effects of training and detraining on Physical Fitness, Physical Activity Patterns, Cardiovascular Variables, and HRQoL after 3 Health-Promotion Intervention in Institutionalized Elders. *International Journal of Family Medicin.*
- Löllgen, H. (1999). Herzfrequenzvariabilität. *Deutsches Ärzteblatt.* 96: A-2029–2032 [Heft 31-32] Online: <http://www.aerzteblatt.de/pdf/96/31/a2029-2.pdf> Stand: 22.5.2015
- Medeiros, D.M. & Wildman, R.E.C. (2015). *Advanced Human Nutrition. Third Edition.* USA: Jones & Barlett Learning.
- Moser, M., Lehofer, M., Sedminek, A., Lux, M., Zapotoczky, H.G., Kenner, T., Noordergraaf, A. (1994). Heart rate variability as a prognostic tool in cardiology. *Circulation*, 90, 1078-1082.
- Moser, M.; Lehofer, M.; Hildebrandt, G.; Voica, M.; Egner, S. & Kenner, T. (1995). Phase- and frequency coordination of cardiac and respiratory function. *Biological Rhythm Research*, 26, 1, 100-111.
- Murray, C. & Lopez, A. (1996). *Global Burden of Disease. A comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020.* Boston: Havard University Press.
- Müller, M.J. (2013). *Ernährungsmedizinische Praxis: Methoden — Prävention — Behandlung.* Heidelberg: Springer.
- Rezende Barbosa, M.; Netto Júnior, J., Cassemiro, B.; de Souza, N.; Bernardo, A.; da Silva, A.; Pastre, C. & Vanderlei, L. (2015). Impact of functional training on cardiac autonomic modulation, cardiopulmonary parameters and quality of life in healthy women. *Clinical physiology and functional imaging*: doi: 10.1111/cpf.12235. (in print)
- Roebuck, J.A. (1995). *Anthropometric Methods: Designing to Fit the Human Body.* Human Factors & Ergonomics Society.
- Rongen, A., Robroek, S.; van Lenthe, F. & Burdorf, A. (2013) Workplace health promotion: a meta-analysis of effectiveness. *American journal of preventive medicin.* 44(4), 406-15.
- Roush JR, Kitamura J, Waits MC. Reference Values for the Closed Kinetic Chain Upper Extremity Stability Test (CKCUEST) for Collegiate Baseball Players. *N Am J Sports Phys Ther.* 2007, 2(3): 159–163.
- Schmidt, R.F. Thews, G. & Lang, F. (Hrsg.). (2000). *Physiologie des Menschen.* 28. Auflage. Berlin: Springer.

- Schurr, S. (2011). *Funktionelles Schlingentraining. Grundlagen und Übungskatalog*. Norderstedt: Books on Demand.
- Silbernagl, S. & Despopoulos, A. (2001) *Taschenatlas der Physiologie*. Thieme-Verlag, 5. Auflage.
- Skrypnik, D.; Bogdanski, P.; Madry, E.; Karolkiwiesicz, J.; Ratajczak, M.; Krysiak, J.; Pupek-Musialik, D. & Walkowiak, J. (2015). Effects of Endurance and Endurance Strength Training on Body Composition and Physical Capacity in Women with Abdominal Obesity. *Obesity Facts*. 8(3), 175-87.
- Silverthorn, D.U. (2009). *Physiologie. 4. Aktualisierte Auflage*. München: Pearson Studium.
- Smith, M. Sommer, A. Starkoff, B. Devor, S. (2013). CrossFit-based high intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. *Health and Exercise Science*. 27, 3159-3172.
- Spektrum Akademischer Verlag. (1999). Zugriff am 12. August 2015 unter <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/anthropometrie/3975>.
- Stoecklin, M. (2013). Functional Training (FT) – Geschichte, Merkmale, Möglichkeiten und Grenzen. *GymNess*, 01, 16-18.
- Trojan, A. (Hrsg.) (1992). *Gesundheit fördern statt kontrollieren*. Frankfurt am Main: Firscher-Taschenbuch-Verlag.
- Tunkamnerdthai, O.; Auvichayapat, P.; Donsom, M. & Leelayuwat, N. (2015). Improvement of pulmonary function with arm swing exercise in patients with type 2 diabetes. *J Phys Ther Sci*. 27(3): 649-654.
- Weineck, J. (2004). *Sportbiologie. 9. Auflage*. Balingen: Spitta Verlag.
- Weiss, T. Kreitinger, J. Wilde, H. Wiora, C. Steege, M. Dalleck, L. & Janot, J. (2010). Effects of functional resistance training on muscular fitness outcomes in young adults. *J Exerc Sci Fit*. 8(2): 113–122.
- WHO Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19-22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948. online: <http://www.who.int/about/definition/en/print.html>, am 20.5.2015.

- Willis, L.; Slentz, C.; Bateman, L.; Shields, A.; Piner, L.; Bales, C.; Houmard, J. & Kraus, W. (2012). Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *Journal of applied physiology*: 15;113(12):1831-7.
- Woolf-May, K. Kearney, E.M. Owen, A. Jones, D.W. Davison, R.C. & Bird, S.R. (1999). The efficacy of accumulated short bouts versus single daily bouts of brisk walking in improving aerobic fitness and blood lipid profiles. *Health Educ Res.* 14(6): 803-815.
- Zaciorskij, V.M. Kraemer, W.J. (2008). *Krafttraining: Praxis und Wissenschaft*. Aachen: Meyer & Meyer Verlag.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Veränderungen der Körperzusammensetzung nach 10-wöchiger HIPT Intervention. Aufgeteilt in Quantilen, bezogen auf die anfängliche Körperkomposition, konnte eine signifikante Reduktion in allen Gruppen beobachtet werden. **p , 0.01; *p , 0.05 (Smith et al. 2013).....	14
Abb. 2: Veränderungen der VO ₂ max nach zehn wöchiger Trainingsintervention. **p<0,01; *p<0,05 (Smith et al., 2013)	18
Abb. 3: Auflistung und Unterteilung der gängigsten CrossFit Übungen (http://blog.thewodlife.com.au/ready-crossfit-open/ . Zugegriffen am 05.05.2015).....	33
Abb. 4: Schema der verschiedenen Differenzierungsmöglichkeiten von Ausdauer (mod. nach Hottenrott et al., 2014, S.116).....	35
Abb. 5: Laktatkonzentration in Abhängigkeit der VO ₂ max bei Untrainierten (UT), Freizeitsportlern (T), Fechtern (FE), Eisläufnern (ES), Spielsportler (SA), Ruder-Athleten (RU) und Radsportlern (RA) (Weineck, 2004, S.260 zit. n. Roth et al. 1981, S. 329).....	38
Abb. 6: Verlauf von Herzfrequenz (Hf) und Herzfrequenzvariabilität (HRV) bei stufenförmig ansteigender Belastungsintensität (Prinzipdarstellung) (Hottenrott, 2002, S.13)	45
Abb. 7: Exemplarische Auswertung der BIA vom Retest am 23.04.2015	55
Abb. 8: Individueller Trainingsplan für die wöchentliche Trainingseinheit zu Hause	66
Abb. 9: Formel zur Berechnung der prozentuellen Veränderung eines Parameters von t ₀ zu t ₁	70
Abb. 10: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichts bei häufiger Anwesenheit	70
Abb. 11: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichts bei mäßiger Anwesenheit	70
Abb. 12: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichts bei seltener Anwesenheit	71
Abb. 13: Signifikanzprüfung der Veränderung des prozentuellen Körperfettanteils bei häufiger Anwesenheit	71
Abb. 14: Signifikanzprüfung der Veränderung des prozentuellen Körperfettanteils bei mäßiger Anwesenheit	72

Abb. 15: Signifikanzprüfung der Veränderung des prozentuellen Körperfettanteils bei seltener Anwesenheit	72
Abb. 16: Signifikanzprüfung der Veränderung der Muskel- und Zellmasse bei häufiger Anwesenheit.....	73
Abb. 17: Signifikanzprüfung der Veränderung der Muskel- und Zellmasse bei mäßiger Anwesenheit.....	73
Abb. 18: Signifikanzprüfung der Veränderung der Muskel- und Zellmasse bei seltener Anwesenheit.....	74
Abb. 19: Signifikanzprüfung der Veränderung des Phasenwinkels bei häufiger Anwesenheit.....	74
Abb. 20: Signifikanzprüfung der Veränderung des Phasenwinkels bei mäßiger Anwesenheit.....	75
Abb. 21: Signifikanzprüfung der Veränderung des Phasenwinkels bei seltener Anwesenheit.....	75
Abb. 22: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei häufiger Anwesenheit.....	76
Abb. 23: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit.....	77
Abb. 24: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei seltener Anwesenheit.....	77
Abb. 25: Veränderung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur von t_0 zu t_1 ($p=0,05$; transparente Balken = nicht signifikant)	78
Abb. 26: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei häufiger Anwesenheit	78
Abb. 27: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit.....	79
Abb. 28: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei seltener Anwesenheit	79
Abb. 29: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei häufiger Anwesenheit	80
Abb. 30: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit	80

Abb. 31: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei seltener Anwesenheit	81
Abb. 32: Veränderung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur von t_0 zu t_1 ($p=0,05$)	82
Abb. 33: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei häufiger Anwesenheit.....	82
Abb. 34: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit.....	83
Abb. 35: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei seltener Anwesenheit	84
Abb. 36: Veränderung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur von t_0 zu t_1 ($p=0,05$; transparente Balken = nicht signifikant)	84
Abb. 37: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenmuskulatur bei häufiger Anwesenheit	85
Abb. 38: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit	85
Abb. 39: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenmuskulatur bei seltener Anwesenheit	86
Abb. 40: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei häufiger Anwesenheit	86
Abb. 41: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei mäßiger Anwesenheit.....	87
Abb. 42: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei seltener Anwesenheit	87
Abb. 43: Veränderung der Wiederholungsanzahl des Stütztests von t_0 zu t_1 ($p=0,05$; transparente Balken = nicht signifikant).....	88
Abb. 44: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei häufiger Anwesenheit	88
Abb. 45: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei mäßiger Anwesenheit.....	89
Abb. 46: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei seltener Anwesenheit	90
Abb. 47: Veränderung der Wiederholungsanzahl des Aufstehtests von t_0 zu t_1 ($p=0,05$; transparente Balken = nicht signifikant).....	90
Abb. 48: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei häufiger Anwesenheit.....	91
Abb. 49: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei mäßiger Anwesenheit.....	91
Abb. 50: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei seltener Anwesenheit	92

Abb. 51: Veränderung der Reichweite des Sit and Reach Tests von t0 zu t1 ($p=0,05$)	93
Abb. 52: Signifikanzprüfung der Leistung an der aeroben Schwelle bei häufiger Anwesenheit.....	93
Abb. 53: Signifikanzprüfung der Leistung an der aeroben Schwelle bei mäßiger Anwesenheit.....	94
Abb. 54: Signifikanzprüfung der Leistung an der aeroben Schwelle bei seltener Anwesenheit.....	94
Abb. 55: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei häufiger Anwesenheit.....	95
Abb. 56: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei mäßiger Anwesenheit.....	95
Abb. 57: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei seltener Anwesenheit.....	96
Abb. 58: Signifikanzprüfung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei häufiger Anwesenheit.....	96
Abb. 59: Signifikanzprüfung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei mäßiger Anwesenheit.....	97
Abb. 60: Signifikanzprüfung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei seltener Anwesenheit.....	97
Abb. 61: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei häufiger Anwesenheit.....	98
Abb. 62: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei mäßiger Anwesenheit.....	98
Abb. 63: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei seltener Anwesenheit.....	99
Abb. 64: Signifikanzprüfung der maximalen Leistung bei häufiger Anwesenheit.....	99
Abb. 65: Signifikanzprüfung der maximalen Leistung bei mäßiger Anwesenheit	100
Abb. 66: Signifikanzprüfung der maximalen Leistung bei seltener Anwesenheit.....	100
Abb. 67: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei häufiger Anwesenheit	101

Abb. 68: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei mäßiger Anwesenheit	101
Abb. 69: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei seltener Anwesenheit	102
Abb. 70: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei häufiger Anwesenheit	102
Abb. 71: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei mäßiger Anwesenheit	103
Abb. 72: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei seltener Anwesenheit	103
Abb. 73: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei häufiger Anwesenheit	104
Abb. 74: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei seltener Anwesenheit	104
Abb. 75: Signifikanzprüfung der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes bei mäßiger Anwesenheit	105
Abb. 76: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes ohne Gruppeneinteilung	106
Abb. 77: Signifikanzprüfung der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes ohne Gruppeneinteilung	106
Abb. 78: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes ohne Gruppeneinteilung	107
Abb. 79: Signifikanzprüfung der Veränderung der Triglyzeride bei häufiger Anwesenheit	108
Abb. 80: Signifikanzprüfung der Veränderung der Triglyzeride bei mäßiger Anwesenheit	108
Abb. 81: Signifikanzprüfung der Veränderung der Triglyzeride bei seltener Anwesenheit	109
Abb. 82: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h Gesamtvariabilität bei häufiger Anwesenheit	109
Abb. 83: Signifikanzprüfung der Veränderung der Gesamtvariabilität im Schlaf bei häufiger Anwesenheit	109

Abb. 84: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h Gesamtvariabilität bei mäßiger Anwesenheit.....	110
Abb. 85: Signifikanzprüfung der Veränderung der Gesamtvariabilität im Schlaf bei mäßiger Anwesenheit.....	110
Abb. 86: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h Gesamtvariabilität bei seltener Anwesenheit.....	110
Abb. 87: Signifikanzprüfung der Veränderung der Gesamtvariabilität im Schlaf bei seltener Anwesenheit.....	111
Abb. 88: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate über 24 Stunden bei häufiger Anwesenheit.....	111
Abb. 89: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei häufiger Anwesenheit.....	111
Abb. 90: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate über 24 Stunden bei mäßiger Anwesenheit.....	112
Abb. 91: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei mäßiger Anwesenheit.....	112
Abb. 92: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate über 24 Stunden bei seltener Anwesenheit.....	112
Abb. 93: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei seltener Anwesenheit.....	113
Abb. 94: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten bei häufiger Anwesenheit.....	113
Abb. 95: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten bei mäßiger Anwesenheit.....	114
Abb. 96: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten bei seltener Anwesenheit.....	114
Abb. 97: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichts bei ProbandInnen unter 50 Jahren	115
Abb. 98: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichts bei ProbandInnen über 50 Jahren	115
Abb. 99: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körperfettanteils bei ProbandInnen unter 50 Jahren	116

Abb. 100: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körperfettanteils bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	116
Abb. 101: Signifikanzprüfung der Veränderung des BCM bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	117
Abb. 102: Signifikanzprüfung der Veränderung des BCM bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	117
Abb. 103: Signifikanzprüfung der Veränderung des Phasenwinkels bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	118
Abb. 104: Signifikanzprüfung der Veränderung des Phasenwinkels bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	118
Abb. 105: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	119
Abb. 106: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	120
Abb. 107: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	120
Abb. 108: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	121
Abb. 109: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	121
Abb. 110: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	122
Abb. 111: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	123
Abb. 112: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	123
Abb. 113: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenbeugemuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	124
Abb. 114: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenbeugemuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	124
Abb. 115: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren	125
Abb. 116: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren	126

Abb. 117: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	126
Abb. 118: Deskriptive Statistik des Aufsteh-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren....	127
Abb. 119: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren	128
Abb. 120: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren	129
Abb. 121: Signifikanzprüfung der Veränderung der Leistung an der aeroben Schwelle bei ProbandInnen unter 50 Jahren	130
Abb. 122: Signifikanzprüfung der Veränderung der Leistung an der aeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren	130
Abb. 123: Signifikanzprüfung der Veränderung der HF an der aeroben Schwelle bei ProbandInnen unter 50 Jahren	131
Abb. 124: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren	131
Abb. 125: Signifikanzprüfung der Veränderung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei ProbandInnen unter 50 Jahren	132
Abb. 126: Signifikanzprüfung der Veränderung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren	133
Abb. 127: Signifikanzprüfung der Veränderung der HF an der anaeroben Schwelle bei ProbandInnen unter 50 Jahren	133
Abb. 128: Signifikanzprüfung der Veränderung der HF an der anaeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren	134
Abb. 129: Signifikanzprüfung der Veränderung der maximalen Leistung bei ProbandInnen unter 50 Jahren	135
Abb. 130: Signifikanzprüfung der Veränderung der maximalen Leistung bei ProbandInnen über 50 Jahren	136
Abb. 131: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei ProbandInnen unter 50 Jahren	137
Abb. 132: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei ProbandInnen über 50 Jahren	137
Abb. 133: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei ProbandInnen unter 50 Jahren	138

Abb. 134: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	138
Abb. 135: Signifikanzprüfung der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	139
Abb. 136: Signifikanzprüfung der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	139
Abb. 137: Signifikanzprüfung der Veränderung der Triglyceride bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	140
Abb. 138: Signifikanzprüfung der Veränderung der Triglyceride bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	140
Abb. 139: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-SDNN bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	141
Abb. 140: Signifikanzprüfung der Veränderung der SDNN im Schlaf bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	141
Abb. 141: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-SDNN bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	142
Abb. 142: Signifikanzprüfung der Veränderung der SDNN im Schlaf bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	142
Abb. 143: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-Herzrate bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	142
Abb. 144: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	143
Abb. 145: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-Herzrate bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	143
Abb. 146: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	143
Abb. 147: Signifikanzprüfung der Veränderung des 24h-vegetativen Quotienten bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	144
Abb. 148: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten im Schlaf bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	144
Abb. 149: Signifikanzprüfung der Veränderung des 24h-vegetativen Quotienten bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	144

Abb. 150: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten im Schlaf bei ProbandInnen über 50 Jahren	145
Abb. 151: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichtes bei weiblichen Probandinnen	146
Abb. 152: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körpergewichtes bei männlichen Probanden.....	146
Abb. 153: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körperfettanteils bei weiblichen Probandinnen	147
Abb. 154: Signifikanzprüfung der Veränderung des Körperfettanteils bei männlichen Probanden.....	147
Abb. 155: Signifikanzprüfung der BCM bei weiblichen Probandinnen.....	148
Abb. 156: Signifikanzprüfung der BCM bei männlichen Probanden.....	148
Abb. 157: Signifikanzprüfung des Phasenwinkels bei weiblichen Probandinnen	149
Abb. 158: Signifikanzprüfung des Phasenwinkels bei männlichen Probanden.....	150
Abb. 159: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei weiblichen Probandinnen	150
Abb. 160: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei männlichen Probanden.....	151
Abb. 161: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei weiblichen Probandinnen.....	152
Abb. 162: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei männlichen Probanden.....	153
Abb. 163: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei weiblichen Probandinnen.....	153
Abb. 164: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei männlichen Probanden	154
Abb. 165: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei weiblichen Probandinnen.....	155
Abb. 166: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei männlichen Probanden	155

Abb. 167: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenbeugemuskelatur bei weiblichen Probandinnen	156
Abb. 168: Signifikanzprüfung der isometrischen Kraft der Ellbogenbeugemuskelatur bei männlichen Probanden	156
Abb. 169: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei weiblichen Probandinnen.....	157
Abb. 170: Signifikanzprüfung des Stütz-Tests bei männlichen Probanden.....	158
Abb. 171: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei weiblichen Probandinnen.....	159
Abb. 172: Signifikanzprüfung des Aufsteh-Tests bei männlichen Probanden.....	160
Abb. 173: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei weiblichen Probandinnen....	160
Abb. 174: Signifikanzprüfung des Sit and Reach-Tests bei männlichen Probanden.....	161
Abb. 175: Signifikanzprüfung der Leistung an der aeroben Schwelle bei weiblichen Probandinnen	162
Abb. 176: Signifikanzprüfung der Leistung an der aeroben Schwelle bei männlichen Probanden	162
Abb. 177: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei weiblichen Probandinnen	163
Abb. 178: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei männlichen Probanden	164
Abb. 179: Signifikanzprüfung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei weiblichen Probandinnen	164
Abb. 180: Signifikanzprüfung der Leistung an der anaeroben Schwelle bei männlichen Probanden	164
Abb. 181: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei weiblichen Probandinnen	165
Abb. 182: Signifikanzprüfung der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei männlichen Probanden	165
Abb. 183: Signifikanzprüfung der maximalen Leistung bei den weiblichen Probandinnen	166
Abb. 184: Signifikanzprüfung der maximalen Leistung bei den männlichen Probanden .	167
Abb. 185: Signifikanzprüfung der Veränderung des Blutzuckers bei den weiblichen Probandinnen	167

Abb. 186: Signifikanzprüfung des Blutzuckers bei männlichen Probanden.....	168
Abb. 187: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei den weiblichen Probandinnen.....	168
Abb. 188: Signifikanzprüfung der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei den männlichen Probanden.....	169
Abb. 189: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei den weiblichen Probandinnen.....	169
Abb. 190: Signifikanzprüfung der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei den männlichen Probanden.....	170
Abb. 191: Signifikanzprüfung des HDL-Cholesterins bei weiblichen Probandinnen	170
Abb. 192: Signifikanzprüfung der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes bei den männlichen Probanden.....	171
Abb. 193: Signifikanzprüfung der Veränderung des Triglyzeridwertes bei den weiblichen Probandinnen	171
Abb. 194: Signifikanzprüfung der Veränderung des Triglyzeridwertes bei den männlichen Probanden.....	172
Abb. 195: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-SDNN bei den weiblichen Probandinnen	172
Abb. 196: Signifikanzprüfung der Veränderung der SDNN im Schlaf bei den weiblichen Probandinnen	172
Abb. 197: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-SDNN bei den männlichen Probanden.....	173
Abb. 198: Signifikanzprüfung der Veränderung der SDNN im Schlaf bei den männlichen Probanden.....	173
Abb. 199: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-Herzrate bei den weiblichen Probandinnen	173
Abb. 200: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei den weiblichen Probandinnen	174
Abb. 201: Signifikanzprüfung der Veränderung der 24h-Herzrate bei den männlichen Probanden.....	174
Abb. 202: Signifikanzprüfung der Veränderung der Herzrate im Schlaf bei den männlichen Probanden.....	174

Abb. 203: Signifikanzprüfung der Veränderung des 24h-vegetativen Quotienten bei den weiblichen Probandinnen	175
Abb. 204: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten im Schlaf bei den weiblichen Probandinnen	175
Abb. 205: Signifikanzprüfung der Veränderung des 24h-vegetativen Quotienten bei den männlichen Probanden	175
Abb. 206: Signifikanzprüfung der Veränderung des vegetativen Quotienten im Schlaf bei den männlichen Probanden	176
Abb. 207: Korrelation Körpergewicht und isometrische Beinstreckung ($r=0,611$)	178
Abb. 208: Korrelation Körpergewicht und isometrische Beinbeugung ($r=0,649$).....	178
Abb. 209: Korrelation Körpergewicht und isometrische Kraft der Brustmuskulatur ($r=0,634$)	179
Abb. 210: Korrelation Körpergewicht und isometrische Kraft des oberen Rückens ($r=0,617$).....	179
Abb. 211: Korrelation BCM und isometrische Beinstreckung ($r=0,808$)	181
Abb. 212: Korrelation BCM und isometrische Beinbeugung ($r=0,834$).....	182
Abb. 213: Korrelation BCM und isometrische Armbeugung($r=0,758$)	182
Abb. 214: Korrelation BCM und isometrische Kraft der Brustmuskulatur ($r=0,840$)	183
Abb. 215: Korrelation BCM und isometrische Kraft des oberen Rückens ($r=0,858$).....	183
Abb. 216: Korrelation BCM und Phasenwinkel ($r=0,746$)	184
Abb. 217: Korrelation BCM und Leistung an der anaeroben Schwelle ($r=0,625$).....	184
Abb. 218: Korrelation BCM und maximaler Leistung ($r=0,781$).....	185
Abb. 219: Korrelation maximale Leistung und isometrische Beinstreckung ($r=0,706$)	186
Abb. 220: Korrelation maximale Leistung und isometrische Beinbeugung ($r=0,668$)	187
Abb. 221: Korrelation maximale Leistung und isometrische Armbeugung ($r=0,691$).....	187
Abb. 222: Korrelation maximale Leistung und isometrische Kraft der Brustmuskulatur ($r=0,693$).....	188
Abb. 223: Korrelation maximale Leistung und isometrische Kraft des oberen Rückens ($r=0,749$).....	188

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Risikokategorien bezogen auf den LDL- und HDL-Cholesterinspiegel (Österreichischer Lipidkonsensus, 2010).....	42
Tab. 2: Deskriptive Statistik der Veränderung der Muskel- und Zellmasse bei seltener Anwesenheit.....	74
Tab. 3: Deskriptive Statistik der Veränderung des Phasenwinkels bei seltener Anwesenheit.....	75
Tab. 4: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei häufiger Anwesenheit.....	76
Tab. 5: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit.....	77
Tab. 6: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei häufiger Anwesenheit	80
Tab. 7: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei mäßiger Anwesenheit	81
Tab. 8: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei seltener Anwesenheit.....	81
Tab. 9: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der hinteren Oberschenkelmuskulatur bei häufiger Anwesenheit	83
Tab. 10: Deskriptive Statistik des Stütztests bei häufiger Anwesenheit	86
Tab. 11: Deskriptive Statistik des Stütztests bei mäßiger Anwesenheit	87
Tab. 12: Deskriptive Statistik des Aufstehtests bei häufiger Anwesenheit	89
Tab. 13: Deskriptive Statistik des Aufstehtests bei mäßiger Anwesenheit	89
Tab. 14: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei häufiger Anwesenheit.....	91
Tab. 15: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei mäßiger Anwesenheit.....	92
Tab. 16: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei seltener Anwesenheit	92
Tab. 17: Deskriptive Statistik der Leistung an der aeroben Schwelle bei seltener Anwesenheit.....	94
Tab. 18: Deskriptive Statistik der Leistung an der anaeroben Schwelle bei häufiger Anwesenheit.....	96

Tab. 19: Deskriptive Statistik der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei mäßiger Anwesenheit	98
Tab. 20: Deskriptive Statistik der maximalen Leistung bei mäßiger Anwesenheit	100
Tab. 21: Deskriptive Statistik der Veränderung des Blutzuckers bei mäßiger Anwesenheit	101
Tab. 22: Deskriptive Statistik der Veränderung des Cholesteringesamtwertes bei seltener Anwesenheit	103
Tab. 23: Deskriptive Statistik der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei häufiger Anwesenheit	104
Tab. 24: Deskriptive Statistik der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei seltener Anwesenheit	105
Tab. 25: Deskriptive Statistik der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes bei mäßiger Anwesenheit	105
Tab. 26: Deskriptive Statistik der Veränderung des HDL-Cholesterinwertes ohne Gruppeneinteilung	107
Tab. 27: Deskriptive Statistik der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes ohne Gruppeneinteilung	107
Tab. 28: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	119
Tab. 29: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	121
Tab. 30: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	122
Tab. 31: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	122
Tab. 32: Deskriptive Statistik des Stütz-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	125
Tab. 33: Deskriptive Statistik des Stütz-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	126
Tab. 34: Deskriptive Statistik des Aufsteh-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren.....	127
Tab. 35: Deskriptive Statistik des Aufsteh-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren.....	128
Tab. 36: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei ProbandInnen unter 50 Jahren	128

Tab. 37: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei ProbandInnen über 50 Jahren	129
Tab. 38: Deskriptive Statistik der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren	132
Tab. 39: Deskriptive Statistik der Veränderung der HF an der anaeroben Schwelle bei ProbandInnen über 50 Jahren	134
Tab. 40: Deskriptive Statistik der Veränderung der maximalen Leistung bei ProbandInnen über 50 Jahren	136
Tab. 41: Deskriptive Statistik der Veränderung des LDL-Cholesterinwertes bei ProbandInnen über 50 Jahren	138
Tab. 42: Deskriptive Statistik der BCM bei weiblichen Probandinnen	148
Tab. 43: Deskriptive Statistik des Phasenwinkels bei weiblichen Probandinnen.....	149
Tab. 44: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei weiblichen Probandinnen	151
Tab. 45: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Brustmuskulatur bei männlichen Probanden.....	151
Tab. 46: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der oberen Rückenmuskulatur bei weiblichen Probandinnen.....	152
Tab. 47: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei weiblichen Probandinnen.....	153
Tab. 48: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der vorderen Oberschenkelmuskulatur bei männlichen Probanden	154
Tab. 49: Deskriptive Statistik der isometrischen Kraft der Ellbogenbeugemuskulatur bei weiblichen Probandinnen.....	156
Tab. 50: Deskriptive Statistik des Stütz-Tests bei weiblichen Probandinnen.....	157
Tab. 51: Deskriptive Statistik des Stütz-Tests bei männlichen Probanden.....	158
Tab. 52: Deskriptive Statistik des Aufsteh-Tests bei weiblichen Probandinnen.....	159
Tab. 53: Deskriptive Statistik des Aufsteh-Tests bei männlichen Probanden.....	160
Tab. 54: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei weiblichen Probandinnen ...	161
Tab. 55: Deskriptive Statistik des Sit and Reach-Tests bei männlichen Probanden.....	161

Tab. 56: Deskriptive Statistik der Herzfrequenz an der aeroben Schwelle bei weiblichen Probandinnen	163
Tab. 57: Deskriptive Statistik der Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle bei männlichen Probanden	166
Tab. 58: Deskriptive Statistik der maximalen Leistung bei den weiblichen Probandinnen	166
Tab. 59: Deskriptive Statistik des Blutzuckers bei männlichen Probanden.....	168
Tab. 60: Deskriptive Statistik des HDL-Cholesterins bei weiblichen Probandinnen	170
Tab. 61: Korrelationen zwischen Körpergewicht und isometrischen Kraftmessungen	177
Tab. 62: Korrelationen zwischen Körpergewicht und Beweglichkeitstest, Aufstehtest und Herzrate im Schlaf	177
Tab. 63: Korrelationen zwischen Körperfettanteil und isometrischen Kraftmessungen...	180
Tab. 64: Korrelationen zwischen Körperfettanteil und Beweglichkeitstest, Aufstehtest, aerober und anaerober Schwellenleistung, max. Leistung, sowie Phasenwinkel.....	180
Tab. 65: Korrelationen zwischen BCM und isometrischen Kraftmessungen.....	181
Tab. 66: Korrelationen zwischen BCM und Phasenwinkel, aerober und anaerober Schwellenleistung, sowie der max. Leistung	181
Tab. 67: Korrelationen zwischen der Leistung an der anaeroben Schwelle und isometrischen Kraftmessungen	185
Tab. 68: Korrelationen zwischen der maximalen Leistung und isometrischen Kraftmessungen.....	186

Anhang

1. Curriculum Vitae Verena Kreppel
2. Curriculum Vitae Vanessa Maria Wagner

Curriculum Vitae

Mag. Verena Kreppel (geb. Jäggle)



Persönliche Daten

Geburtsdatum: 12.5.1983

Geburtsort: Wien

Familienstand: verheiratet

Kinder: 1 Tochter Mirjam geb. 8.3.2013

Staatsangehörigkeit: Österreich

Ausbildung

1997-2002 Oberstufenrealgymnasium mit Leistungssport,
Unterbergergasse, 1200 Wien

2002-2007 Studium der Bildungswissenschaft an der Universität Wien

SS 2006 Auslandssemester an der Humboldtuniversität Berlin im Zuge des
ERASMUS-Programms

2004-2010 Bakkelaureatsstudium Sportwissenschaft und Management an der
Universität Wien

Seit 2011 Magisterstudium der Sportwissenschaft

Berufliche Aktivitäten

Seit 2011 Externe Lehrbeauftragte an der Universität Wien
Der Schwimmlehrveranstaltungen

Seit 2011 Zumba Trainerin

Seit 2009 Ausbildnerin zur/m Aquafitness-Trainer/in

Seit 2008 Freiberufliche Personal Trainerin
Im eigenen Unternehmen ptsport

Seit 2006 Leitung von Kinderschwimmkursen

Seit 2004 Vortragende im Bereich Gesundheit

Fort- und Weiterbildungen

Okt. 2004	BSO-Sportmanager Basis Lizenz
Nov. 2008	Staatliche Schwimmtrainerausbildung
Sept. 2010	Staatlich geprüfte Fechtinstructorin
Okt. 2010	Zumba Instructor-Ausbildung Basic Steps Level 1
Nov. 2011	Zumba Gold Instructor Ausbildung
Sept. 2011	Zumbatomic Instructor Ausbildung
Juni 2012	Flexibar Fortbildung

Sportliche Erfolge

1989-2001	Schwimmen beim SC-Donau Wien 19-fache Wiener Meisterin 2-fache Staatsmeisterin
2003	Flossenschwimmen bei den Vienna Dolphins Staatsmeisterin in der Staffel 4x100m FS
2001-2009	Moderner Fünfkampf (Schießen, Fechten, Schwimmen, Springreiten, Laufen) 7-fache Staatsmeisterin 15. Platz Junioren WM 2002 in Sydney Teilnahme an der EM 2002, 2003, 2005, 2006 Teilnahme an der WM 2002, 2003, 2005, 2007, 2009

Curriculum Vitae

Vanessa Maria Wagner, Bakk. rer. nat



Geburtsdatum: 18.08.1990

Geburtsort: Oberwart im Burgenland

Familienstand: ledig

Staatsangehörigkeit: Österreich

Berufserfahrung

- 2014 - 2015 **Wissenschaftliche Mitarbeiterin** im Rahmen der BVA Studie
„Bewegung verändert Alltag“ Österreichisches Institut für
Sportmedizin
- 2014 – 2015 **Trainerin** im Rahmen der BVA Studie „Bewegung verändert Alltag“,
Bundesministerium für Finanzen
- Seit 2014 **CrossFit Coach**, CrossZone Wien
- 2013 – 2014 **CrossFit Coach** im Fit 4 Life Hartberg
- 2012 – 2013 **Eventorganisation, Marketing und Redaktion**, QParks / young
mountain marketing gmbh
- 2010 – 2011 **Büroangestellte** bei Dr. Ursula Xell-Skreiner (Rechtsanwältin) Wien

Ausbildungen

- Seit 2013 Magisterstudium Sportwissenschaften, Uni Wien (voraussichtlicher
Abschluss Okt. 2015)
- 2009 – 2013 Bakk.rer.nat Sportwissenschaften, Uni Wien
- 2004 – 2008 Evang. Oberstufenrealgymnasium, Oberschützen
- 2000 – 2004 Evangelisches Realgymnasium, Oberschützen
- 1996 – 2000 Volksschule Oberdorf im Burgenland

Weiterbildung und weitere Qualifikationen

- Führerschein B
- Snowboardbegleitlehrer
- CrossFit L1 Trainer
- Kettlebell Sportcoach
- Englisch, sehr gute Kenntnisse
- Französisch, mäßige Kenntnisse

Sportlicher Werdegang

Seit 2013	Aktive CrossFit Athletin (nationale und internationale Erfolge)
Seit 2009	Aktive Motocross FahrerIn (nationale und internationale Erfolge)
2003 – 2009	Hobby- und Freizeitsport (Snowboarden, Surfen, Mountainbiken)
2000 – 2003	Leichtathletin im SC Europrint Bad Tatzmannsdorf Pannonia (Spezialdisziplin Mittelstreckenlauf)