

Masterarbeit zur Erlangung des Grades Master of Arts im Studiengang Sportwissen-  
schaft – Schwerpunkt Prävention, Regeneration und Rehabilitation

# Effekte von Ganzkörper-EMS-Training auf die Körperkomposition bei Frauen

Masterarbeit

vorgelegt von

**Ariella Kemna**

Erstgutachter: Prof. Dr. phil. Volker Höltke

Zweitgutachter: Univ.-Prof. Mag. Dr. rer. nat. Markus Tilp

Eingereicht am: 26.02.2021

## Danksagung

Ein besonderer Dank gilt dem Prüfungsamt der DHGS Hochschule für ihre Geduld und Hilfsbereitschaft in dieser besonderen Situation, die für mich geschäftlich und gesundheitlich herausfordernd war. Der wichtigste Dank, gilt allerdings meinem Partner, der mich in dieser Zeit beruflich, als auch privat unterstützt hat und immer mit Rat und Tat zur Seite stand.

## Zusammenfassung

Elektromuskelstimulation kann der Schlüssel zu zeitsparender effizienter Trainings-Zielerreichung sein. Die Zielstellung dieser Untersuchung ist es, herauszufinden, welche Effekte GK-EMS Training auf die Körperkomposition bei Frauen im Alter von 45 bis 55 Jahren hat. Hierfür werden 33 Frauen, die mit einem EMS Training beginnen, über zwölf Wochen begleitet. Die Studie findet verblindet und randomisiert im Rahmen eines Mikrostudiokonzeptes statt. Innerhalb der zwölf Wochen werden die Probandinnen zweimal Vermessen, um ihre anthropometrischen Daten im Anschluss auf Signifikanz und mögliche Korrelationen zu untersuchen. Alle Teilnehmerinnen üben über zwölf Wochen, mindestens elf individuell betreute Trainingseinheiten mit EMS Applikation aus. Die Ergebnisse der Untersuchung werden anhand der Körperkomposition, den Daten einer Umfangsanalyse und über einen Fragebogen festgehalten. Mittels Bioimpedanz Analyse werden die Werte der Körperzusammensetzung ermittelt. Die Umfänge werden durch ein selbstzuziehendes Messband genommen. Alle Probandinnen erhalten im Anschluss an die zwölf Wochen einen Fragebogen, in dem weitere Ausschlusskriterien formuliert sind und in dem sie ihre subjektive Einschätzung angeben sollen. Durch den Fragebogen wird hier eine ergänzende Forschungsfrage, zur körperlichen Veränderung aus subjektiver Einschätzung der Probandinnen, formuliert. 29 von 33 Testpersonen, stellen hier eine positive Veränderung des körperlichen Befindens fest. Zudem ist eine fast durchgehende Signifikanz in der positiven Veränderung der Körperwerte zu vermerken. Gesundheitsbezogene Daten, wie der Körperfettanteil ( $p=0,003$ ), das Stoffwechselalter ( $p=0,007$ ), der Wasserhaushalt ( $p=0,005$ ) und der Organfettwert ( $p=0,005$ ), weisen eine hochsignifikante Verbesserung auf. Das Gewicht und die Muskelmasse zeigen ebenfalls eine signifikante Veränderung in Richtung gewünschter Werte. Die Umfangsanalyse ermittelt eine hochsignifikante Verbesserung des Bauchumfangs ( $p=0,0001$ ). Ein Korrelationstest stellt hierzu eine moderat positive Abhängigkeit von Bauchumfang zu Körperfettanteil (Korrelationskoeffizient=0,45) fest. Im Rahmen der Studie, besteht die Wahrscheinlichkeit, dass diese Werte sich linear zueinander verhalten durch die Intervention mit EMS. Von ursprünglich 45 Teilnehmerinnen, können sich 36 anhand des Fragebogens vorstellen, langfristig EMS Training auszuüben. Nach den Ergebnissen der Studie, weist GK-EMS Training in dieser Altersgruppe hohe Erfolge in der positiven Beeinflussung gesundheitsbezogener Daten auf. In Zukunft müssen weitere Untersuchungen diese Effekte verifizieren.

## Inhaltsverzeichnis

Danksagung.....	2
Zusammenfassung .....	3
Abkürzungsverzeichnis .....	7
Tabellenverzeichnis .....	7
Abbildungsverzeichnis .....	8
1. Einleitung .....	10
1.1 Problemstellung.....	10
1.2 Forschungsfragen .....	11
2. Theoretischer Hintergrund der Elektromyostimulation .....	11
2.1 Entstehungsgeschichte der Elektromyostimulation .....	11
2.2 Vorgang im Körper .....	12
2.3 Einsetzbarkeit.....	13
2.4 Trainingsmethoden und Parameter .....	13
2.5 Definition von Ganzkörper EMS-Training.....	15
2.6 Vor- und Nachteile gegenüber konventionellem Krafttraining .....	17
2.6.1 Vorteile .....	17
2.6.2 Nachteile.....	18
2.7 Kontraindikationen beim EMS-Training.....	18
2.8 Forschungsstand.....	19
2.8.1 Studien zur Leistungsoptimierung .....	21
2.8.2 Studien zur Rehabilitation .....	23
2.8.3 Gesundheitsbezogene Studien .....	24
3. Methodik der empirischen Studie .....	24
3.1 Durchführung der Untersuchung.....	26
3.1.1 Die Probandinnen .....	26
3.1.2 Körpervermessung.....	27
3.1.3 Tanitaanalyse .....	28
3.1.4 Trainingsmethodik.....	30

3.2 Instrumente zur Datengewinnung .....	33
3.2.1 Vermessungsbogen .....	33
3.2.1.1 Datenblatt .....	34
3.2.1.2 Maßbandmessung .....	35
3.2.1.3 Check-up Bogen .....	36
3.2.2 Fragebogen .....	37
3.3 Statistische Auswertungsverfahren.....	39
3.4 Hypothesenbildung.....	39
4. Darstellung der Ergebnisse .....	40
4.1 Körperanalyse .....	40
4.1.1 Gewicht.....	41
4.1.2 Körperfettanteil.....	42
4.1.3 Wasserhaushalt .....	44
4.1.4 Muskelmasse.....	45
4.1.5 Grundumsatz .....	46
4.1.6 Stoffwechselalter.....	48
4.1.7 Organfettwert .....	49
4.2 Umfangsanalyse.....	50
4.2.1 Bauchumfang.....	51
4.2.2 Hüftumfang .....	52
4.2.3 Oberschenkelumfang .....	53
4.2.4 Korrelierende Werte .....	55
4.3 Ergebnisse der Befragung .....	63
4.3.1 Geschlossene Fragen .....	64
4.3.2 Offene Fragen.....	67
4.3.3 Likert-Skala.....	69
5. Diskussion .....	71
5.1 Interpretation der Studienergebnisse .....	71
5.2 Hypothesenverifizierung .....	75
5.3 Diskussion im Spiegel der aktuellen Literatur .....	75

5.4 Kritik an der Untersuchungsmethodik .....	76
5.5 Weiterführende Fragestellungen.....	77
6. Fazit.....	77
7. Literaturverzeichnis .....	79
Anhang .....	85
A: Check-Up Bogen.....	85
B: Körpervermessungsbogen .....	86
C: Fragebogen .....	87

## Abkürzungsverzeichnis

GK-EMS: Ganzkörper Elektromyostimulation
TENS: Transkutane elektrische Nervenstimulation
CK-Wert: Creatinkinasewert
IGF-1: Insulin-like growth factor 1 (Insulinähnlicher Wachstumsfaktor 1)
1RM: One-Repetition-Maximum (Einwiederholungsmaximum)
CHF: Congestive Heart Failure (Chronische Herzinsuffizienz)
TuT: Time under Tension (Zeit unter Spannung)
mA: Milliampere

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.: Variabilität der Parameter beim EMS .....	14
Tabelle 2: Beschreibung Ganzkörper-EMS .....	15
Tabelle 3.: Pro und Kontra beim GK-EMS.....	17
Tabelle 4: Studien zum Thema Leistungssteigerung durch Elektromuskelstimulation .....	22
Tabelle 5.: Physikalische Daten des GK-EMS dieser Untersuchung .....	30
Tabelle 6: Funktionelle Beschreibung der Übungen aus Abbildung 4.....	33
Tabelle 7: Ergebnisse der Gewichtsanalyse.....	41
Tabelle 8: t-Test Gewicht .....	41
Tabelle 9: Ergebnisse der Körperfettanalyse.....	42
Tabelle 10: t-Test Körperfettanteil .....	43
Tabelle 11: Ergebnisse des Wasserhaushalts.....	44
Tabelle 12: t-Test Wasserhaushalt.....	44
Tabelle 13: Ergebnisse der Muskelmasse .....	45
Tabelle 14: Ergebnisse des Grundumsatzes.....	46
Tabelle 15: t-Test Grundumsatz.....	46
Tabelle 16: Ergebnisse des Stoffwechselalters .....	48
Tabelle 17: t-Test Stoffwechselalter .....	48
Tabelle 18: Ergebnisse des Organfettwerts.....	49
Tabelle 19: t-Test Organfettwert.....	49
Tabelle 20: Gesamtdarstellung der Umfänge .....	50
Tabelle 21: t-Test Bauchumfang .....	51
Tabelle 22: t-Test Hüftumfang.....	52
Tabelle 23: t-Test Beinumfang links .....	53
Tabelle 24: t-Test Beinumfang rechts.....	54
Tabelle 25: Korrelationen Gewicht und Muskelmasse .....	56
Tabelle 26: Korrelationskoeffizient Gewicht und Muskelmasse .....	56

Tabelle 27: Korrelation von Gewicht und Körperfettanteil .....	57
Tabelle 28: Korrelationskoeffizient Gewicht und Körperfettanteil .....	57
Tabelle 29: Korrelation von Muskelmasse und Grundumsatz .....	58
Tabelle 30: Korrelationskoeffizient Muskelmasse und Grundumsatz .....	59
Tabelle 31: Korrelation von Körperfettanteil und Stoffwechsel .....	60
Tabelle 32: Korrelationskoeffizient Körperfettanteil und Stoffwechselalter .....	60
Tabelle 33: Korrelation von Körperfettanteil und Organfett .....	61
Tabelle 34: Korrelationskoeffizient Körperfettanteil und Organfettwert .....	61
Tabelle 35: Korrelation Körperfettanteil und Bauchumfang .....	62
Tabelle 36: Korrelationskoeffizient Körperfettanteil und Bauchumfang .....	63

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: GK-EMS-Gerät und Funktionskleidung der Firma „Miha Bodytec“ (Miha Bodytec, 2020) .....	6
Abbildung 2: Technologie der BIA ( <a href="https://tanita.de/bioelektrische-impedanzanalyse/">https://tanita.de/bioelektrische-impedanzanalyse/</a> ) .....	29
Abbildung 3: Impedanzmessung ( <a href="https://tanita.de/bioelektrische-impedanzanalyse/">https://tanita.de/bioelektrische-impedanzanalyse/</a> ) .....	29
Abbildung 4: „Bodystreet Trainingskatalog“ (CI des EMS Studiokonzepts) .....	32
Abbildung 5: Individueller Bodystreet Körpervermessungsbogen .....	34
Abbildung 6: Veranschaulichung der Messpunkte .....	35
Abbildung 7: Grafische Darstellung der Differenz des Gewichts .....	42
Abbildung 8: Grafische Darstellung der Differenz des Körperfettanteils .....	43
Abbildung 9: Grafische Darstellung der Differenz des Wasserhaushalts .....	44
Abbildung 10: Grafische Darstellung der Differenz der Muskelmasse .....	46
Abbildung 11: Grafische Darstellung der Differenz des Grundumsatzes .....	47
Abbildung 12: Grafische Darstellung der Differenz des Stoffwechselalters .....	48
Abbildung 13: Grafische Darstellung der Differenz des Organfettwerts .....	50
Abbildung 14: Grafische Darstellung der Differenz des Bauchumfangs .....	52
Abbildung 15: Grafische Darstellung der Differenz des Hüftumfangs .....	53
Abbildung 16: Grafische Darstellung der Differenz des Beinumfangs links .....	54
Abbildung 17: Grafische Darstellung der Differenz des Beinumfangs rechts .....	55
Abbildung 18: Darstellung der Verteilung von Gewicht und Muskelmasse .....	56
Abbildung 19: Darstellung der Verteilung von Gewicht und Körperfettanteil .....	58
Abbildung 20: Darstellung der Verteilung von Muskelmasse und Grundumsatz .....	59
Abbildung 21: Darstellung der Verteilung von Körperfettanteil und Stoffwechselalter .....	60
Abbildung 22: Darstellung der Verteilung von Körperfettanteil und Organfett .....	62
Abbildung 23: Darstellung der Verteilung von Körperfettanteil und Bauchumfang .....	63

Abbildung 24: Grafische Darstellung der Antworten (Verwendung der anonymisierten Daten).....	64
Abbildung 25: Grafische Darstellung des Geschlechts und des Alters .....	64
Abbildung 26: Grafische Darstellung der Trainingsregelmäßigkeit .....	65
Abbildung 27: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich des Check-up Bogens.....	65
Abbildung 28: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich der "10 Grundregeln der Ernährung" .....	66
Abbildung 29: Grafische Darstellung der Antworten der Weiterführung von EMS Training .....	66
Abbildung 30: Grafische Darstellung der Veränderung des Essverhaltens.....	67
Abbildung 31: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich des Essverhaltens.....	67
Abbildung 32 Grafische Darstellung der Antworten bezüglich der körperlichen Veränderungen .....	68
Abbildung 33: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich der Veränderungen .....	68
Abbildung 34: Grafische Darstellung der durchschnittlichen Intensität .....	69
Abbildung 35: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich des zusätzlichen Sportprogramms .....	70
Abbildung 36: Grafische Darstellung bezüglich der körperlichen Gesundheit der letzten 3 Monate.....	70
Abbildung 37: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich der Menopause .....	71

## 1. Einleitung

Seit einigen Jahren revolutioniert Elektromyostimulation (EMS) den Fitnessmarkt und wird als zusätzliche Trainingsmöglichkeit in Fitnesszentren integriert. Als effizientes Ganzkörpertraining (GK-Training) wird es zunehmend in sogenannten *Mikrostudios* angeboten, welche sich auf diese Trainingsform spezialisiert haben. Doch was kann dieses „Stromtraining“ wirklich bewirken?

Der Anbieter „Bodystreet“, ist mit seinen aktuell 312 Standorten der Weltmarktführer im EMS-Mikrostudio Bereich. Er wirbt mit dem Slogan: „Warum ständig trainieren, wenn 20 Minuten locker reichen?“ (Bodystreet GmbH, 2021). Dieser provokante Spruch wirft Fragen auf und erzeugt Neugier. Herkömmliche Fitnessstudios, in denen die Mitglieder zwei bis dreimal wöchentlich trainieren müssen, um gewisse Ziele zu erreichen, werden hiermit in Frage gestellt. Die EMS-Branche wächst seit Jahren aufgrund des Versprechens ihrer Effizienz in der Zielerreichung enorm. Vor allem Menschen mit Rückenproblematiken sowie Wünschen nach gesundem Lifestyle und Gewichtsreduktion sind laut einer internen Marktforschungsumfrage aus dem Jahr 2019, die in den Bodystreet-Studios durchgeführt wurde, die Hauptbeweggründe für eine Anmeldung zum regelmäßigen EMS-Training (Quelle ist firmeninternes Eigentum und kann auf Anfrage telefonisch bestätigt werden). Nach Meinung von Weissenfels (et al., 2017) ist Ganzkörper-Elektromyostimulation eine effektive Methode zur Bekämpfung von Rückenschmerzen. Die neurowissenschaftliche Forschung befasst sich mit der Stimulation von Nerven und Gewebe, seitdem Fischarten mit körpereigener Elektrizität entdeckt wurden (Roth & Daumer, 1976). Die Elektromyostimulation wurde in der Folge vermehrt im Bereich der Rehabilitation und Regeneration eingesetzt und entwickelte sich zu einer Behandlungsmethode der klassischen Physiotherapie (Crevenna, 2018). Die Frage nach der Wirkung der Stromanwendung im klassischen Breitensport stellt ein weitgehendes sportwissenschaftliches Forschungsdesiderat dar. In dieser Arbeit werden sowohl die Entstehungsgeschichte des Ganzkörper EMS-Trainings als auch das Potential der Methode thematisiert. Die wenigen relevanten Studien zur Wirksamkeit werden vorgestellt. Anhand einer ausgewählten Zielgruppe wird die Wirkung des EMS-Trainings auf die Körperkomposition untersucht, die Ergebnisse werden vorgestellt. Eine kritische Reflexion des Versuchsaufbaus und der Vergleich mit aktueller Literatur werden in der Diskussion thematisiert. Den Abschluss der Untersuchung bildet ein Fazit mit weiterführenden Forschungsfragen. EMS-Training bedarf weiterer Forschung für einen flächendeckenderen Einsatz im konventionellen, im Leistungssportlichen und im rehabilitativen Bereich.

### 1.1 Problemstellung

Die aktuelle Studienlage zu Veränderungen gesundheitsbezogener Daten durch regelmäßiges Training mit Hilfe von elektrischen Impulsen weist noch erhebliche Lücken auf.

Vorliegende Studien variieren stark in den physikalischen Daten bei der Elektromyostimulation, im Studiendesign und in der Handhabung der körperlichen Ausführung während des Impulses. Eine Vergleichbarkeit ist deshalb nur bedingt gegeben. Folglich kann hier keine Verallgemeinerung der Ergebnisse stattfinden, weshalb in dieser Arbeit auf die Rahmenbedingungen und die Methodik der vorliegenden Studie eingegangen wird.

Wirksamkeitsstudien sollten sich zudem auf konkrete Zielgruppen beziehen, um die Limitation der Ergebnisse einzugrenzen bzw. aufzuzeigen. Beispielsweise ist anzunehmen, dass sich die Wirkung des EMS-Trainings auf die Körperkomposition jüngerer Frauen von dem Effekt auf ältere Frauen unterscheidet. Als Körperkomposition werden hier die Daten eines menschlichen Körpers bezeichnet, aus denen er sich zusammensetzt.

## 1.2 Forschungsfragen

Kemmler untersucht im Jahr 2012 unter anderem die körperlichen Anpassungen bei Frauen ab dem 70. Lebensjahr, um die Effekte auf die Körperzusammensetzung von GK-EMS messbar zu machen (Kemmler, Engelke et al., 2012). In einer aktuellen Untersuchung von Park (Park et al., 2021) wurden die physiologischen Effekte von GK-EMS auf junge Frauen überprüft. Park (Park et al., 2021) beschreiben EMS, als effektive sportliche Ergänzung für junge Frauen. Durch eigene langjährige Tätigkeit mit dieser Trainingsmethode, entstand das Forschungsanliegen, auch für Frauen rund um die Menopause eine vereinfachte randomisierte Studie in einem Mikrofitnessstudio durchzuführen. Hierbei sollen die Effekte auf die biometrischen Daten innerhalb eines dreimonatigen Trainingsprogramms mit EMS festgehalten werden. Die Forschungsfragen lauten demnach:

*Welche Effekte hat ein dreimonatiges Elektromuskelstimulationstraining auf die Körperkomposition bei Frauen im Alter von 45 bis 55 Jahren?*

*Wie verändert sich aus Sicht der Probandinnen ihr körperliches Befinden innerhalb von zwölf Wochen EMS-Training?*

Die Werte der Körperzusammensetzung, deren mögliche Veränderung bei einer solchen körperlichen Belastung betrachtet werden, werden im methodischen Design konkret erläutert. Die Probandinnen nehmen verblindet an der Untersuchung teil und dürfen im Nachhinein über die Verwendung ihrer Daten entscheiden.

## 2. Theoretischer Hintergrund der Elektromyostimulation

### 2.1 Entstehungsgeschichte der Elektromyostimulation

Schon sehr früh wurden die positiven Effekte von elektrischen Impulsen auf das menschliche Nervensystem entdeckt. Bereits seit der Antike gibt es Nachweise für derartige Behandlungen am Menschen. Beispielsweise wurde der Zitterrochen vielseitig zu therapeutischen

Zwecken genutzt (Wenk, 2011). Während der Behandlung wurden Nerven stimuliert, bis hin zur Linderung von Kopfschmerzen.

Die Anfänge der regulären Reizstromtherapie gehen ins 18. Jahrhundert zurück. Diese wird bis heute beispielsweise in der Schmerztherapie eingesetzt (Cichocki, M., & Sönnichsen, A., 2019). Transkutane elektrische Nervenstimulation, kurz TENS, kommt hier regelmäßig zum Einsatz.

Die Rehabilitation setzt demnach nachweislich schon seit mehr als 2000 Jahren auf Elektrophysiotherapie. Hieraus entstand der Gedanke, die elektrischen Impulse auch im Rehabilitationssport und im Fitnessbereich zu nutzen. Wenk schreibt, „der Arzt Christian Gottlieb Kratzenstein setzte 1741 erstmals eine sog. Elektrisiermaschine zur Therapie ein“ (Wenk, 2011). Während die Therapie sich beständig weiterentwickelte, erfolgte der Einsatz der elektrischen Stimulation im sportlichen Bereich erst in den 1960 Jahren seine Anfänge im Leistungssport (Vogelmann, 2013).

## 2.2 Vorgang im Körper

Der Vorgang im Körper während eines EMS Trainings ist dem konventionellen Training nicht unähnlich. Über efferente Bahnen (vom Gehirn weg) wird ein Impuls an die Muskulatur geleitet. Bei geringer willkürlicher Anspannung werden nach Torquato und Eloisa zuerst die tieferliegenden Fasern angespannt und bei stärkerer Anspannung die oberflächlichen Fasern. Der menschliche Körper arbeitet hier auch mit bioelektrischen Impulsen in verschiedenen Frequenzen (Torquato & Eloisa, 1942). Der Reiz gelangt über die motorische Endplatte in den innervierenden Nerv und führt somit zu einer Muskelanspannung. Kemmler & von Stengel geben den genauen Vorgang im Körper so wieder:

Über die Auslösung eines Aktionspotentials am Nerv und deren Weiterleitung entlang zur motorischen Endplatte führt diese Stimulation zu einer Kontraktion/Tetanus des Muskels. Da die Reizung einer Muskelfaser eine viel höhere Intensität benötigt als bei der Stimulation einer Nervenfasern wird bei einer elektrischen Reizung eines intakten Muskel-Nervkomplexes immer zuerst der innervierende Nerv aktiviert – unabhängig von der Frequenz (vielmehr besteht eine Abhängigkeit von der Reizdauer) (...). Hier sei angemerkt, dass die physiologische Innervationsfrequenz der Muskulatur je nach Muskelfasertyp in einem Bereich zwischen 20 und 150 Hz (=niederfrequent) liegt. (Kemmler & Stengel, 2013)

Es kann also festgehalten werden, dass die Muskulatur nicht passiv angesteuert wird bei der Elektromuskelstimulation, sondern nur ein zusätzlicher Reiz erfolgt. Hiermit werden deutlich mehr Muskelfasern rekrutiert als bei einer normalen Muskelanspannung ohne Zusatzgewicht. Es wird davon ausgegangen, dass durch den Impuls, je nach persönlichem

Schmerzempfinden und der daraus resultierenden Stärke, bis zu 100 % des Muskels angespannt werden.

### 2.3 Einsetzbarkeit

Elektromyostimulation bietet ein breites Spektrum an Möglichkeiten. Wie oben beschrieben, kann sie in der Rehabilitation und Regeneration genutzt werden. Nervenbahnen können stimuliert, Muskelgewebe aktiviert und fasziale Strukturen mit Hilfe der Impulse durchstoffwechselt werden. Studien belegen die positiven Einflüsse von EMS auf unspezifische Rückenschmerzen und den allgemeinen Muskelaufbau (Neuwersch-Sommeregger et al., 2020).

Im Leistungssport wird Elektromyostimulation zu rehabilitativen Zwecken eingesetzt, oder zu sportartenspezifischer Leistungssteigerung. Besonders die klassischen Breitensportler<sup>1</sup> stellen hier eine potenzielle Zielgruppe dar. Sie können von der Vielseitigkeit des EMS Trainings und den anhand von Studien nachgewiesenen möglichen Effekten profitieren. Es werden hierbei weder Vorwissen noch ein bestimmter Trainingsgrad vorausgesetzt.

### 2.4 Trainingsmethoden und Parameter

Die Parameter in der elektrischen Muskelstimulation können sehr stark variieren. Nach den Experten Vatter (et al. 2016), ist für den Trainingserfolg ein zielgerichteter Einsatz der Parameter der EMS entscheidend.

Die folgende Tabelle dient der Vereinfachung und des Verständnisses darüber, welche Veränderungen innerhalb der Elektromuskelstimulation auf physikalischer und körperlicher Ebene möglich sind. Jedes EMS-Gerät kann auf unterschiedliche Weise bedient und eingestellt werden. Zudem hat jeder Hersteller der EMS Geräte, eine vorprogrammierte Grundeinstellung der physikalischen Werte. Zwischen diesen kann, je nach Herstellermarke, in einigen Fällen gewählt werden. Je nach Trainingsziel, können Parameter vom Trainer oder jeweiligem bereuenden Fachpersonal verändert werden. Einhergehend mit den physikalisch veränderbaren Parametern, verhält es sich mit der Muskelbeanspruchung. Die Einstellungen am Gerät und die Art und Weise der Trainingsgestaltung, beeinflussen die Muskularbeit selbst. Die Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sie dient lediglich als Beispiel. Die Gegenüberstellung der Parameter steht in keiner Abhängigkeit.

---

<sup>1</sup> Zur besseren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Arbeit auf die gleichzeitige Verwendung von männlicher und weiblicher Schreibweise verzichtet. Die Sprachform ist maskulin, wobei beide Geschlechter gleichermaßen angesprochen werden.

Tabelle 1.: Variabilität der Parameter beim EMS

Physik	Muskulär
Impulsdauer	Dynamisch
Impulsbreite	Statisch
Impulskurve	Zusatzgewicht
Frequenz	Übungsausführung
Stromstärke	Untergrund
Stromspannung	TuT
Dauer	Isotonisch
Widerstand $\Omega$	Konzentrisch
Bipolar	Exzentrisch

Physikalische Variabilität und Veränderungen in der Muskelarbeit selbst werden in der Tabelle aufgelistet. Es zeigt sich, dass bekannte Trainingsparameter aus der Sportwissenschaft beim EMS Training integriert werden können. Wie auch beim konventionellen Krafttraining können Übungsausführungen dynamisch oder statisch erfolgen. Mit der Ausführung selbst, ist hier die Übungsauswahl gemeint. Wie lange eine Übung tatsächlich ausgeführt wird, beschreibt die sogenannte TuT (Time under Tension). Die Impulsdauer und auch die Impulspause, können je nach Trainingsziel eindeutig definiert werden. Auch ein sogenannter Dauerimpuls ist möglich. Der Gesamtzyklus einer Einheit von Anspannung und Pause, wird als *Duty Cycle* bezeichnet und beschreibt das Verhältnis von Belastung und Erholung innerhalb einer Einheit (Vatter et al., 2016). Ein stabiler oder instabiler Untergrund führt zu einer veränderten Muskelbeanspruchung und stellt demnach einen weiteren Parameter dar. Der Begriff Isotonisch beschreibt die veränderte Länge des Muskels bei gleichbleibender Spannung. Je nach EMS Applikation kann bewusst die Konzentrik und Exzentrik gleichzeitig oder bewusst getrennt voneinander trainiert werden. Bei bipolarer Applikation wechselt der Impuls während der Anspannungszeit von rechts nach links. Somit wird je nach Geschwindigkeit des Wechsels die Frequenz bestimmt und in Hertz (Hz) angegeben. Für Kraftziele, wie beispielsweise Muskelaufbau, Kraftausdauer, Schnelligkeit und Maximalkraft, ist eine Frequenz im Bereich von 50 – 90 Hz erforderlich (Vatter et al., 2016). In welcher Kurve die Intensität steigt und wie lange eine Impulsphase dauert, kann individuell gesteuert werden beim EMS. Rechteckige Impulse mit schnellem Anstieg finden bei Elektrostimulation mit sportlichem Hintergrund eher ihre Verwendung, da durch hierdurch die besseren Kraftergebnisse erzielt werden (Vatter et al., 2016). Intensive Impulse mit 300-400 Mikrosekunden Impulsbreite sorgen für eine tiefenwirksame Ansteuerung. Niedrige (< 200  $\mu$ s) und mittlere (200 - 300  $\mu$ s) Impulsbreiten, finden nach Vatter et al. in der Entspannung ihre Anwendung (Vatter et al., 2016). Die Stromstärke überschreitet nach Vogelmann 2013,

nie 80 mA (Milliampere) (Vogelmann, 2013). Der menschliche Körper erzeugt durch seine Oberflächenbeschaffenheit und durch körpereigene Elektrizität Widerstand in der Reizweiterleitung. Je nach zusätzlicher Stromart kann dieser variieren. Der Widerstand wird bei Wechselstrom und Gleichstrom hier meist mit einem Kiloohm berechnet, zuzüglich Haut-, Fett und Kleidungsschicht zwischen Elektrode und Muskulatur.

## 2.5 Definition von Ganzkörper EMS-Training

In der folgenden Tabelle findet sich die Definition von GK-EMS Training von den Spezialisten des EMS Beratungs- und Trainingshandbuchs Vatter (et al., 2016). Eine nicht wortgetreue Wiedergabe der Tabelle beschreibt hier noch einmal deutlich das Ganzkörper EMS Training.

*Tabelle 2: Beschreibung Ganzkörper-EMS*

Anzahl der Elektrodenpaare	8 – 10 Elektrodenpaare
Positionierung der Elektroden	Elektrodenweste, Po-, Bein-, Arm Gurte
Reizprinzip	Bipolar; Agonisten, Antagonisten und Synergisten werden über großflächige Gurte simultan trainiert; schwächste Partie bestimmt Belastungsgrenze und verhindert einseitiges Übertraining.
Anlage von Plus- und Minuspol	Parallel auf der gegenüberliegenden Körperseite; seitengleiches Training zur Vorbeugung muskulärer Dysbalancen.
Arbeitsweise der Muskulatur	Aktiv statisch oder dynamisch; gezieltes Training der Wahrnehmung möglich; willentliche Anspannung und funktionelle Übungen setzen koordinative Reize und ermöglichen Transfer in den Sport.
Ausdauererfekte	Beteiligung von mehr als 1/6 der Muskulatur; globale Ausdauererfekte
Elektrodenanlage	Feuchte Funktionskleidung
Elektrodengröße	Großflächige Elektroden für gleichmäßigen Widerstand
Ermüdung	Durch Einbindung sämtlicher großer Muskelgruppen auch eine hohe zentralnervöse

	Komponente, ähnlich dem klassischen Krafttraining.
Realisierte Reizintensität	Echtes Ganzkörpertraining, somit niedrige Intensität auf einzelne Muskeln bei höherer Gesamtleistung.

Ein Ganzkörper EMS-Training kann über 90 % der gesamten Körpermuskulatur gleichzeitig ansteuern. Es beansprucht wie in Tabelle 2 ersichtlich, über 1/6 der gesamten Körpermuskulatur gleichzeitig und erfüllt somit die Parameter des Ausdauertrainings (Muster & Zielinski, 2006). Durch Elektroden auf der Haut werden große Muskelgruppen unter Spannung gesetzt. Die Reizweiterleitung in kleinere und tieferliegende Muskulatur erfolgt unter anderem auch durch die körpereigene Weiterleitung. Gelenkübergreifende und ineinander übergehende Strukturen werden folglich mit angespannt. Die großflächigen Elektroden sind paarweise aufgebaut, um eine seitengleiche Ansteuerung zu ermöglichen. Am Körper befinden sich jeweils sechs Rückenelektroden für den unteren-, oberen- und seitlichen Rücken, zwei Bauchelektroden und zwei Brustelektroden. Arm- und Bein Gurte, decken die Extremitäten ab und das Gesäß wird von zwei weiteren Elektroden bedeckt.

Agonisten, Antagonisten und Synergisten werden zu jedem Zeitpunkt eines Impulses gleichzeitig trainiert. Konzentrische- und exzentrische Muskelarbeit gehen während einer Übungsausführung demnach beständig einher. In Abbildung 2 wird beispielhaft das Miha Bodytec EMS Gerät mit Applikation dargestellt. Hier sind die jeweiligen Elektroden sichtbar, durch die der Körper mit Impulsen versorgt wird.



Abbildung 1: GK-EMS-Gerät und Funktionskleidung der Firma „Miha Bodytec“ (Miha Bodytec, 2020)

Im niedrigen Milliampere-Bereich sind die Stromstärken für den Menschen ungefährlich. Widerstände wie Haut, Subkutanes Fettgewebe und letztendlich die Muskulatur, stellen die zu überwindenden Gegenkräfte der Reihe nach dar. Das bedeutet, dass Behandlungs-Spannung durchgehend während eines Impulses verloren geht und am Ende nur ein geringer Teil

auf die Muskulatur wirken kann. Bei Vatter (et al., 2016) gelangen beispielsweise von 250 Volt Behandlungs-Spannung nur 20 Volt in die Muskulatur.

## 2.6 Vor- und Nachteile gegenüber konventionellem Krafttraining

Die Vor- und Nachteile des Ganzkörper EMS-Trainings gegenüber konventionellem Krafttraining werden hier zusammengefasst in einer Tabelle dargestellt. Die Im Rahmen dieser Arbeit beschränkt sich diese Tabelle auf einige Faktoren. Die gegenübergestellten Aspekte stehen in keinem Zusammenhang und dienen nur der Auflistung.

*Tabelle 3.: Pro und Kontra beim GK-EMS*

Vorteile	Nachteile
konzentrisch – exzentrisch	Erhöhte CK-Wert Ausschüttung
Zusammenspiel von Agonisten, Antagonisten & Synergisten	Verlängerte Regenerationszeiten
Ansteuerung Fast Twitch Fasern	Gefahr zu hoher Intensität
Individualität	Trainer wird empfohlen
Zeitersparnis	Kostenfaktor
Geringe Gelenkbelastung	Trainingserlebnis
Geringere Fehlerquote in der Übungsausführung	Technische Umsetzbarkeit
Geringe kardiale Belastung	Geringere Propriozeption

### 2.6.1 Vorteile

Ein Vorteil bei der Elektromyostimulation ist die Besonderheit der sofortigen Ansteuerung der Fast Twitch Fasern. Gegenüber konventionellem Krafttraining werden hier sofort die für die Schnellkraft zuständigen Fasern gleichermaßen mit den Slow Twitch Fasern, welche für die ausdauernde Leistung der Muskulatur zuständig sind, trainiert (Vatter et al., 2016). Ein Zusammenspiel von Exzentrik und Konzentrik ermöglichen das Potential für Muskelwachstum. Positive Einflüsse auf den Ausgleich von muskulären Dysbalancen im Körper ergeben sich durch die gleichzeitige Aktivierung der einzelnen Spieler (Agonist, Antagonist, Synergist). Die Individualität entsteht durch die Parameter und die Vielfältigkeit der Einsetzbarkeit. Die Art und Weise der Übungsausführung bietet zudem die Möglichkeit, das Verletzungsrisiko sehr gering zu halten und somit beispielsweise die Gelenkbelastung fast gänzlich zu eliminieren.

Der geringe Zeitaufwand den EMS Training mit sich bringt, birgt einen weiteren Vorteil. Diese Trainingsform ist in jeden Alltag integrierbar, sie ist altersunabhängig und eine mögliche Ergänzung zum klassischen Fitnesstraining.

### 2.6.2 Nachteile

Die beschriebenen Vorteile gehen mit einigen Nachteilen einher. Durch den geringen Zeitaufwand fehlt möglicherweise das Trainingserlebnis für den klassischen Sportler. Für nur 20 Minuten wird der gesamte Körper ausgepowert. Viele Sportler genießen das Trainingserlebnis, durch das sie beispielsweise in eine geistige Entspannung gelangen. Dieser Vorteil kann beim EMS Training trotzdem auch inkludiert sein, muss aber in weniger Zeit erfolgen. Trotzdem fordert EMS Training mehr Regenerationszeit als eine klassische Trainingseinheit im konventionellen Fitnessstudio. Der sogenannte Creatinkinasewert, kurz CK-Wert, kann nach einem GK-EMS Training um ein Vielfaches höher ansteigen als bei konventionellem Kraftausdauertraining (Kemmler et al., 2015). Prof. Dr. Knecht, Chefarzt der Klinik für Neurologie St. Mauritius, warnt sogar in einem Artikel 2018 vor EMS-Training und rät davon ab, aufgrund des teilweise hohen CK-Wert Anstiegs (Knecht, 2018). Nach seiner Expertenmeinung sollten Menschen mit Nierenschäden, aufgrund der Belastung komplett auf EMS verzichten. Geschultes Personal, welches diese Trainingsform adäquat anleiten könne, fehlt meist in den Fitnessstudios (Knecht, 2018). Von der technischen Umsetzbarkeit der Intensitätssteigerung ohne begleitende Person ist ebenfalls abzuraten.

Zusätzlich dazu steigt das Risiko einer zu hohen Intensität durch den geringen Zeitaufwand. Eine hohe Intensität, vor allem bei den ersten Trainings, hat laut einer Übersichtsstudie von Stöllberger und Finsterer in einigen Fällen eine Rhabdomyolyse (Auflösung quergestreifter Muskelfasern) zur Folge (Stöllberger & Finsterer, 2019). Es besteht eine höhere Gefahr der Eigenüberschätzung. Aus diesem Grund wird empfohlen, EMS Training grundsätzlich unter Anleitung eines Trainers durchzuführen. Entsprechend darf der Kostenfaktor als weiterer Nachteil angeführt werden, den auch Kemmler (Kemmler et al., 2016) in einer Studie über die unterschiedlichen Effekte von HIT Training zu EMS Training aufgreifen. Im Rahmen der Studie wurde festgestellt, dass EMS und HIT jeweils zeitsparende Trainingsmethoden sind. Sie können ähnlich effizient genutzt werden, um Kraft zu steigern und die Körperkomposition positiv zu beeinflussen, allerdings EMS die teurere Variante ist (Kemmler et al., 2016).

### 2.7 Kontraindikationen beim EMS-Training

Als Kontraindikationen beim GK-EMS Training sind zum einen Schwangerschaft, Herzschrittmacher und eine fieberhafte Erkrankung definiert. Diese werden als absolute Kontraindikationen bezeichnet. Durch die im Besonderen beim GK-EMS mögliche Erhöhung des CK-Wertes würden die Nieren überlastet, was bei einer fieberhaften Erkrankung zu ernsthaften gesundheitlichen Folgen führen kann. Aufgrund des geschwächten Organismus bei Fieber ist

grundsätzlich von körperlicher Belastung abzuraten. Für eine EMS Applikation bei Schwangeren gibt es bisher keine Forschungsgrundlage. Ebenso verhält es sich mit GK-EMS für Herzschrittmacher-Patienten. Aus diesem Grund stellen sie eine absolute Kontraindikation dar. Kontraindikationen, welche den Nutzenden und auch den jeweiligen Therapeuten oder Trainern bekannt sein sollen, damit während der Trainingseinheit bestmöglich darauf eingegangen werden kann oder sogar in Absprache mit dem Arzt die Intensität abgeklärt und gesteuert wird, werden hier ohne Anspruch auf Vollständigkeit aufgelistet:

- Arteriosklerose
- Akute Erkrankungen, bakterielle Infektionen oder entzündliche Prozesse
- Offene Hautverletzungen, Ekzeme, Sonnenbrand, Verbrennungen
- Kürzlich vorgenommene Operationen
- Kardiovaskuläre Erkrankungen
- Lymphödeme
- Bauchwandhernie / Leistenbruch
- Diabetes
- Tumorerkrankungen
- Arterielle Durchblutungsstörung
- Hämophilie / Blutungen
- Medikamenteneinnahme
- Neurologische Störungen (Epilepsie)
- Tuberkulose
- Nierenschäden (Organschäden)

(Vatter et al., 2016).

Die nachfolgende Darstellung des Forschungsstandes gibt einen Überblick darüber, welche möglichen Einflüsse Elektromuskelstimulation auf den menschlichen Körper haben kann.

## 2.8 Forschungsstand

Laut einer Endkundenbefragung aus dem Jahr 2017, an der über 1300 Menschen online teilgenommen haben, können mit EMS Training gesundheitliche Erfolge erzielt werden. (Hölbing, 2017) Die Teilnehmenden der Studie wurden gebeten, ihre subjektive Sicht zu Fragen darzulegen, wie beispielsweise:

- Dient EMS Training der Gewichtsreduktion?
- Dient EMS Training zu Körperstraffung?
- Werden mit EMS Training Muskeln aufgebaut?

Von 834 Frauen, die an dieser Umfrage teilgenommen haben, gaben über 60% an, dass sie ihren Körper merkbar straffen konnten. Über 57 % konnten laut der Befragung Muskulatur

aufbauen und rund 24 % haben mithilfe dieser speziellen Trainingsform abgenommen (Hölbing, 2017).

Ziel dieser Befragung war es unter anderem, für beide Geschlechter in verschiedenen Altersgruppen herauszufinden, ab wann die ersten Erfolge durch GK-EMS sicht- und spürbar sind. Bei „über 91 %, machten sich bereits im ersten halben Jahr, in dem sie mit EMS trainierten, positive Effekte bemerkbar“ (Hölbing, 2017). 90 % der Befragten waren in der Alterskategorie 40 bis 59 Jahre, in der sich die Altersbegrenzung der vorliegenden Untersuchung ebenfalls befindet. Ein weiteres Kriterium war die Integrierbarkeit in den Alltag. Hier gaben über 90 % der Befragten den geringen Zeitaufwand als besonderes Kriterium für die Alltagstauglichkeit an. In kurzer Zeit gesundheitliche und zudem ästhetische Ziele zu erreichen, ist der Anspruch an die Elektromyostimulation. Auch eine Untersuchung von Stengel (et al. 2017) belegt einen signifikant höheren Nachbrenneffekt innerhalb der 60 Stunden nach einer EMS-Einheit gegenüber der Kontrollgruppe (Stengel et al., 2017). Ein erhöhter Kalorienverbrauch unterstützt die Gewichtsabnahme. Zusätzlich belegt die Studie einen erhöhten Muskelaufbau in der EMS-Gruppe, was wiederum den Kalorienverbrauch noch mehr ankurbelt und für eine optimalere Zielerreichung spricht (Stengel et al., 2017).

Der EMS Anbieter „Bodystreet“ wirbt mit genau diesen Aussagen und verzeichnet im Jahr 2020, eine Gesamtmitgliederanzahl von 40000 Trainierenden. Hier werden ausschließlich 20-minütige EMS Trainingseinheiten durchgeführt.

Die physikalischen Parameter dieser zeitsparenden Ganzkörpermethode basieren unter anderem auf randomisierten Studien der Deutschen Sporthochschule Köln, der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und der Universität Bayreuth.

Insbesondere, soll hier eine Untersuchung der Universität Erlangen erwähnt werden, bei der die Hauptfragestellung untersucht wurde, wie der Unterschied von mittelfrequenter zu niederfrequenter Training zu bewerten ist. Durch das Fehlen von evidenzbasierten Studien, induzieren Kemmler und Stengel „die Aussage, dass modulierte Mittelfrequenz für sportliches Training geeigneter (sei) als niederfrequenter Reizstrom ist nicht haltbar“ (Kemmler & Stengel, 2013). Für die folgende Arbeit ist dies relevant, da aus der Untersuchung hervorgeht, warum nach Expertenmeinung niederfrequentes Training die gewinnbringendere Methode ist und auch in der angestrebten Studie niederfrequenter Reizstrom eingesetzt wird.

Im Bereich Training sind zur Muskelaktivierung fast ausschließlich niederfrequente Ströme im Einsatz, welche sich nicht nur in der Praxis bewährt haben, sondern sich ferner in einer Vielzahl von wissenschaftlichen Studien (...) als äußerst wirksam erwiesen haben. (Kemmler & Stengel, 2013)

2011 wird niederfrequentes EMS-Training zudem anhand einer Übersichtsarbeit von Filipovic et al. bei der aus 200 EMS-basierten Studien, 89 unter gewissen Voraussetzungen

herausgesucht wurden, als erfolgreiche Methode eruiert. Nur vier der 89 Studien arbeiten mit hochfrequentem Training (Filipovic et al., 2011).

### 2.8.1 Studien zur Leistungsoptimierung

Aus der Studie von Filipovic et al. geht zudem hervor, dass eine Impulsfrequenz von  $76,4 \pm 20,9$  Hz die optimale Niederfrequenz zur Steigerung der Maximalkraft, der Schnelligkeit und der Sprung- und Sprint Fähigkeit gewährleisten kann (Filipovic et al., 2011). Der Begriff Niederfrequenz beschreibt den gesamten Bereich von 25-120 Hz (Kemmler & Stengel, 2013). Filipovic et al. prüfen diese vorher beschriebene Leistungssteigerung mit weiteren Probanden in einem neuen Versuchsaufbau (Filipovic et al., 2012). In diesem erhöhen professionelle Fußballspieler ihre Leistungsfähigkeit speziell für ihre Sportart mithilfe von EMS Training:

Nach 6 Wochen zeigte die EG signifikante Verbesserungen in der Sprintzeit über 5 m und 10 m sowie über alle Messpunkte der Wendesprints. Ebenso konnte das einbeinige 1RM an der Beinpresse, die Schussgeschwindigkeit und die vertikale Sprunghöhe signifikant gesteigert werden. Für die EG konnte sowohl im Eingangs- als auch im Zwischentest eine signifikante Erhöhung der CK nachgewiesen werden. (...) Die Ergebnisse zeigen, dass die spezifische Leistungsfähigkeit professioneller Fußballer mit nur 2 GK-EMS Einheiten von je 12 min zusätzlich zu 6 - 7 Fußballtrainings-Einheiten pro Woche effektiv gesteigert werden kann. Aufgrund der Zeitersparnis und Effektivität bietet GK-EMS eine vielversprechende Trainingsalternative zum herkömmlichen Krafttraining im Hochleistungssport. (Filipovic et al., 2012)

Die Fähigkeiten, welche einen professionellen Fußballspieler ausmachen, können demnach durch in den Trainingsalltag integrierte Elektromyostimulationseinheiten verbessert werden. Erhöhte Schnelligkeit, optimalere Koordinationsfähigkeit, bessere Schuss- und Sprungkraft in den abschließenden Tests der Untersuchung. Eine Erhöhung der Creatinkinase kann zu einer optimierten Energiebereitstellung beitragen. 2016 wird eine ähnliche Studie von Filipovic et al. veröffentlicht, die sich mit Leistungsoptimierung durch EMS Training im Fußballsport auseinandersetzt (Filipovic et al., 2016). Für 14 Wochen integrieren Profifußballer zweimal wöchentliche EMS Sessions mit in ihren Trainingsalltag. IGF-1 (Insulin-like growth factor 1), der CK-Wert, die maximale Beinkraft (1RM), Sprints in verschiedene Richtungen, vertikale Sprünge aus dem Stand und die Schussgeschwindigkeit sollen untersucht werden. Bis zu dieser Untersuchung, wurden noch keine derartigen Ergebnisse bei Maximalkraftsteigerung durch GK-EMS erzielt (Boeckh-Behrens & Treu, 2002). Bei Filipovic (et al. 2016) steigerte sich die Maximalkraft der Beine signifikant. Hieraus geht eine Korrelation von Maximalkraftsteigerung (1RM) der Beinmuskulatur mit der Verbesserung der vertikalen Sprünge, der Sprints und der Schussleistung hervor, denn alle Werte steigern sich im Verlauf der Studie signifikant (Filipovic et al., 2016). Muskelzuwachs Muskuläre Leistungsfähigkeit geht mit der

allgemeinen Sauerstoffaufnahme bestmöglich einher. In der Untersuchung von Boccia et al., wird der Gasaustausch gemessen und hiermit auch der Energieverbrauch (Boccia et al., 2017). Eine Gruppe trainiert mit körpereigenem Gewicht und die andere mit Reizstrom. Die Gruppe mit EMS Applikation, erzielt einen erhöhten Sauerstoffverbrauch im Körper und einen höheren Energieverbrauch insgesamt. Die Ermüdung nach Belastung ist beim EMS Training hier höher (Boccia et al., 2017). Bei einer Testung von Rudersportlern mit zusätzlicher EMS-Applikation, wurde festgestellt, dass das subjektive Belastungsempfinden mit der erzielten Leistung, vor und nach der Intervention korreliert und bei maximal-tolerierter Intensität zu einer Verschlechterung der Resultate führte (Fehr, 2011). Eine Zusammenfassung ausgewählter weiterer Elektrostimulationsstudien, welche eine Leistungssteigerung mittels EMS im Fokus haben, zeigt die vielfältige Einsetzbarkeit von elektrischer Muskelstimulation auf (vgl. Tab. 4).

*Tabelle 4: Studien zum Thema Leistungssteigerung durch Elektromuskelstimulation*

Quelle	Experten kommen zu dem Ergebnis, dass...
(Maffioletti et al., 2002)	elektrische Muskelkontraktionen (lokal) für die Kniestreckmuskulatur und für die Plantar Flexoren, gemessen an 50 plyometrischen Sprüngen, zur signifikanten Leistungssteigerung bei vertikalen Sprüngen von Volleyballerinnen führt.
(Malatesta et al., 2003)	vierwöchiges EMS Programm bei Volleyballspielern zu einer Optimierung der neuromuskulären Ansteuerung führen kann, bei vertikalen Sprüngen.
(Kemmler, Schliffka et al., 2010)	GK-EMS signifikante Verbesserung der Beinbeugemuskulatur und langfristige Geschwindigkeitsverbesserung aufweist bei vierwöchigem Training zweimal pro Woche.
(Kleinöder, 2007)	in einem Zeitraum von vier Wochen, zweimaliges GK-EMS Training zu einer Geschwindigkeitsverbesserung von bis zu 30 % führen kann.
(Herrero et al., 2006)	vierwöchige EMS Applikation an der Kniestreckmuskulatur viermal pro Woche zu einer Maximalkraftsteigerung und zur Hypertrophie führen kann.

(Hohmann & Fehr, 2009)	zusätzliche elektrische Stimulation keine signifikante Verbesserung der Leistungsfähigkeit bei Ruderern gegenüber herkömmlichen Rudertraining hervorruft.
------------------------	---

Die unterschiedlichen Studiendesigns lassen keinen direkten Vergleich der einzelnen Ergebnisse zu. Es handelt sich um GK-EMS und um lokale EMS Applikation.

### 2.8.2 Studien zur Rehabilitation

Der Einsatz von zusätzlicher EMS-Applikation bewirkt eine deutliche Verbesserung der Muskelkraft und der Muskelaktivität in der Rehabilitation nach Kreuzband- und Meniskusoperationen (Franke et al., 1989). Eine Untersuchung von Franke et al. der Klinik und Poliklinik für Orthopädie der Medizinischen Akademie Erfurt zeigt, dass sich der zielgerichtete Einsatz von EMS nach Kapsel-Band Apparat Operationen positiv auf die Rehabilitation auswirkt (Franke et al., 1989). Ähnlich verhält es sich in der Untersuchung von Buhmann et al., bei der Probanden mit operierten vorderen Kreuzbandrupturen mit verschiedenen Rehabilitationsmaßnahmen behandelt werden (Buhmann et al., 1998). Ab dem siebten postoperativen Tag beginnen die Methoden. Die Gruppen, die mit zusätzlicher Elektrostimulation am Quadrizeps behandelt werden, erreichen nach neun Wochen schon bessere Messergebnisse, als die physiotherapeutisch behandelten Patienten (Buhmann et al., 1998). Es wird eine klare Handlungsempfehlung für die postoperative Nachbehandlung mit Elektromyostimulation ausgesprochen. Für eine breitgefächerte Darstellung der rehabilitativen Möglichkeiten von Reizstrombehandlung, soll hier noch eine Studie mit linksventrikulärer Funktion bei chronischer Herzinsuffizienz vorgestellt werden. Diese Untersuchung behandelt zudem noch die Sauerstoffaufnahme und die Verbesserung der Lebensqualität allgemein. Studienteilnehmer mit chronischer (aber stabiler) Herzinsuffizienz werden durch einen Fragebogen zu ihrer „Quality of Life“ befragt, mittels Sauerstoffaufnahme bei der Spiroergometrie analysiert, körperliche Funktion beim Ganzkörper EMS werden evaluiert sowie die linksventrikuläre Funktion des Herzens wird gemessen (van Buuren et al., 2014). Die Sauerstoffaufnahme an der anaeroben Schwelle stieg signifikant durch die Behandlung mit EMS und die linksventrikuläre Funktion verbesserte sich ebenfalls. Hier muss allerdings unterschieden werden zwischen GK-EMS und elektrischer Stimulation von Gesäß- und Beinmuskulatur. Alle messbaren Parameter wurden optimiert mit Hilfe von EMS, aber die GK-EMS hat insgesamt bessere Werte erzielt. Die Schlussfolgerung lautete: „Das vorgestellte Konzept könnte eine sinnvolle alternative Trainingsmethode bei CHF-Patienten (Chronische Herzinsuffizienz) sein, die ansonsten nicht in der Lage sind, ein konventionelles Training durchzuführen“ (van Buuren et al., 2014). In einer Studie zur Osteopenie, wurde festgestellt, dass ein EMS basiertes Training (54

Wochen), ab dem Alter von 70 Jahren, zur höheren Knochenmineraldichte im lumbalen Bereich führen kann (Stengel et al., 2015).

### 2.8.3 Gesundheitsbezogene Studien

Auch im Bereich des präventiven Einsatzes von Elektrostimulation, wird hier eine weitere klinische Studie bei kardiologischen Patienten erwähnt. Sie zeigt ebenfalls Ergebnisse der Sekundärprävention bei Probanden mit Herzinsuffizienz auf. Die Behandlung erzielte eine bis zu 96 % -ige Erhöhung der maximalen Sauerstoffaufnahme, eine signifikante Senkung des diastolischen Blutdrucks und einen Muskelzuwachs von bis zu 14 % bei gleichbleibendem Körpergewicht (Fritzsche et al., 2010). In der Studie von Kemmler (et al., 2009), wurden Männer in gehobenem Alter mit metabolischem Syndrom behandelt. Es wurde getestet, inwieweit ein regelmäßiges EMS Programm (85 Hz) auf die kardialen Risikofaktoren und die allgemeine Körperzusammensetzung Einfluss nehmen kann. Es zeigten sich signifikante positive Ergebnisse im Bereich der Veränderung der Körperfettmasse und des Muskelzuwachses. Es wurde die These abgeleitet, dass EMS-basiertes Training bei kardialen Risikopatienten eine effektive Maßnahme zu sein scheint (Kemmler et al., 2009).

In einer weiteren Studie der Friedrich-Alexander-Universität, wurden die Ergebnisse von wöchentlichem 20-minütigem EMS Training bei Frauen ab dem 70. Lebensjahr erfasst (Kemmler et al., 2012). Signifikante Ergebnisse im Bereich des Muskelzuwachses konnten hier aufgezeigt werden. EMS Training scheint demnach als Sarkopenie-Prävention im Alter nutzbar zu sein. Auch für die präventive Sturzprophylaxe kann EMS Training, laut Kemmler (Kemmler et al., 2013) eine denkbare Option für ältere Menschen sein, die keinen intensiven Sport betreiben wollen. Intensive Reize auf die Muskulatur, regen den Knochendichte Aufbau an und können somit zur Osteoporose-Prävention beitragen (Preisinger, 2018). Zudem bedeutet ein Zuwachs an Muskulatur einen höheren Energiebedarf. Den direkten erhöhten Energiebedarf durch EMS Training haben die Experten rund um Kemmler (et al., 2012) in einer Untersuchung nachweisen können. Der Energieverbrauch, lag bei EMS appliziertem Training, im Rahmen dieser Studie deutlich höher. Dies kann langfristig eine Reduktion der Gesamtkörperfettmasse bewirken. An dieser These setzen die Überlegungen der vorliegenden Arbeit an.

## 3. Methodik der empirischen Studie

Als Einstieg in die Methodik der empirischen Arbeit wird hier die Forschungsfrage wiederholt: Welche Effekte hat ein dreimonatiges Elektromuskelstimulationstraining auf die Körperkomposition bei Frauen im Alter von 45 bis 55 Jahren. Im vorangegangenen Teil wurde der theoretische Hintergrund von EMS-Training erläutert. Die physikalischen und physiologischen

Hintergründe der speziellen Trainingsform garantieren die Voraussetzung für ein hinreichendes Verständnis.

In zwei EMS-Mikrostudios werden neue Interessenten zu Probandinnen. Es werden mindestens 30 weibliche Neumitglieder im Alter von 45 bis 55 Jahren gesucht. Diese sollen im Zeitraum von zwölf Wochen zweimal vermessen werden. Für die Untersuchung der Werte, findet die erste Vermessung vor Beginn der Trainingseinheiten statt. Zum Abschluss an die geplanten Trainings Einheiten findet die zweite Vermessung statt. Sie gibt Aufschluss über den Erfolg der Studie.

Ein Teil der biometrischen Daten wird mit Hilfe einer Tanita Waage gemessen. Durch Hand- und Fußelektroden der Bioimpedanzanalyse, werden Gewicht, Körperfettanteil, Muskelmasse, Wasserhaushalt, Grundumsatz, und der Viszerale Fettanteil gemessen. Hierbei wird auf die genaue Vorbereitung und Handhabung geachtet, um eine reliable Ergebnisreihe zu dokumentieren. Vor beiden Vermessungen wird ein sogenannter Check-up Bogen an die Studienteilnehmer ausgehändigt. Dieser soll zwingend befolgt werden, um die Messgenauigkeit bestmöglich zu gewährleisten. Bei Nichtbefolgung müssen die Probandinnen aus der Untersuchung ausgeschlossen werden oder ein neuer Termin mit neuem Beginn der zwölf Wochen wird festgelegt. Für die Validität und die Objektivität der Handhabung der Tanita Waage, dient die Benutzeranleitung als Vorgabe. Durch die Befolgung der Richtlinien können vergleichbare und unbeeinflusste Werte erwartet werden.

Die Umfangsvermessung findet durch ein ergonomisches Umfangsmaßband statt, um auch hier die Objektivität zu gewährleisten. Hierüber können zusätzlich Rückschlüsse auf die Effekte der Intervention gezogen werden. Die Erhebung der Daten erfolgt vor Beginn des ersten Trainings und nach drei Monaten (12 Trainingseinheiten). Bei Versäumen von mehr als einer Trainingseinheit innerhalb der drei Monate erfolgt der Ausschluss von der Untersuchung. Innerhalb dieser Trainingseinheiten wird mit einer subjektiven Belastungseinschätzung der Teilnehmer gearbeitet. Auf einer Skala von eins bis zehn sollen die Trainierenden eine Gesamtbelastung von mindestens sieben, nach persönlichem Empfinden, erreichen. Diese Skala leitet sich von der sogenannten BORG-Skala ab, die als Einschätzung zur Anstrengungsempfindung dient (Löllgen, 2004). Hieraus wird die neue Skala abgewandelt (1-10), welche sich zur Schmerzempfindung (des Impulses) eignet (Löllgen, 2004). Hiermit wird angestrebt, die Probandinnen an ihre persönliche Belastungsgrenze zu bringen. Durchgehend wird auf eine zielgerichtete homogene Kommunikation mit allen Studienteilnehmerinnen geachtet.

Durch einen Fragebogen am Ende der Untersuchung wird die bisher erläuterte Vorgehensweise noch einmal abgefragt. Die Testpersonen sind während der Untersuchung, nicht darüber in Kenntnis, an einer Studie teilzunehmen. Hierdurch wird ein unvoreingenommenes Ergebnis erwartet, welches ein „erwartbares“ Verhalten von Neukunden eines Mikrostudios

widerspiegelt. Der Fragebogen beinhaltet die Erlaubnisfrage zur anonymisierten Nutzung der Daten hinsichtlich des Trainings- und Ernährungsverhaltens und des körperlichen Befindens im Rahmen der Studie. In geschlossene und offene Fragen unterteilt, kann durch den Fragebogen eine gezieltere Einschätzung und Vergleichbarkeit der Messwerte gewährleistet werden. Entspricht eine Antwort nicht den Untersuchungsparametern, erfolgt erneut ein Ausschluss der Probandin.

Es werden, wie oben beschrieben, im Vorfeld 45 mögliche Studienteilnehmerinnen ausgewählt. Sie werden über drei Monate hinweg, wöchentlich in einer 20-minütigen Ganzkörper-Elektrostimulationseinheit begleitet. Es finden folglich mindestens elf Personaltrainings pro Teilnehmerin statt.

Es erfolgt eine deskriptive statistische Auswertung (Metzler & Becker, 2019). In Form von Tabellen und Statistiken, werden die erzielten Ergebnisse dargestellt, um beide Vermessungen vergleichen zu können. In Diagrammen werden die Auswertungen der einzelnen Resultate gegenübergestellt, um Abweichungen und Tendenzen erkennbar zu machen.

### 3.1 Durchführung der Untersuchung

Für diese Arbeit wurde der aktuelle Forschungsstand recherchiert, um diese Studie beziehend auf die vorhandenen Daten zu planen.

Die Reproduzierbarkeit, wird im Untersuchungsteil deutlich gemacht. Hier werden die Rahmenbedingungen und die Instrumente zur Datengewinnung beschrieben.

Die Studie findet „verblindet“ statt. Der Begriff verblindet findet oftmals bei medizinischen Studien seine Verwendung, um zu beschreiben, dass mindestens eine Partei nicht darüber Bescheid weiß, welches Medikament verabreicht wird. „Verblindung bedeutet, daß Studienteilnehmer, Studienärzte (meist diejenigen, die die Behandlung verabreichen) oder Bewerter (diejenigen, die die Outcome-Daten erheben) die zugeteilte Intervention nicht kennen, sodass sie durch dieses Wissen nicht beeinflusst werden“ (Schulz & Grimes, 2007). Für die vorliegende Studie bedeutet es, dass die Teilnehmerinnen im Zeitraum der zwölf Wochen nicht darüber in Kenntnis sind, an einer Untersuchung teilzunehmen. Alle Beteiligten würden im Rahmen der Anmeldung beim Anbieter „Bodystreet“ auch unter regulären Umständen die gleichen Vorschläge und Informationen erhalten. Somit kann anhand der definierten Parameter eine Art Vorauswahl stattfinden. Durch diese Vorauswahl, wird kaum mit Ausschlusskandidaten gerechnet. Dies ermöglicht, eine Gruppe von n=45 Frauen zusammenzustellen, die regelmäßig trainieren.

#### 3.1.1 Die Probandinnen

Die Probandinnen sind Frauen, welche im Rahmen der Studie im regulär integrierten Zeitabstand vermessen werden. „Regulär“ ist hier ein Hinweis darauf, dass es in den beschriebenen

Mikrostudios zum Prozess gehört, die Trainingserfolge ihrer Mitglieder dreimonatig zu dokumentieren. Alle Teilnehmerinnen müssen mindestens elf von zwölf GK-EMS-Einheiten absolvieren, um in die Studie aufgenommen zu werden. Im Erstgespräch bei Einstieg ins Trainingskonzept, erfahren alle Neumitglieder diese Regelung. In der hier erfolgenden Untersuchung wird dieser Zeitabstand übernommen, um die Studie möglichst verblindet stattfinden zu lassen.

Die Altersspanne von 45 bis 55 Jahre ist eine weitere Vorgabe, um eine bestmögliche Abgrenzung zu vollziehen und die Probandinnen altersbezogen als homogene Gruppe ansehen zu können. Während des Verlaufs der Studie wissen die Trainierenden nicht, dass sie Teil einer laufenden Untersuchung sind und erhalten nur die Informationen, welche als Parameter für die Evaluation dienen sollen. Es kann also von einer völligen Unvoreingenommenheit ausgegangen werden. Als Motivation, alle vorgegebenen Trainingseinheiten zu absolvieren, dient hier das persönliche Motiv, welches vermeintlich zur Anmeldung im jeweiligen Standort geführt hat. Die Kommunikation mit den Studienteilnehmerinnen bei Erstvermessung, wurde dem Fragebogen angepasst. Genannt werden hier die zehn Grundregeln der Ernährung, deren zusätzliche Erläuterung folgt. Das bedeutet, es wurden bewusst keine Zusatztipps zur Zielerreichung gegeben, was auch in der genauen Analyse des Fragebogens zu finden ist.

### 3.1.2 Körperversmessung

Für eine möglichst genaue Erstanamnese wird eine Umfangsvermessung aller Probandinnen vorgenommen. Hierzu dient ein Messband, welches über eine selbstzuziehende Funktion verfügt. Dies vermeidet Störfaktoren, wie beispielsweise einen unterschiedlichen Zug beim Abmessen der einzelnen Körperregionen. In Anhang A ist der vollständige Körperversmessungsbogen, der für diese Untersuchung verwendet wird, hinterlegt.

Die relevanten Parameter sind:

- Name der Probandin
- Geburtsdatum
- Körpergröße in Meter
- Sportlich (S) oder Normal (N)
- Name des Trainers / der Trainerin
- Uhrzeit

Im nachfolgenden Abschnitt *Vermessungsbogen* werden diese Parameter durch die Beschreibung der Messanalyse detailliert erklärt.

Die Daten der Körperkomposition werden ebenso dargestellt und im weiteren Verlauf der Arbeit definiert (siehe Abschnitt 3.2.1.1 Datenblatt):

- Gewicht
- Fettanteil in %

- Wasserhaushalt in %
- Muskelmasse in KG
- Grundumsatz
- Stoffwechselalter
- Organfettwert

Die Körperanalyse findet für jede Probandin vor Beginn des ersten Trainings statt und gewährleistet somit einen möglichst aussagekräftigen Vergleich innerhalb der geplanten zwölf GK-EMS Einheiten. Im Anschluss an die zwölf Wochen, wird eine Kontrollanalyse durchgeführt, um die Daten zu vergleichen.

### 3.1.3 Tanitaanalyse

Sowie in einigen beschriebenen Studien, wird auch im Rahmen dieser Untersuchung mit einer Bioimpedanz-Analyse gearbeitet. Die sogenannte Tanita Waage stellt ein für den herkömmlichen Gebrauch validiertes Verfahren zur Körperanalyse dar. Abbildung 2 zeigt die Messmethodik mittels hochfrequenten und niederfrequenten elektrischen Signals. So gelangt die Messung an das intra- und extrazelluläre Körperwasser. Anhand von Widerstand kann die Waage diese Messungen in Algorithmen einsetzen und somit Ergebnisse liefern. In einer Versuchsreihe zur Validierung der Bioimpedanz Analyse, sprechen sich die Experten González-Correa und Caicedo-Eraso (2012) gegen die reguläre Nutzung von BIA Waagen aus. Bei standardisierten Messmethoden und einheitlichen Rahmenbedingungen, kann die hand-to-foot BIA laut ihnen allerdings „bessere“ Ergebnisse erzielen, als eine hand-to-hand oder foot-to-foot Waage, im Vergleich zum Unterwasserwiegen (González-Correa & Caicedo-Eraso, 2012). Tomczak zeigt in seinem Artikel über die BIA (Bioimpedanz Analyse) ein Schaubild über den Schaltkreis einer solchen Waage und beschreibt in vereinfachter Form den Messvorgang (Tomczak, 2003). Er bestätigt die Validität der Waage aufgrund ihrer vergleichbar genauen Messungen durch die Körperwasserbestimmung aus der Sportwissenschaft oder der Medizin. Die Messung selbst ist in Abbildung 3 zu sehen. Bei dieser hand-to-foot Tanita Messung werden beide Arme und Beine und der Oberkörper segmental gemessen (Tanita, 2021).

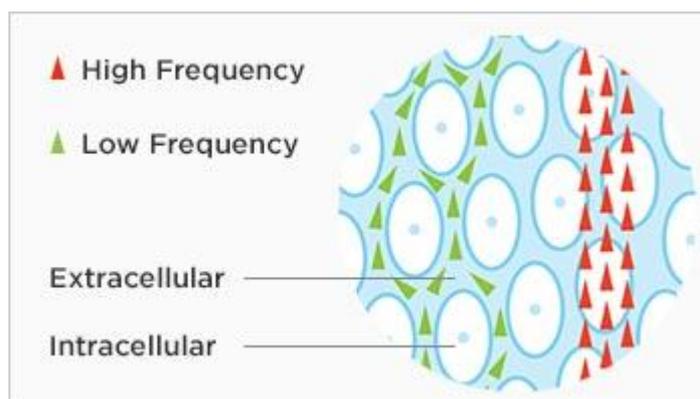


Abbildung 2: Technologie der BIA (<https://tanita.de/bioelektrische-impedanzanalyse/>)

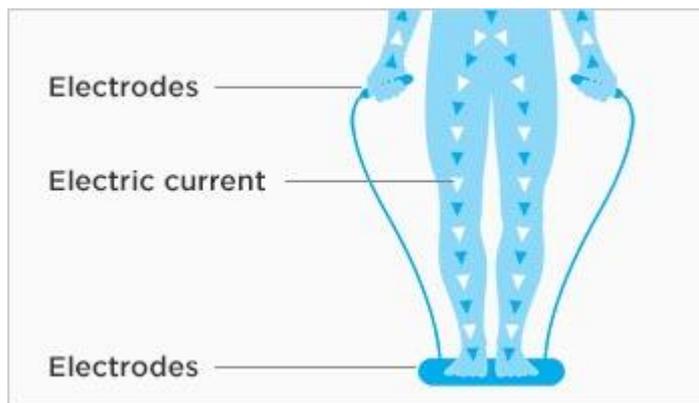


Abbildung 3: Impedanzmessung (<https://tanita.de/bioelektrische-impedanzanalyse/>)

In einer Untersuchung zur Validität der Bioimpedanz Analyse mittels Tanita Waage der ASEP (American Society of Exercise Physiologists) konkludieren Kelly und Metcalfe, dass die Tanita aufgrund ihrer einfachen Handhabung vor allem für die Messung der Körperzusammensetzung von Kindern und Fettleibigen geeignet ist (Kelly & Metcalfe). Insgesamt bewerten die Autoren die Tanita Waage als verlässliche Messmethode für den Gesundheitsbereich. Die Experten rund um Cable (et al. 2001) vergleichen in ihrer Studie in Bezug auf die reine Körperfettmessung die Bioimpedanz Analyse mit Hilfe der Tanita Waage mit dem Wiegen unter Wasser und erzielen keine signifikanten Unterschiede bei den Ergebnissen (Cable et al., 2001). Das bedeutet, die Tanita Waage erzielt hier keine deutlich unterschiedlichen Ergebnisse im Vergleich zu einem klassischen Instrument aus der Sportwissenschaft. Das Ergebnis ist folglich eine zulässige Verwendung der Tanita Waage für die Messung des Gesamtkörperfettanteils bei Männern (Cable et al., 2001). Auch die Studie von (Jebb et al. 2000), beweist die kaum abweichenden Ergebnisse zu klinischen Untersuchungsmethoden und erlaubt somit die Verwendung einer klassischen Tanita Waage mit Hand- und Fußelektroden (Jebb et al., 2000). Die Validität der bioelektrischen Impedanz Analyse (foot-to-foot system) wird bei Ritchie (et al. 2005) an Probanden ab dem 55. Lebensjahr getestet und liefert nach Expertenmeinung verlässliche Messergebnisse, auch ohne Handelektroden (Ritchie et al., 2005). „Foot-to-foot“ bedeutet, für diese Untersuchung wurde eine Bioimpedanz Analyse Waage ohne Handelektroden mit einer Hand-to-foot Waage verglichen. Die Sporthochschule Köln verwendet ebenfalls die Bioelektrische Impedanz Analyse für ihre Untersuchungen mit jungen Kaderathleten. Hier dient ein Teil der anthropometrischen Daten, die mittels Tanita gemessen werden, einem sogenannten Basischeck zur Leistungseinschätzung (Freiwald, 2010). Demzufolge soll die Tanita Waage auch für die Datenerhebung in der vorliegenden Studie genutzt werden. Sie liefert bei vorgeschriebener Handhabung objektive Ergebnisse und ist nach dem *International Journal of Sport Nutrition and Exercise* eine günstige reliable und valide Messmethodik für den kommerziellen Gebrauch (Vasold et al., 2019).

Während der Analyse im Rahmen der vorliegenden Untersuchung, tragen die Probandinnen ihre Funktionswäsche, welche auch im EMS-Training getragen wird. Somit ist das Zusatzgewicht aller Teilnehmer immer gleich. Das Gewicht der Kleidung bleibt in der Ergebnisfindung unbeachtet. Jede Teilnehmerin wird während der Messung vom Studienleiter angeleitet. Zuerst werden Daten wie Körpergröße, Alter und Geschlecht eingegeben, bevor die Waage ihre Bioimpedanz-Analyse beginnt. Mittels Elektroden an Füßen und Händen misst sie den Wasserwiderstand im Körper und liefert durch Algorithmen Richtwerte der Körperkomposition. Die Füße werden auf die Bodenelektroden gestellt und die Hände halten die Elektroden für den Oberkörper. Hierbei ist es wichtig, dass an allen (vier) Elektroden ein guter Hautkontakt besteht und keine Feuchtigkeit von Schweiß oder Desinfektionsmittel den Kontakt verfälscht. Zusätzliche Nässe kann zu einem verfälschten Ergebnis führen. Mit leichter Spannung im Körper und den Händen auf Hüfthöhe, stehen die Probandinnen bis zum Signal der Waage aufrecht auf den Elektroden. Nach dem Signal ist die Messung abgeschlossen und die Werte können notiert werden.

#### 3.1.4 Trainingsmethodik

Als Trainingsmethodik dient das Ganzkörper Elektrostimulationstraining mit dem Miha Bodytec Gerät. Jede Einheit findet immer unter persönlicher Anleitung statt. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass die Trainierenden bestmöglich an ihre subjektive Belastungsgrenze gebracht werden. Die angestrebte subjektive Belastungsempfindung liegt hier, bei einer Skala von eins bis zehn, bei einer sieben. Der Trainer führt dabei die Übungen vor, stellt die Impulsstärke immer wieder individuell währenddessen ein und korrigiert die Ausführung über den gesamten Zeitraum. Es finden 20 Minuten GK-EMS Personaltraining mindestens elf Mal statt innerhalb der zwölf Wochen. Die physikalischen Daten können der folgenden Tabelle entnommen werden.

*Tabelle 5.: Physikalische Daten des GK-EMS dieser Untersuchung*

Trainingsdauer	20 Minuten
Trainingsfrequenz	85 Hz
Trainingsart	Kraftausdauer
Impulsbreite	350 $\mu$ s
Impulsdauer	4 Sekunden
Impulsart	Bipolar
Stromspannung	Bis zu 20 Volt
Stromstärke	Bis zu 17 mA
Bewegungsart	Dynamik & Statik

Durch die besondere Umgebung, in der die Untersuchung stattfindet, sind einige Parameter vorgegeben und werden in die Studie integriert. Die physikalischen Werte, die Applikationen und auch der Trainingskatalog ist in diesem Mikrostudiokonzept Vorschrift.

Im Versuchsaufbau der vorliegenden Studie, wird eine jeweilige Impulsdauer von vier Sekunden vorgegeben. Die Impulsbreite sind dabei 350  $\mu$ s (Mikrosekunden). Die Impulskurve ist ansteigend und steigert die Impulsstärke innerhalb der vier Sekunden von 60 % auf 100 %. Die Frequenz beträgt 85 Hz, da bei einer Frequenz von 85 in einer Studie von Kemmler et al. positive Effekte auf die Körperzusammensetzung bei Frauen auftraten (Kemmler, Stengel et al., 2010). Vorteilhaft für das Verständnis des Trainingsablaufes ist somit auch der Übungsaufbau, der durch das System Bodystreet schon vorgegeben ist. Es werden sechzehn aufeinanderfolgende teils dynamische und isometrische Übungen ausgeführt. Auf Zusatzgewichte oder instabilen Untergrund wird fast gänzlich verzichtet. Eine Art Instabilität entsteht durch das Tragen von Antirutschsocken, anstatt Schuhen. Somit wird hier die Propriozeption gefördert. Bei einer Stromspannung von höchstens 20 Volt und einer Stromstärke von ungefähr 17 mA befindet sich die Studie in einem Normbereich, der von Miha Bodytec angegebenen technischen Spezifikationen. Die Gesamttrainingsdauer beträgt 20 Minuten und ergibt somit eine Belastungsdauer von zehn Minuten pro GK-EMS Einheit.

In *Abbildung 2* wird sichtbar, dass jede Trainingseinheit aus 16 aufeinander folgenden Übungen mit je drei bis fünf Wiederholungen besteht. Um Muskuläre Dysbalancen zu vermeiden, wird bei einbeinigen Übungen, oder solchen mit einseitiger Belastung, immer beidseits trainiert. Ein Beispiel hierfür ist Übung drei, „Hip Adduktion“ (siehe *Abbildung 4*), welche während des Impulses erst auf einem Bein und anschließend auf dem anderen Bein jeweils drei bis fünf Mal wiederholt wird. Der Übungskatalog ist trainingsphysiologisch so aufgebaut, dass erst die Extremitäten beansprucht werden und der Rumpf eher Haltearbeit leistet. Somit ist die Gefahr der Überbeanspruchung und Verletzungsgefahr minimiert und der Rumpfbereich kann gegen Ende des Trainings noch gezielt beansprucht werden. Es liegt allein im Ermessen des Trainers und in der subjektiven Belastungseinschätzung der Probandinnen, welche Trainingsintensität erreicht wird bei jeder einzelnen Trainingseinheit. Innerhalb der 20-minütigen GK-EMS Einheit wechselt der Impuls 85-mal pro Sekunde zwischen linker und rechter Elektrode. Der Körper steht folglich während einer 20-minütigen Einheit zehn Minuten unter voller Anspannung. Die Muskulatur wird währenddessen bis zu 51000 Mal angespannt.



Abbildung 4: „Bodystreet Trainingskatalog“ (CI des EMS Studiokonzpts)

Die Bezeichnungen der einzelnen Übungen, werden vom Konzept Bodystreet vorgegeben und in Tabelle 6 noch genauer erläutert. Jede Übung beansprucht verschiedene Muskelgruppen. Zur Vereinfachung werden hier nur beispielhaft die Agonisten genannt, welche sich meist aus der Wortbeschreibung der Übung ableiten lassen. Als Vorlage zur Trainingsphysiologischen Unterstützung für die Korrektheit der Tabelle 6, wird hier das Buch *Funktionelle Anatomie* von Pürzel & Pürzel (2015) als Quelle genutzt. Dennoch werden beim EMS Training durch die elektrischen Impulse immer fast alle Skelettmuskeln gleichzeitig angespannt. Diese Tabelle dient folglich nur der Übersicht.

Table 6: Funktionelle Beschreibung der Übungen aus Abbildung 4

Übung	Muskelgruppe
1. Basic Squat	M. quadriceps femoris/ M. biceps brachii
2. Shoulder Press/ Calf Raise	M. deltoideus/ M. gastrocnemius
3. Hip Adduktion	M. quadriceps femoris/ M. psoas major
4. Leg Curl/ Lat Pulldown	M. biceps femoris/ M. latissimus dorsi
5. Bent Over Row/ Calf Raise	M. erector spinae/ M. gastrocnemius
6. Front Lunge/ Bizep Curl	M. quadriceps- & biceps femoris/ M. biceps
7. All-in-One/ Arm Raise	M. triceps brachii/ M. deltoideus
8. Side Lunge/ External Rotation	M. gluteus maximus & M. adductor magnus/ Rotatorenmanchette
9. Triceps Kickback	M. triceps brachii
10. Superhero Chest Position	M. pectoralis major/ M. quadriceps femoris
11. Front Lunge/ Reverse Fly	M. quadriceps- & biceps femoris/ M. trapezius
12. Front Crunch	M. rectus abdominis
13. Diagonal Crunch	M. transversus abdominis/ M. obliquii
14. Hipabduktion / Side Crunch	M. gluteus maximus/ M. obliquii
15. Flying Warrior Position	M. gluteus maximus/ M. trapezius
16. Total Back Extension	M. erector spinae

### 3.2 Instrumente zur Datengewinnung

Für eine möglichst umfangreiche Beantwortung der Forschungsfrage wird in dieser Untersuchung ein Fragebogen (siehe Anhang B) verwendet, den die Probandinnen zusammen mit der Untersuchungsleiterin beantworten. Des Weiteren können durch eine ganzheitliche Körpervermessung, vor dem Start der ersten Trainingseinheit und am Ende des zwölfwöchigen Studienprogramms, anthropometrische Daten analysiert werden.

#### 3.2.1 Vermessungsbogen

Der Vermessungsbogen, der für diese Untersuchung genutzt wird, ist ein individuell erstellter Bogen (siehe Anhang A), welcher für den Studiogebrauch mit dem Markenlogo gekennzeichnet wurde. Zur Veranschaulichung dient die folgende Abbildung, deren Original im Anhang zu finden ist.

**Bodycheck by Bodystreet**  
BODY STREET

für \_\_\_\_\_ geboren am \_\_\_\_\_ Größe/ cm \_\_\_\_\_

	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Einbildung	<input type="checkbox"/>													
Trainer														
Uhrzeit														
Datum														
Gewichte														
Fettanteil in %														
Muskel %														
Muskelmasse in KG														
Grundmetr														
Stoffwechselalter														
Organalter														

Datum	Oberschenkel links	Oberschenkel rechts	Hüfte/ Po	Beuch	Brust	links locker	Oberarm rechts angespannt

Maße in Zentimeter www.bodystreet.com

Abbildung 5: Individueller Bodystreet Körpervermessungsbogen

Im obigen Abschnitt *Körpervermessung* wird die Vermessung ohne detaillierte Beschreibung vorgestellt.

### 3.2.1.1 Datenblatt

Das Datenblatt ist nur für die Untersuchungsleiterin und die jeweilige Probandin einsehbar. Es kann durch namentliche Zuordnung in die Kartei der Studienteilnehmerin eingepflegt werden. Ihr Geburtsdatum und die Körpergröße sind entscheidend für die Messung der Tanita-Waage. Anhand von hinterlegten Algorithmen (vgl. den Abschnitt *Tanitaanalyse*), ermittelt sie die Werte. Diese Algorithmen sind für „Nicht-Sportler“ und „Sportler“ hinterlegt, deren wöchentliche Stundenanzahl an Trainingsleistung bei zehn und mehr liegt. Welcher Trainer die Durchführung ausübt, ist nur für den täglichen Gebrauch von Relevanz, da im Laufe dieser Studie jede Vermessung vom Untersuchungsleiter überwacht wird.

Die Tageszeit, zu der die Körperanalysen stattfinden, werden möglichst gleichbleibend gewählt. Hier soll einer Verfälschung der Werte entgegengewirkt werden. Mögliche Faktoren, die von der Tageszeit abhängig sind, wären beispielsweise:

- Toilettengang,
- Nachtschweiß,
- Getränke,
- Mahlzeiten.

Hier sind nur Faktoren aufgelistet, welche die Messung mittels Bioimpedanz-Waage verfälschen könnten. Bedeutsam ist, ob und wann der letzte Toilettengang vor der Vermessung war, wieviel weniger Wasser im Körper ist, z. B. bei einer morgendlichen Vermessung durch Schwitzen in der Nacht, wie viel Flüssigkeit und Nahrung die Probandin vor dem Wiegen zu

sich genommen hat. Damit die zwölf Wochen zwischen den Messungen eingehalten werden können, wird zudem das Datum notiert.

Es folgt der Wert *Gewicht*, der eine Aussage über den aktuellen IST-Stand der Gesamtkörpermasse darstellt. Der Fettanteil hingegen kann einen ersten Eindruck über den gesundheitlichen Zustand der Probandinnen geben, welcher im Verlauf dieser Arbeit aber nicht weitergehend betrachtet wird. Er wird ebenso wie der Wasserhaushalt in Prozent angegeben und liefert den Gesamtfettanteil beziehungsweise den Gesamtwasserhaushalt des Körpers. Wohingegen die Muskelmasse wiederum in Kilogramm angegeben wird. Diese bestimmt maßgeblich den Gesamtkalorienbedarf. Je höher die Muskelmasse, desto höher ist verhältnismäßig der Grundumsatz. Durch die hinterlegten Algorithmen, kann somit auch das vermeintliche Stoffwechselalter als Richtwert ermittelt werden.

Abschließend wird aus dem Gesamtfettanteil noch der viszerale Fettanteil ermittelt und festgehalten. Dieser Wert kann auch Hinweis auf die körperliche Gesundheit geben.

#### 3.2.1.2 Maßbandmessung

Bei der Maßbandmessung zieht sich dieses beim Anlegen durch Knopfdruck selbst zusammen. Hierdurch werden Störfaktoren des unterschiedlichen Zuges des Vermessenden vermieden. In Abbildung 4 sind die Messpunkte schemenhaft zu erkennen. Diese Festlegung der Messpunkte erfolgt im Rahmen des Anbieters Bodystreet und verfolgt lediglich die CI Standards (Corporate Identity) der Unternehmensvorgaben.



Abbildung 6: Veranschaulichung der Messpunkte (Bodystreet Knowledgecenter: Zugriff am 25.02.2021 unter <https://www.bodystreet.info/knowledge/bodystreet-process-map/bodystreet-personal-training.html>)

Gemessen wird der Armumfang beider Arme im angespannten und lockeren Zustand. Am höchsten Punkt des Bizeps-Kopfes im angewinkelten Zustand, wird das Maßband angelegt und dort die Werte abgelesen. Der Brustumfang wird direkt unter den Achseln gemessen. Das bedeutet, die Versuchspersonen strecken die Arme zur Seite aus und lassen diese, nachdem das Maßband angelegt ist, wieder locker fallen und atmen aus. Mit diesem grundsätzlichen Ablauf wird versucht, Störfaktoren, wie beispielsweise Luft anhalten und Hautfalten Einklemmung, zu vermeiden. Auch bei der Messung des Bauchumfangs auf Nabelhöhe, werden die Probanden durchgehend an ein lockeres Ausatmen erinnert. Hier soll das mögliche Baucheinziehen verhindert werden. Dies würde zu einer extremen Verfälschung der Messwerte führen. Der Hüftumfang wird auf von der Seite auf Höhe des Os pubis (Schambein) gemessen. Beide Umfänge der Beine werden direkt unter der Gesäßfalte genommen. Die Reliabilität ist auch bei der Umfangs Vermessung besonders wichtig, um die möglichen Veränderungen der Werte am Ende der Interventionszeit vergleichbar zu machen. Wenn auch die Validität durch eindeutige Vorgaben gesichert ist, können diese Ergebnisse mit den Körperwerten ins Verhältnis gesetzt werden, um eine gezielte Aussage über die Resultate von zwölfwöchigem GK-EMS Training zu geben.

#### 3.2.1.3 Check-up Bogen

Für eine möglichst genaue Messung wird den Probandinnen vor jeder Körperanalyse ein Check-up-Bogen (Anhang C) mitgegeben. Dieser beinhaltet vor allem Tipps zur normalen Hydratation. Mit „normal“ ist hier gemeint, äußere Umstände und Faktoren, die den Wasserhaushalt erhöhen oder verringern, sollen vermieden werden. Die Bioimpedanz-Analyse misst anhand von Wasserwiderstand im Körper die anthropometrischen Daten. Das Prinzip wurde in Punkt 3.1.3 genauer beschrieben. Das bedeutet, dass Umstände, wie beispielsweise ein Bad am Vorabend der Messung, durch die hydrierende Wirkung, den Wasserhaushalt erhöhen können. Die Analyse wäre somit verfälscht. Jede Teilnehmerin erhält bei Terminvereinbarung zur Körperanalyse einen Check-up-Bogen. Die Bedeutung der Einhaltung wird den Probandinnen erläutert. Im Folgenden wird beispielhaft der Aufbau des Fragebogens illustriert. Die für eine erfolgreiche Vermessung empfehlenswerten Antworten stehen in Klammern:

Ja                      Nein

- Habe ich in den letzten 24 Stunden intensiv Sport betrieben?  
(nein)
- Habe ich momentan meine Periode?  
(nein)

- Habe ich in den letzten 24 Stunden Alkohol getrunken?  
(nein)
- Habe ich in den letzten 2,5 Stunden gegessen (auch Kaugummi zählt dazu) oder getrunken (egal ob Wasser, Saft, Kaffee oder Sonstiges)?  
(nein)

Jeder Punkt dient einer möglichst optimalen Wasserverteilung im Körper und soll zwei vergleichbare Analysen zur Folge haben. Vor der zweiten abschließenden Körpervermessung wird derselbe Bogen von den Probandinnen ausgefüllt. Bei Nichteinhaltung der empfohlenen Antworten wird die Körperanalyse nicht durchgeführt oder verschoben. Im Rahmen dieser Untersuchung kann dies ausgeschlossen werden. Es fließen nur Daten der Teilnehmerinnen in die Studie ein, welche sich vollständig an die Anforderungen des Bogens gehalten haben. Bestätigt wird dies zusätzlich in der Durchführung des Fragebogens.

### 3.2.2 Fragebogen

Im Anschluss an die zwölfte Trainingseinheit und der darauffolgenden Körperanalyse wird den ausgewählten Probandinnen dieses weitere Instrument zur Datensammlung ausgehändigt und erläutert. Für den Aufbau der Fragen kommen verschiedene Skalierungsarten zum Einsatz. Zur Vorbereitung des Aufbaus diente hier Reiter & Mathaeus, um beispielsweise die sogenannte Likert-Skala zu integrieren (Reiter & Matthaeus, 2015).

Die Fragen dienen zum einen des Ein- oder Ausschlusses, zum anderen der Herstellung einer größeren Vergleichbarkeit der Probandinnen und damit der Verbesserung der Güte der Ergebnisse. Der Bogen beginnt mit der grundsätzlichen Frage nach der Zustimmung, die Körperwerte im Rahmen einer EMS-basierten Studie nutzen zu dürfen. Frage 2 dient der Bestätigung der Altersspanne und ist ein eindeutiges Teilnahmekriterium. Sollte sich bei Frage 3 herausstellen, dass mehr als zwei Trainings Einheiten nicht wahrgenommen werden konnten, wäre dies nicht mehr im Rahmen der Vorgaben. Frage 4 sichert noch einmal die Einhaltung des Check-up-Bogens vor jeder Körperanalyse. Bei Nichteinhaltung ist die Probandin aus der Studie ausgeschlossen. Frage 5 bezieht sich auf die homogene Kundenbetreuung im Hinblick auf die „Zehn Grundregeln der Ernährung“. Jedem neuen Mitglied werden diese nahegelegt. Hierbei handelt es sich um zehn vereinfachte Tipps, deren Reihenfolge weder vollständig wissenschaftlich belegt noch übergreifend gültig ist. Sie dienen der Mitgliederbetreuung der Mikrostudios und werden im Rahmen der Untersuchung als

zusätzliche Eingrenzung genutzt. Die Probandinnen erhalten folglich keine weiteren Tipps zur Veränderung ihrer aktuellen anthropometrischen Daten. Die zehn Regeln sind:

1. Wasserzufuhr erhöhen
2. Proteinzufuhr erhöhen
3. Mahlzeitenfrequenz dem Trainingsziel anpassen
4. Alkoholkonsum reduzieren
5. Kohlenhydratezufuhr reduzieren
6. Obst & Gemüse konsumieren
7. Verhältnis zwischen „Gutem“ & „Bösem“ beachten
8. Schlafqualität optimieren und Stress vermeiden
9. Rauchen unterlassen
10. Superkompensationsvorgang einhalten

Wenn auch eine ausführliche Begründung dieser Aspekte irrelevant für die Studie ist, sollen die ersten drei „Regeln“ hier dennoch erläutert werden. Grundsätzlich spielt die Wasserzufuhr eine große Rolle für einen gesunden Körper. Den Mitgliedern des Mikrostudiokonzeptes wird die Bedeutung erläutert und je nach individueller Einschätzung und Hintergrund (beruflich, körperlich, ernährungsspezifisch) zu einer optimalen täglichen Wasserzufuhr geraten. Die Proteinzufuhr spielt im Bereich des Muskeltrainings eine tragende Rolle. Irrelevant ist hierbei die Art der körperlichen Ertüchtigung. Eine ausreichende Integration von eiweißreicher Ernährung soll den Trainierenden erläutert werden. In einem Fazit aus wissenschaftlichen Studien belegt Kast die Bedeutung von Eiweiß für den Körper (Kast, 2018). Auch das Prinzip der Mahlzeitenfrequenz, soll als Unterstützung für die persönliche Zielerreichung der Mitglieder in den Mikrostudios erläutert werden. Leitzmann beschreibt das Insulinmanagement abhängig von der Mahlzeitenfrequenz und gibt Hinweise darauf, welche Auswirkungen auf den Blutzuckerspiegel damit einhergehen (Leitzmann, 2010). Das Prinzip der Superkompensation beschreibt die Erschöpfungs- und Erholungsphase (Schröder, 2010). Dieses soll für ein bestmögliches Trainingsergebnis beachtet werden, um eine kontinuierliche Leistungssteigerung zu verfolgen (Vatter et al., 2016). Dieses Prinzip findet nicht nur im Bereich EMS seine Anwendung, sondern auch im klassischen Trainingsalltag. Frage 6 nach der Akzeptanz des wöchentlichen EMS-Trainings, dient ausschließlich der Forschung. Anhand der darauffolgenden Frage 7, soll festgestellt werden, in wieweit die Probandinnen ihr Essverhalten möglicherweise umgestellt haben. Die Beantwortung dieser und der Frage 8 können zudem individuell noch ergänzt werden im Fragebogen und bieten die Möglichkeit, daraus weitere Forschungsfragen zu formulieren. Vor der ersten EMS-Trainingseinheit werden alle Trainierenden über die subjektive Belastungseinschätzung aufgeklärt und es wird mit einer Skala von 1-10 gearbeitet. In Frage 9, sollen die Teilnehmerinnen noch einmal reflektieren, inwieweit sie sich von ihrer persönlichen Einschätzung her im Training an ihre Grenze gebracht

haben. Frage 10 bis 12 werden mit der bereits erwähnten Likert-Skala versehen (Reiter & Matthaeus, 2015). Es gibt fünf mögliche Antworten mit einer zugeordneten Zahl von Null bis Vier. Im Gegensatz zu Binärfragen bietet dieses Antwortmuster mehr Möglichkeiten. Es ist aussagekräftig und umfangreich und kann zusätzlich die subjektive Sicht aufnehmen. Die Probandinnen sollen bewerten, ob sich ihr körperliches Befinden verändert hat, ob sie sich innerhalb der zwölf Wochen gesund fühlten und eine persönliche Einschätzung über den aktuellen Stand ihrer Menopause geben. Anhand der Antworten kann folglich der Erfolg oder Misserfolg des Trainings aus Sicht der Frauen eingeschätzt und weitführende Forschungsfragen können formuliert werden.

### 3.3 Statistische Auswertungsverfahren

Die Analyse der Untersuchung bezieht sich auf die Parameter „Gewicht“, „Körperfettanteil“, „Wasserhaushalt“, „Muskelmasse“, „Grundumsatz“, „Stoffwechselalter“, „Organfettwert“, „Bauchumfang“, „Hüftumfang“, „Beinumfang links“ und „Beinumfang rechts“. Es erfolgt eine Längsschnittstudie, die die Daten der Teilnehmerinnen vor Beginn der Intervention mit GK-EMS und nach drei Monaten einschließt. Zur Werteerfassung und deren Aufbereitung dient ein interaktives Datenverarbeitungsprogramm. Hierfür wird auf das Computerprogramm Excel zurückgegriffen (Reiter & Matthaeus, 2015). Mit Excel 2019 (Microsoft Corporation, Redmond WA, USA) werden Berechnungen und Auswertungen der statistischen Kennzahlen vorgenommen. Das Tabellenkalkulationsprogramm wird aufgrund der ausreichenden Funktionen für die, hier erhobene Menge an Daten verwendet. Die grundlegend beschreibenden Werte werden als Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung (SD) angegeben. Mittelwertsunterschiede zwischen den beiden Datengruppen werden bei vorliegender Zulässigkeit mit dem t-Test für abhängige Stichproben berechnet. Der t-Test wird verwendet, wenn bestimmt werden soll, ob zwei Werte sich statistisch signifikant unterscheiden (Dormann, 2013). Ein Signifikanzniveau von  $p < 0,05$  wird als signifikant angesehen. Ein Signifikanzniveau von  $p > 0,01$  wird als Hochsignifikant angesehen. Eine  $\alpha$ -Fehleradjustierung wurde nicht vorgenommen.

### 3.4 Hypothesenbildung

Die Ergebnisse der Literaturrecherche im Bereich EMS-Training, lassen eine Veränderung im Bereich der Muskelmasse der Probandinnen erwarten. In Hinblick auf die Effekte des Trainings auf weitere Werte, kann nur gemutmaßt werden. Vor dem Hintergrund der randomisierten Studie von Kemmler et al. ist eine Veränderung des Taillenumfangs erwartbar (Kemmler et al., 2009). In dieser Studie erzielten männliche Probanden mit Metabolischem Syndrom positive Ergebnisse bei der Reduktion ihrer abdominalen- und ihrer Gesamtfettmasse durch 14-wöchiges EMS-Training.

Anhand der vorliegenden Studien und den propagierten Ergebnissen, die mittels GK-EMS erreicht werden können, werden folgende Hypothesen gebildet.

**Hypothese 1a:** Bei regelmäßigem EMS-Training mit Personaltrainer, verbessert sich die Körperkomposition bei Frauen im Alter von 45 bis 55 Jahren signifikant.

**Hypothese 1b:** Bei regelmäßigem EMS-Training mit Personaltrainer, verbessert sich die Körperkomposition bei Frauen im Alter von 45 bis 55 Jahren nicht signifikant.

**Hypothese 2a:** Das körperliche Befinden der Probandinnen hat sich verändert innerhalb von zwölf Wochen EMS-Training.

**Hypothese 2b:** Das körperliche Befinden der Probandinnen hat sich nicht verändert innerhalb von zwölf Wochen EMS-Training.

Bei Hypothese 1a und 1b kann die Schlussfolgerung eindeutig aus den erzielten Daten der Körpervermessung anhand eines Signifikanztests erfolgen. Hypothese 2a und 2b werden anhand des Fragebogens beantwortet und stellen eine persönliche Einschätzung der Probandinnen dar.

Hypothesen 1 (a & b) und 2 (a & b) stehen im direkten Zusammenhang mit den Forschungsfragen. Die a-Hypothesen, dienen hier als sogenannte H1 Hypothesen und die b-Hypothesen als Nullhypothesen (H0). Nach Passon und Twer (2020) dient die Nullhypothese immer der Annahme, die Intervention wäre ohne Effekt. Wird eine statistische Signifikanz ( $p < 0,05$ ), oder Hochsignifikanz ( $p < 0,01$ ) nachgewiesen, wird die dazugehörige Nullhypothese verworfen.

## 4 Darstellung der Ergebnisse

Anhand einzeln zugeordneter Diagramme erfolgt die Ergebnisdarstellung. Jede Auswertung eines Teilbereichs der gesamten Körperanalyse wird dargestellt und auf statistische Signifikanz hinterfragt. Ebenso erfolgt eine Ausarbeitung möglicher Korrelationen bei der Ergebnisanalyse. Alle errechneten Daten werden, außer des Signifikanzwertes ( $p$ ), bis zur zweiten Stelle nach dem Komma angegeben. Abschließend werden die Ergebnisse von 33 Befragten grafisch abgebildet, da durch die geschlossenen Fragen von insgesamt 45 ausgesuchten Testpersonen, 33 die Kriterien erfüllen.

### 4.1 Körperanalyse

Die deskriptive Statistik stellt die Untersuchung in übersichtlichen Grafiken dar und beschreibt jede Auswertung optisch, bevor ein Ergebnis formuliert wird. Als abschließendes Gütekriterium einer jeden Auswertung steht ein Signifikanztest. Dieser beweist die Glaubwürdigkeit der Ergebnisse und schließt Zufallswahrscheinlichkeiten aus. Alle Werte der

Tanitaanalyse sind hier der Reihenfolge nach, wie auf dem Körpervermessungsbogen geordnet.

#### 4.1.1 Gewicht

*Tabelle 7: Ergebnisse der Gewichtsanalyse*

<b>Gewicht in Kg</b>	<b>Anfang</b>	<b>Ende</b>	<b>Differenz</b>
Mittelwerte	71,26	70,44	-0,81
Differenz in %			-1,2%
Max	99,7	99,9	5,4
Min	52,7	51,4	-8,5
Varianz	147,19	146,57	6,24
Standardabweichung	12,13	12,10	2,49

*Tabelle 8: t-Test Gewicht*

	<i>Anfangswert</i>	<i>Endwert</i>
Mittelwert	71,26	70,44
Varianz	151,79	151,15
Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,97	
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	1,84	
P(T<=t) einseitig	0,03	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	0,07	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,03	

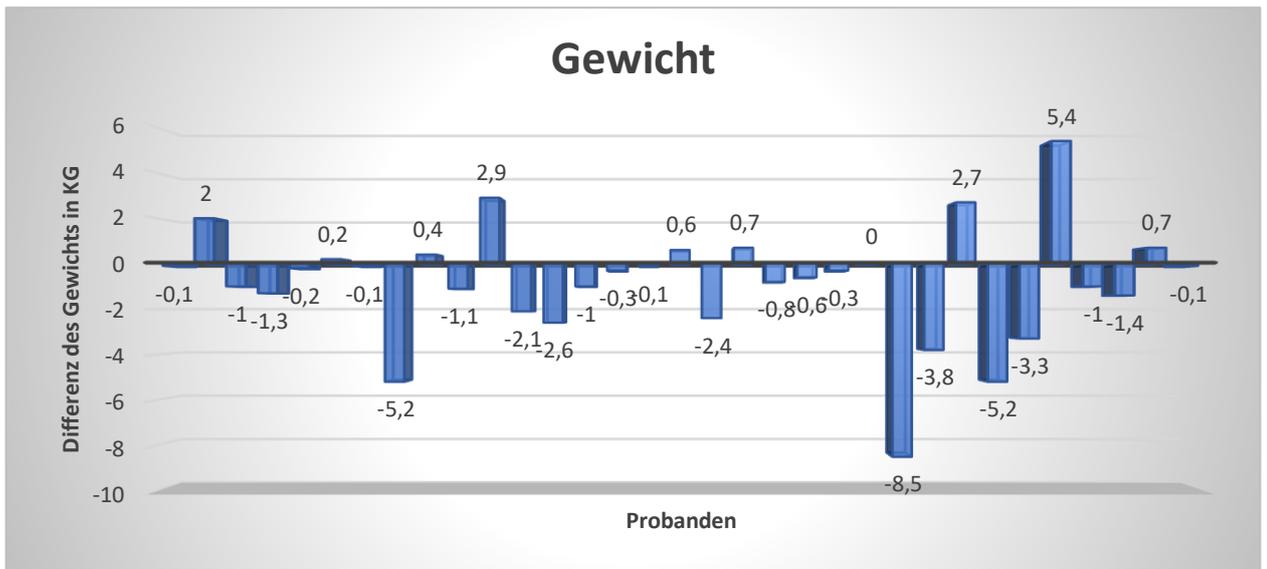


Abbildung 7: Grafische Darstellung der Differenz des Gewichts

In Abbildung 7 werden ausschließlich die Gewichtsveränderungen aller 33 Studienteilnehmerinnen innerhalb der zwölf Wochen dargestellt. Es ist zu erkennen, dass Schwankungen von - 8,5 Kilogramm (Kg), bis hin zu + 5,4 Kg ausgewertet wurden. Neun Testpersonen haben an Gewicht zugenommen, 23 haben Gewicht verloren und bei einem Probanden blieb es unverändert. Zudem geht aus Tabelle 7 hervor, dass die Probanden durchschnittlich  $0,8 \pm 2,5$  Kg Gewicht, über diese Zeit verloren haben. Das entspricht einem Gewichtsverlust von 1,2 %. Die Standardabweichung liegt dabei bei 2,5 Kg um den Mittelwert. Aus Tabelle 8 geht hervor, dass der Signifikanzwert bei rund 0,04 lag und somit gilt  $p < 0,05$  und wird als signifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler ausgeschlossen werden.

#### 4.1.2 Körperfettanteil

Tabelle 9: Ergebnisse der Körperfettanalyse

Körperfettanteil in %	Anfang	Ende	Differenz
Mittelwerte	31,89	30,95	-0,93
Differenz in %			-2,9%
Max	43,5	45,4	1,9
Min	13,9	14	-6,8
Varianz	51,47	49,87	3,45
Standardabweichung	7,17	7,06	1,85

Tabelle 10: t-Test Körperfettanteil

	Anfangswert	Endwert
Mittelwert	31,89	30,95
Varianz	53,08	51,43
Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,96	
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	2,85	
P(T<=t) einseitig	0,003	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	0,007	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,036	

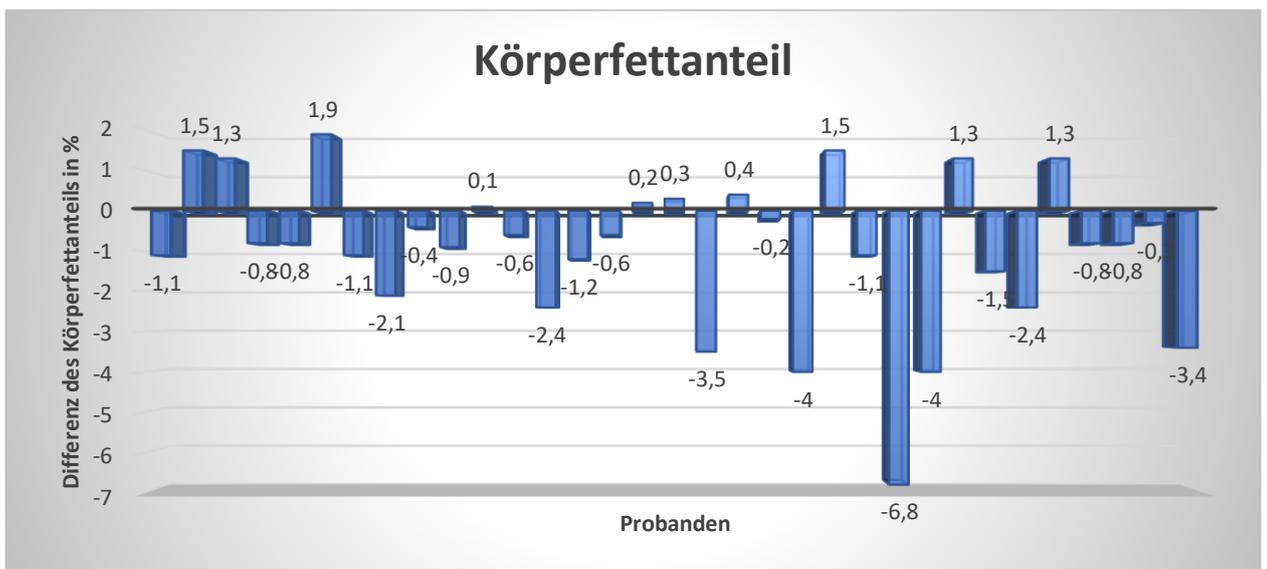


Abbildung 8: Grafische Darstellung der Differenz des Körperfettanteils

Aus Abbildung 8 gehen die Differenzen des Fettanteils hervor. Die Angaben sind in der Einheit Prozent (%) angegeben. Die Ergebnisse schwanken zwischen  $-6,8\%$  und  $+1,9\%$ . Bei zehn Teilnehmerinnen ist ein Anstieg des Körperfettanteils zu verzeichnen. 23 von ihnen haben prozentual Fettanteil verloren. Zudem geht aus Tabelle 9 hervor, dass die Probandinnen durchschnittlich  $0,9 \pm 1,9\%$  Körperfett über die zwölf Wochen verloren haben. Das entspricht einer relativen Senkung von  $2,9\%$ . In Tabelle 10 ist zu sehen, dass der Signifikanzwert bei rund  $0,004$  lag und somit gilt  $p < 0,01$  und wird als hochsignifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler ausgeschlossen werden.

#### 4.1.3 Wasserhaushalt

Tabelle 11: Ergebnisse des Wasserhaushalts

Wasserhaushalt in %	Anfang	Ende	Differenz
Mittelwerte	49,78	50,49	0,71
Differenz in %			1,4%
Max	63	63,5	5,5
Min	42,2	40,9	-2
Varianz	24,81	23,52	2,12
Standardabweichung	4,98	4,85	1,45

Tabelle 12: t-Test Wasserhaushalt

	Anfangswert	Endwert
Mittelwert	49,78	50,49
Varianz	25,59	24,25
Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,95	
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	-2,77	
P(T<=t) einseitig	0,004	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	0,009	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,03	

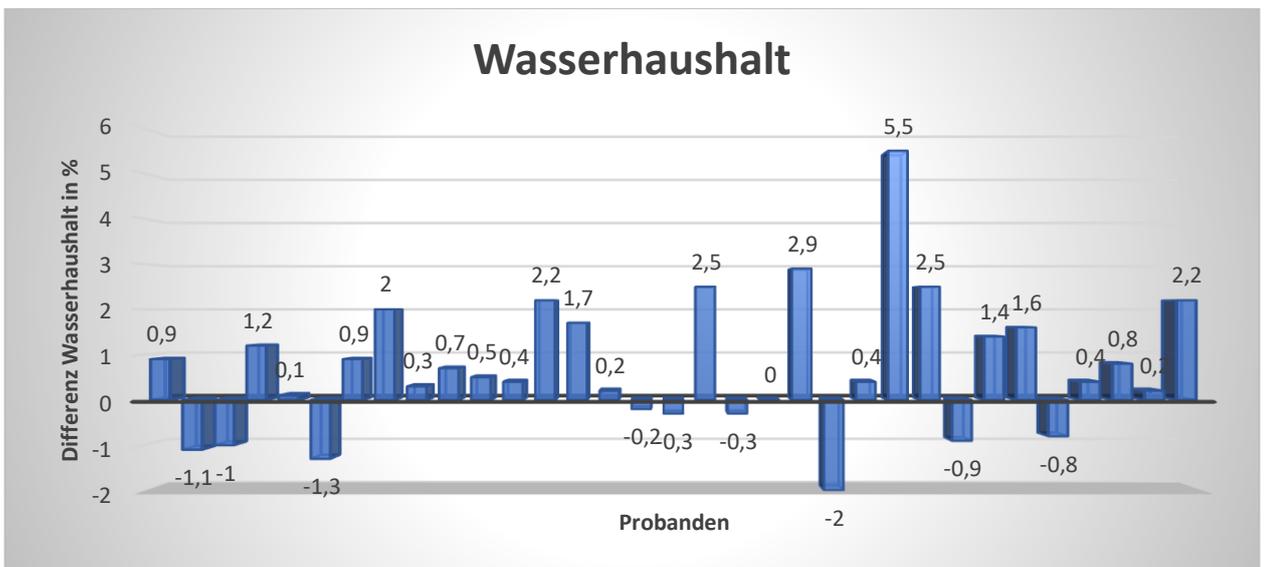


Abbildung 9: Grafische Darstellung der Differenz des Wasserhaushalts

In Abbildung 9 ist zu sehen, wie sich die Differenz des Wasserhaushalts verhält. Die Angaben sind in der Einheit Prozent (%) angegeben. Die Ergebnisse schwanken zwischen – 2 % und + 5,5 %. Bei zehn Teilnehmern ist der Wasserhaushalt prozentual nach unten gegangen. Bei 22 ist er nach oben gegangen und bei einer Probandin ist keine Änderung festzustellen. Zudem ist, wie in Tabelle 11 zu sehen, ein durchschnittlicher Anstieg von  $0,7 \pm 1,5$  % zu verzeichnen, dies bringt eine relative Änderung von 1,4 % mit sich. Aus Tabelle 12 geht hervor, dass der Signifikanzwert bei rund 0,005 lag und somit gilt  $p < 0,01$  und wird als hochsignifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler ausgeschlossen werden.

#### 4.1.4 Muskelmasse

*Tabelle 13: Ergebnisse der Muskelmasse*

<b>Muskelmasse in Kg</b>	<b>Anfang</b>	<b>Ende</b>	<b>Differenz</b>
Mittelwerte	45,49	45,86	0,37
Differenz in %			0,8%
Max	56,5	55,9	2,2
Min	36,5	36,6	-1,9
Varianz	21,30	22,63	0,78
Standardabweichung	4,61	4,75	0,88

	<i>Anfangswert</i>	<i>Endwert</i>
Mittelwert	45,49	45,86
Varianz	21,97	23,33
Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,98	
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	-2,40	
P(T<=t) einseitig	0,011	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	0,022	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,03	

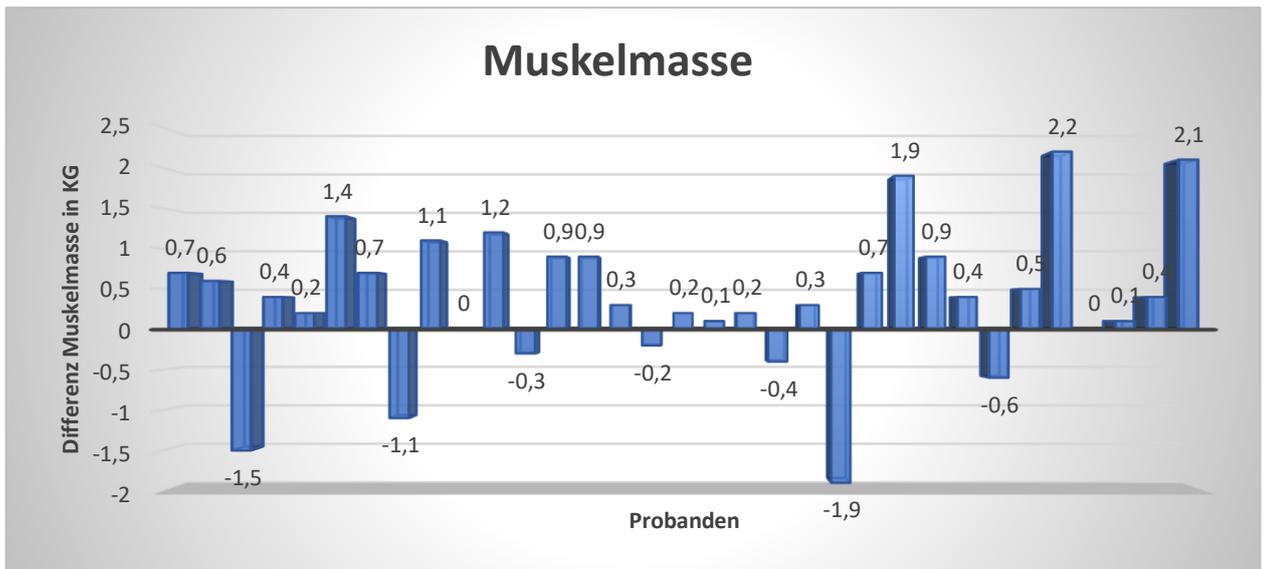


Abbildung 10: Grafische Darstellung der Differenz der Muskelmasse

Aus Abbildung 10 gehen die Differenzen der Muskelmasse hervor. Die Angaben sind in der Einheit Kilogramm (kg) angegeben. Die Ergebnisse schwanken zwischen  $-1,9$  Kg und  $+2,2$  Kg. Sieben Teilnehmerinnen haben Muskelmasse verloren. Bei 24 von ihnen, ist eine Steigerung zu verzeichnen und bei zwei Probandinnen ist keine Änderung festzustellen. Zudem ist, wie in Tabelle 13 zu sehen, ein durchschnittlicher Anstieg von rund  $0,4 \pm 0,9$  Kg zu erkennen, dies bringt eine relative Änderung von  $0,8\%$  mit sich. Aus Tabelle 14 geht hervor, dass der Signifikanzwert bei rund  $0,01$  lag und somit gilt  $p < 0,05$  und wird als signifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler ausgeschlossen werden.

#### 4.1.5 Grundumsatz

Tabelle 14: Ergebnisse des Grundumsatzes

Grundumsatz in kcal	Anfang	Ende	Differenz
Mittelwerte	1435,63	1442,15	6,51
Differenz in %			0,4%
Max	1797	1769	110
Min	1167	1162	-76
Varianz	22321,56	22382,79	1337,88
Standardabweichung	149,40	149,60	36,57

Tabelle 15: t-Test Grundumsatz

	Anfangswert	Endwert
Mittelwert	1435,63	1442,15
Varianz	23019,11	23082,25

Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,97	
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	-1,00	
P(T<=t) einseitig	0,160	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	0,321	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,03	

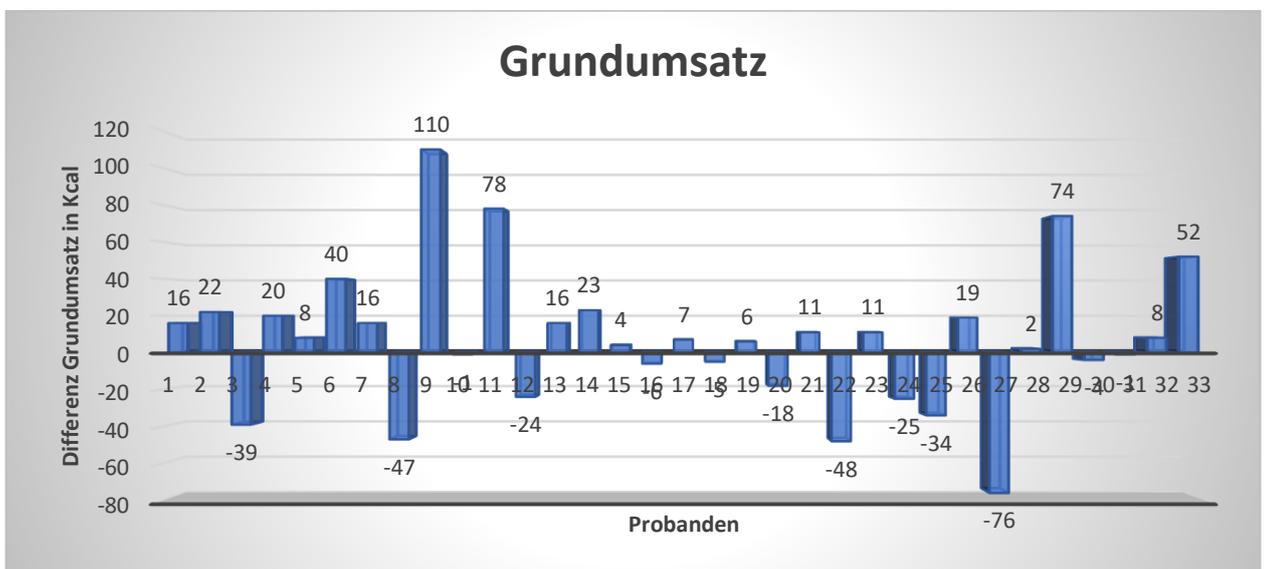


Abbildung 11: Grafische Darstellung der Differenz des Grundumsatzes

Aus Abbildung 11 gehen die Veränderungen des Grundumsatzes hervor. Die erhobenen Daten werden in der Einheit Kilokalorien (Kcal) angegeben. Die Ergebnisse schwanken zwischen – 76 kcal und + 110 Kcal. Bei zwölf Teilnehmerinnen ist eine Verringerung des Grundumsatzes zu erkennen, die restlichen 21 haben die Kalorienanzahl, im Laufe der zwölf Wochen gesteigert. Aus Tabelle 14 geht ein durchschnittlicher Anstieg von rund  $6,5 \pm 36,6$  Kcal hervor, was eine relative Änderung von 0,4 % bedeutet. In Tabelle 15 ist zu sehen, dass der Signifikanzwert bei rund 0,16 lag. Es gilt  $p > 0,05$  und somit wird dieser als nicht signifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler nicht ausgeschlossen werden.

#### 4.1.6 Stoffwechselalter

Tabelle 16: Ergebnisse des Stoffwechselalters

Stoffwechselalter in Jahren	Anfang	Ende	Differenz
Mittelwerte	44,93	43,21	-1,72
Differenz in %			-3,8%
Max	65	66	4
Min	24	26	-16
Varianz	162,60	155,62	14,07
Standardabweichung	12,75	12,47	3,75

Tabelle 17: t-Test Stoffwechselalter

	Anfangswert	Endwert
Mittelwert	44,93	43,21
Varianz	167,68	160,48
Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,95	
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	2,60	
P(T<=t) einseitig	0,006	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	0,013	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,03	

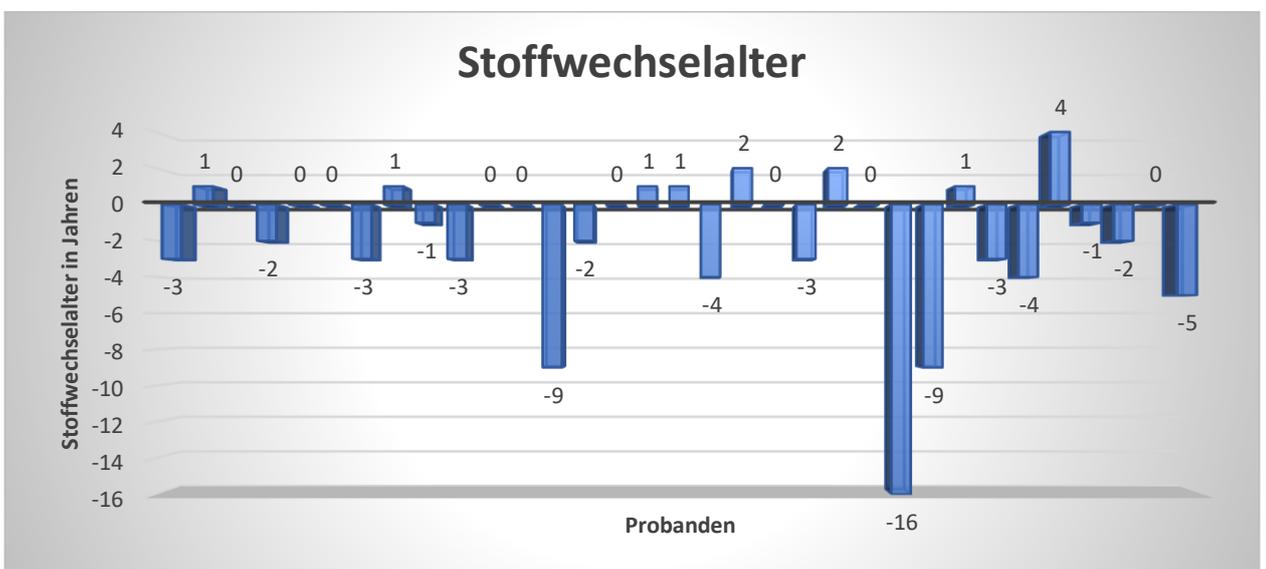


Abbildung 12: Grafische Darstellung der Differenz des Stoffwechselalters

In Abbildung 12 sind die Differenzen des Stoffwechsellalters zu erkennen. Die Daten werden in der Einheit Jahren angegeben. Die Ergebnisse schwanken zwischen – 16 Jahren und + 4 Jahren. 16 Teilnehmerinnen konnten ihr Stoffwechsellalter senken. Bei acht von ihnen hat es sich erhöht und bei den restlichen Neun konnte keine Änderung verzeichnet werden. Aus Tabelle 16 geht eine durchschnittliche Senkung von rund  $1,7 \pm 3,8$  Jahren hervor, was eine relative Änderung von 3,8 % bedeutet. In Tabelle 17 ist zu sehen, dass der Signifikanzwert bei rund 0,007 lag und somit gilt  $p < 0,01$  und wird als hochsignifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler ausgeschlossen werden.

#### 4.1.7 Organfettwert

*Tabelle 18: Ergebnisse des Organfettwerts*

<b>Organfett in Stufen</b>	<b>Anfang</b>	<b>Ende</b>	<b>Differenz</b>
Mittelwerte	5,75	5,43	-0,31
Differenz in %			-5,4%
Max	12,5	13	1
Min	1,5	1,5	-2
Varianz	5,41	5,67	0,43
Standardabweichung	2,32	2,38	0,66

*Tabelle 19: t-Test Organfettwert*

	<i>Anfangswert</i>	<i>Endwert</i>
Mittelwert	5,75	5,43
Varianz	5,58	5,85
Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,96	
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	2,72	
P(T<=t) einseitig	0,005	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	0,010	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,03	

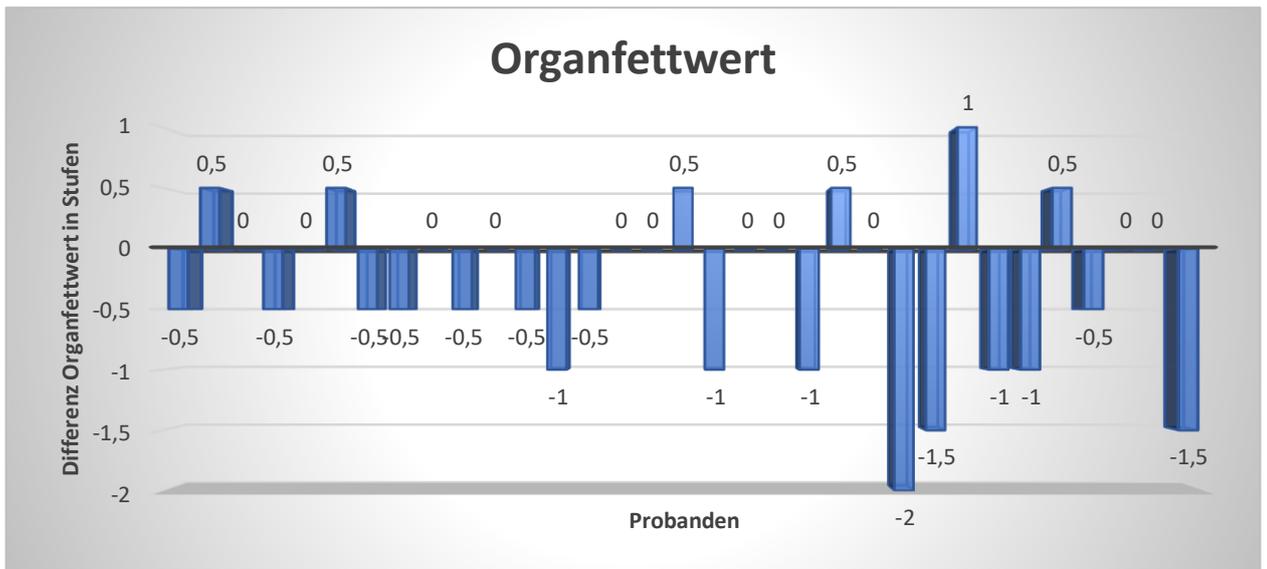


Abbildung 13: Grafische Darstellung der Differenz des Organfettwerts

In Abbildung 13 sind die Differenzen des Organfettwerts zu erkennen. Die Einheit ist hierbei ein Wert, der zur gesundheitlichen Einordnung dient. Die Ergebnisse schwanken zwischen – 2 und + 1. 16 Teilnehmerinnen konnten ihren Organfettwert senken. Bei sechs von ihnen hat er sich erhöht und bei den restlichen elf konnte keine Änderung verzeichnet werden. Aus Tabelle 18 geht eine durchschnittliche Senkung von rund  $0,3 \pm 0,7$  Jahren hervor, was eine relative Änderung von 5,4 % bedeutet. In Tabelle 19 ist zu sehen, dass der Signifikanzwert bei rund 0,005 lag und somit gilt  $p < 0,01$  und wird als hochsignifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler ausgeschlossen werden.

#### 4.2 Umfangsanalyse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Umfangsanalyse grafisch dargestellt. Hierbei beschränkt sich die Auswertung auf die Körperwerte Bauchumfang, Hüftumfang und Oberschenkelumfang. Auf die Darstellung der restlichen Werte aus der Umfangsvermessung wird hier verzichtet. Sie finden im Rahmen der Forschungsfrage keine Relevanz.

Tabelle 20: Gesamtdarstellung der Umfänge

Darstellung der Umfänge in cm	Bauchumfang	Hüftumfang	Beinumfang links	Beinumfang rechts
Mittelwert Anfangswert	85,65	99,88	55,96	56,07
Mittelwert Endwert	84,19	99,88	55,63	55,52

Mittelwert Differenz	-1,46	0,00	-0,33	-0,55
Differenz in %	-1,6%	0,1%	-0,7%	-0,9%
Max	3,2	4,5	3,2	3,0
Min	-6,5	-4,0	-4,0	-5,0
Varianz	3,95	4,08	2,43	2,82
Median	-1,5	-0,5	-0,5	-0,5
Standardabweichung	1,99	2,02	1,56	1,68
kleiner 0	26	18	20	20
größer 0	5	13	11	8
gleich 0	2	2	2	5

#### 4.2.1 Bauchumfang

*Tabelle 21: t-Test Bauchumfang*

	<i>Anfangswert</i>	<i>Endwert</i>
Mittelwert	85,64	84,18
Varianz	141,51	140,67
Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,98	
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	4,14	
P(T<=t) einseitig	0,0001	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	0,0002	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,03	

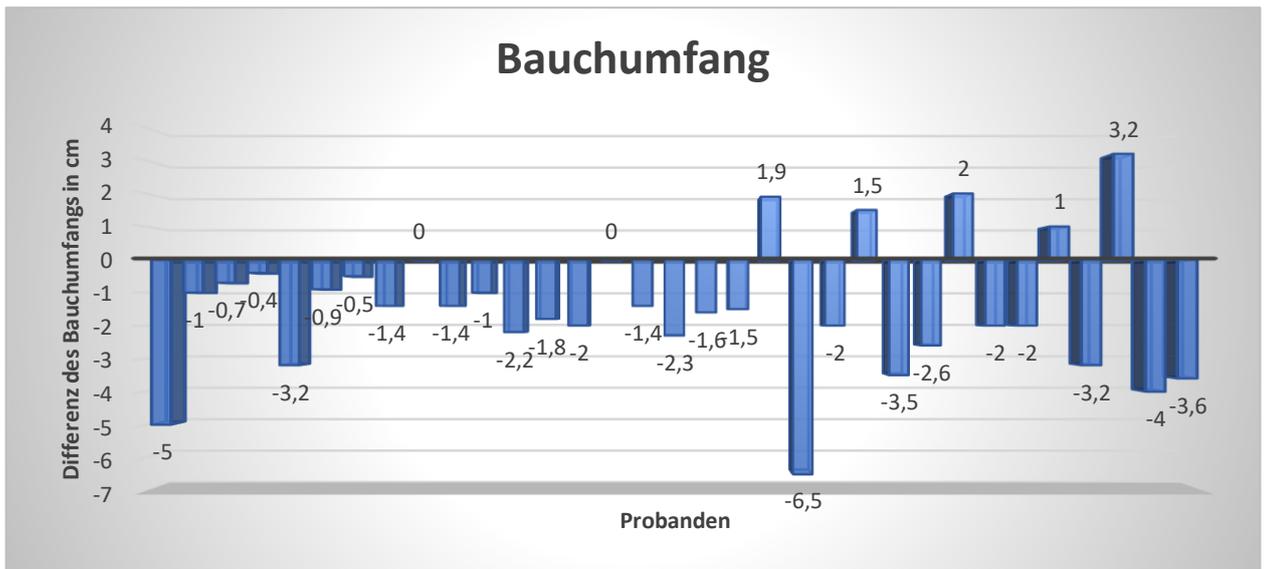


Abbildung 14: Grafische Darstellung der Differenz des Bauchumfangs

In Abbildung 14 ist die Differenz des Bauchumfangs grafisch erläutert. Die erhobenen Werte werden in Centimeter (cm) angegeben. Die Ergebnisse schwanken zwischen  $-6,5$  cm und  $+3,2$  cm. 26 Teilnehmerinnen haben den Bauchumfang verringert. Fünf haben in den zwölf Wochen den Umfang vergrößert und bei zwei der Probanden ist keine Veränderung festzustellen. Eine durchschnittliche Senkung von  $1,5 \pm 2,0$  cm ist in Tabelle 21 zu verzeichnen, was eine relative Änderung von  $1,6\%$  bedeutet. Darüber hinaus ist zu sehen, dass der Signifikanzwert bei  $\text{rund } 0,0001$  lag und somit gilt  $p < 0,01$  und wird als hochsignifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler ausgeschlossen werden.

#### 4.2.2 Hüftumfang

Tabelle 22: t-Test Hüftumfang

	Anfangswert	Endwert
Mittelwert	99,87	99,87
Varianz	59,72	52,53
Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,96	
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	$1,20547E-15$	
P(T<=t) einseitig	0,5	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	1	

Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,03	
---	------	--

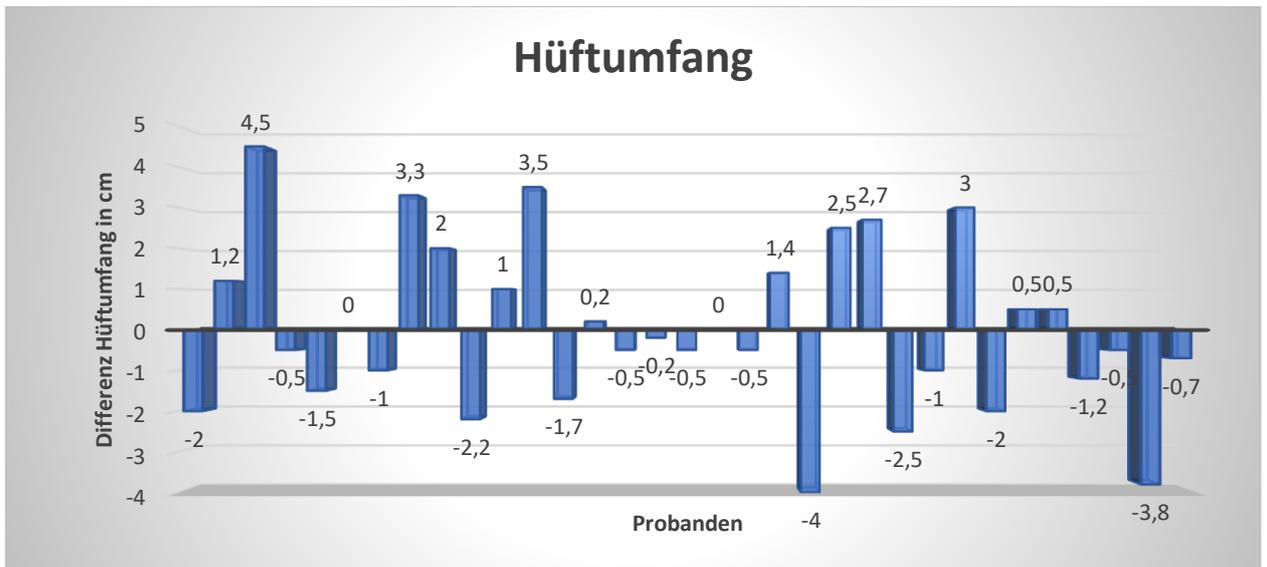


Abbildung 8: Grafische Darstellung der Differenz des Hüftumfangs

In Abbildung 9 werden die Umfangsänderungen an der Hüfte abgebildet. Die erhobenen Daten werden in Centimeter (cm) angegeben. Die Ergebnisse schwanken zwischen – 4 cm und + 4,5 cm. 18 Probandinnen konnten den Umfang verringern. Bei 13 hat er sich vergrößert und bei zwei Teilnehmerinnen ist keine Änderung festzustellen. Aus Tabelle 23 geht eine durchschnittliche Änderung gegen  $0 \pm 2,0$  cm hervor und liegt im negativen Bereich. Somit liegt die relative Veränderung bei rund 0 %. In Tabelle 22 ist zudem zu sehen, dass der Signifikanzwert bei rund 0,5 lag und somit gilt  $p < 0,05$  und wird gerade noch als signifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler ausgeschlossen werden.

#### 4.2.3 Oberschenkelumfang

Tabelle 23: t-Test Beinumfang links

	Anfangswert	Endwert
Mittelwert	55,96	55,63
Varianz	83,67	77,32
Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,98	
Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	1,19	

P(T<=t) einseitig	0,119	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	0,239	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,03	

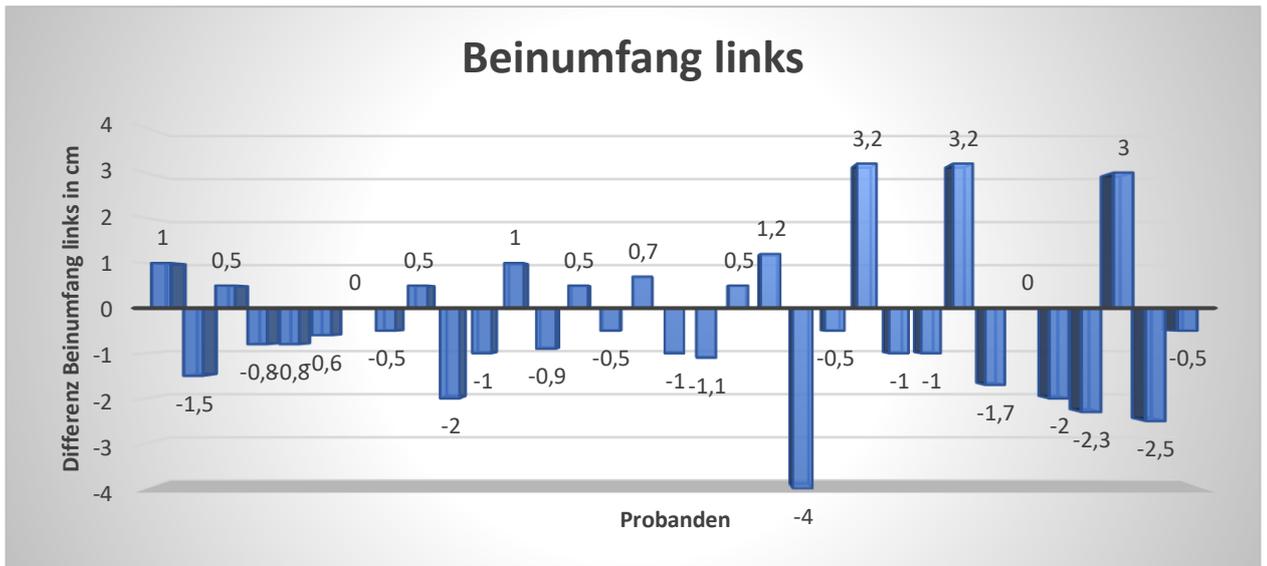


Abbildung 16: Grafische Darstellung der Differenz des Beinumfangs links

In Abbildung 16 werden die Differenzen des Beinumfangs auf der linken Seite dargestellt. Die Daten werden in Centimeter (cm) angegeben. Die Ergebnisse schwanken zwischen – 4 cm und + 3,2 cm. Bei 20 Probandinnen konnte eine Verringerung des Umfangs festgestellt werden. Elf Teilnehmerinnen haben den Beinumfang vergrößert und bei zwei von ihnen konnte keine Veränderung festgestellt werden. Die durchschnittliche Änderung, wie aus Tabelle 23 zu entnehmen, lag bei  $-0,3 \pm 1,6$  cm, was eine relative Änderung von  $-0,7\%$  bedeutet. In Tabelle 23 ist zu sehen, dass der Signifikanzwert bei rund 0,12 lag. Wenn  $p > 0,05$  wird dieser Wert als nicht signifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler nicht ausgeschlossen werden.

Tabelle 24: t-Test Beinumfang rechts

	Anfangswert	Endwert
Mittelwert	56,06	55,52
Varianz	82,50	74,48
Beobachtungen	33	33
Pearson Korrelation	0,98	

Hypothetische Differenz der Mittelwerte	0	
Freiheitsgrade (df)	32	
t-Statistik	1,83	
P(T<=t) einseitig	0,037	
Kritischer t-Wert bei einseitigem t-Test	1,69	
P(T<=t) zweiseitig	0,075	
Kritischer t-Wert bei zweiseitigem t-Test	2,03	

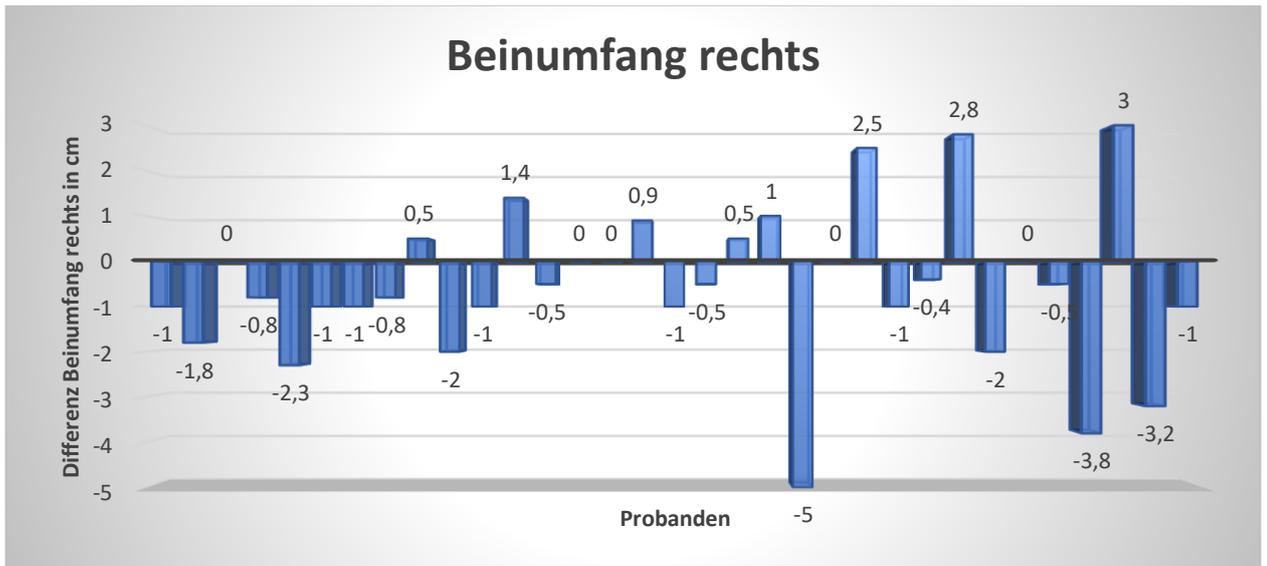


Abbildung 17: Grafische Darstellung der Differenz des Beinumfangs rechts

In Abbildung 17 sind die Differenzen des Beinumfangs auf der rechten Seite zu erkennen. Die Ergebnisse schwanken zwischen  $-5$  cm und  $+3$  cm. Bei 20 Probandinnen hat sich der Umfang verringert. Fünf der Testpersonen erzielten einen unveränderten Wert und bei acht von ihnen konnte eine Vergrößerung festgestellt werden. Die Durchschnittliche Senkung, wie aus Tabelle 24 zu entnehmen, liegt bei  $-0,5 \pm 1,7$  cm, was eine relative Abnahme von 0,9 % ausmacht. In Tabelle 24 ist zu sehen, dass der Signifikanzwert bei rund 0,04 liegt und somit gilt  $p < 0,05$  und wird als signifikant angesehen. Aufgrund dessen kann der Alphafehler ausgeschlossen werden.

#### 4.2.4 Korrelierende Werte

Durch die folgenden Tabellen und Abbildungen, soll ein Überblick über ausgewählte lineare Zusammenhänge der Ergebnisse gegeben werden. Es wird jeweils ein Korrelationskoeffizient errechnet (Gressner & Arndt, 2019). Dieser zeigt die Wahrscheinlichkeit eines linearen Zusammenhangs von Resultaten der Untersuchung. Hierbei gilt, ist der

Korrelationskoeffizient negativ, besteht kein linearer Zusammenhang. Ist der Korrelationskoeffizient positiv, besteht eine Abhängigkeit.

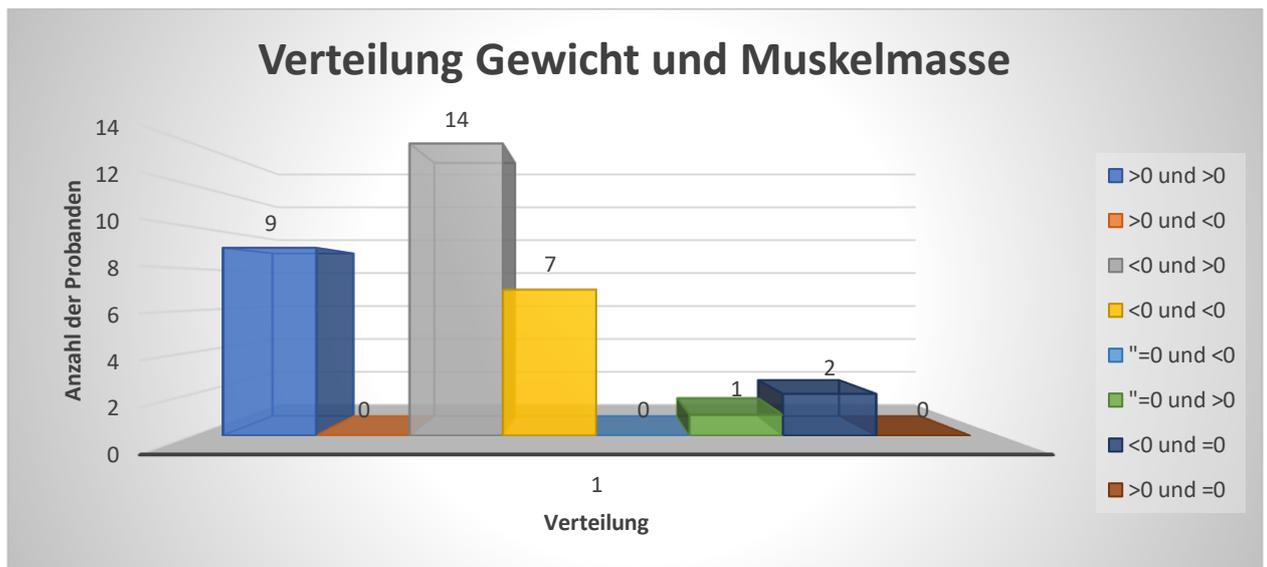
a) *Abhängigkeit Gewicht und Muskelmasse*

*Tabelle 25: Korrelationen Gewicht und Muskelmasse*

Gewicht und Muskelmasse	Anzahl der Treffer	Prozentualer Anteil
>0 und >0	9	27%
>0 und <0	0	0%
<0 und >0	14	42%
<0 und <0	7	21%
"=0 und <0	0	0%
"=0 und >0	1	3%
<0 und =0	2	6%
>0 und =0	0	0%

*Tabelle 26: Korrelationskoeffizient Gewicht und Muskelmasse*

Gewicht und Muskelmasse	Ergebnisse
Korrelationskoeffizient	0,20
n (Stichprobenmenge)	33
t-Test Statistik	1,15
df (n-2)	31
p (zweiseitige Verteilung)	0,25



*Abbildung 18: Darstellung der Verteilung von Gewicht und Muskelmasse*

Aus Tabelle 25 geht hervor, wie sich das Verhältnis zwischen dem Gewicht und der Muskelmasse der Teilnehmerinnen verändert hat. Neun (27%) haben an Gewicht und gleichzeitig an Muskelmasse gewonnen. 14 (42%) von 33 haben an Gewicht verloren während sich die Muskelmasse positiv verändert hat. Sieben (21%) haben an beidem verloren. Bei einer Probandin ist das Gewicht konstant geblieben, jedoch hat die Person mehr Muskulatur als vor der Studie und bei zwei der Testpersonen ist das Gewicht gesunken und die Muskelmasse gestiegen. Andere Zusammensetzungen sind nicht eingetreten, was grafisch in Abbildung 18 dargestellt wird. Aus Tabelle 26 geht hervor, dass der Zusammenhang zwischen Gewicht und Muskelmasse bei einem positiven Wert von 0,2 liegt. Damit korrelieren die Werte moderat.

*b) Abhängigkeit Gewicht und Körperfettanteil*

*Tabelle 27: Korrelation von Gewicht und Körperfettanteil*

<b>Gewicht und Körperfettanteil</b>	<b>Anzahl der Treffer</b>	<b>Prozentualer Anteil</b>
>0 und >0	7	21%
>0 und <0	2	6%
<0 und >0	3	9%
<0 und <0	20	61%
"=0 und <0	1	3%
"=0 und >0	0	0%
<0 und =0	0	0%
>0 und =0	0	0%

*Tabelle 28: Korrelationskoeffizient Gewicht und Körperfettanteil*

<b>Gewicht und Körperfettanteil</b>	<b>Ergebnisse</b>
Korrelationskoeffizient	0,72
n (Stichprobenmenge)	33
t-Test Statistik	5,88
df (n-2)	31
p (zweiseitige Verteilung)	1,69584E-06

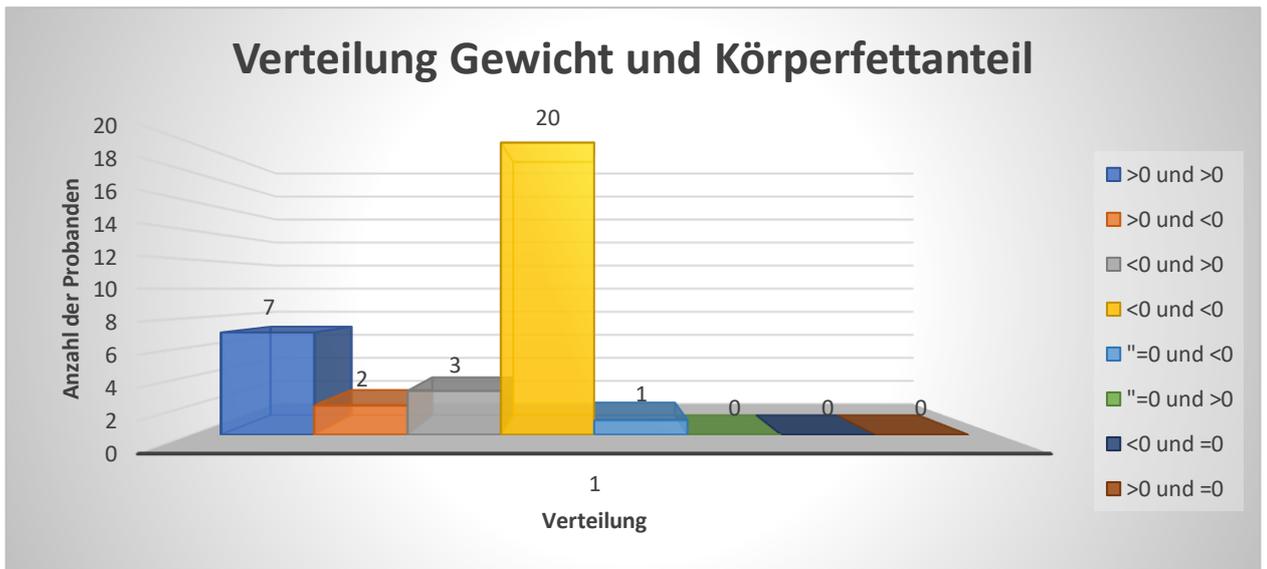


Abbildung 99: Darstellung der Verteilung von Gewicht und Körperfettanteil

In Tabelle 27 ist zu sehen, wie sich das Verhältnis zwischen dem Gewicht und dem Körperfettanteil der Teilnehmerinnen verändert hat. Sieben (21%) haben an Gewicht und gleichzeitig an Körperfettanteil gewonnen. 20 (61%) von 33 haben an Gewicht und Körperfettanteil verloren. Bei Zwei (6%) Testpersonen ist das Gewicht angestiegen und der Körperfettanteil gesunken. Drei (9%) der Probandinnen haben an Gewicht verloren aber an Körperfettanteil zugenommen. Dass Ersteres (Gewicht) gleichgeblieben und Letzteres (Körperfettanteil) niedriger geworden ist, ist bei einer (3%) Person eingetreten. Andere Zusammensetzungen sind nicht eingetreten, was grafisch in Abbildung 19 dargestellt wird. Der Korrelationskoeffizient der beiden Merkmale liegt, wie in Tabelle 28 zu sehen, bei rund 0,73. Damit korrelieren die Werte hoch positiv miteinander.

#### c) Abhängigkeit von Muskelmasse und Grundumsatz

Tabelle 29: Korrelation von Muskelmasse und Grundumsatz

Muskelmasse und Grundumsatz	Anzahl der Treffer	Prozentualer Anteil
>0 und >0	20	61%
>0 und <0	4	12%
<0 und >0	0	0%
<0 und <0	7	21%
"=0 und <0	2	6%
"=0 und >0	0	0%
<0 und =0	0	0%
>0 und =0	0	0%

Tabelle 30: Korrelationskoeffizient Muskelmasse und Grundumsatz

Muskelmasse und Grundumsatz	Ergebnisse
Korrelationskoeffizient	0,70
n (Stichprobenmenge)	33
t-Test Statistik	5,52
df (n-2)	31
p (zweiseitige Verteilung)	4,71508E-06

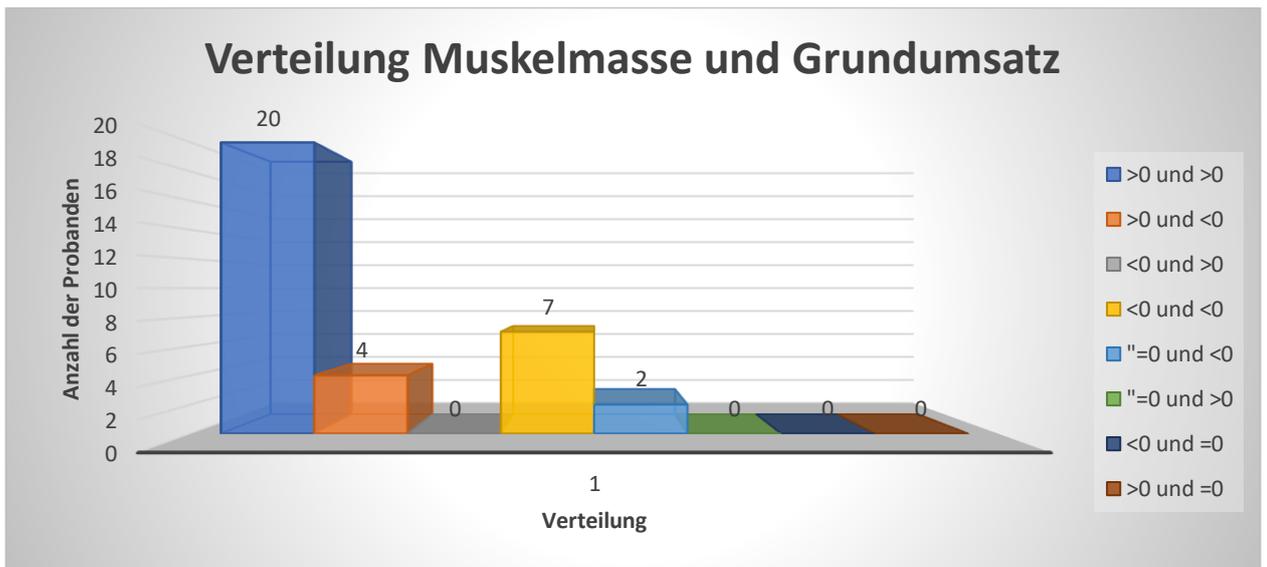


Abbildung 20: Darstellung der Verteilung von Muskelmasse und Grundumsatz

Aus Tabelle 29 geht hervor, wie sich das Verhältnis zwischen der Muskelmasse und dem Grundumsatz der Teilnehmerinnen verändert hat. 20 (61%) von ihnen haben an beidem zugelegt. Vier (12%) haben an Muskelmasse gewonnen und an Grundumsatz verloren. Sieben (21%) der Probandinnen haben an Muskulatur sowie an Grundumsatz pro Tag abgenommen und zwei (6%) der Teilnehmerinnen, haben an Muskelmasse weder ab noch zugenommen aber an Grundumsatz verloren. Andere Zusammensetzungen sind nicht eingetreten, was grafisch in Abbildung 20 dargestellt wird. Der Korrelationskoeffizient der beiden Merkmale liegt, wie in Tabelle 30 zu sehen, bei einem positiven Wert von rund 0,70. Damit kann es als hoch korrelierend eingestuft werden.

d) Abhängigkeit von Körperfettanteil und Stoffwechsel

Tabelle 31: Korrelation von Körperfettanteil und Stoffwechsel

Gewicht und Körperfettanteil	Anzahl der Treffer	Prozentualer Anteil
>0 und >0	7	21%
>0 und <0	2	6%
<0 und >0	3	9%
<0 und <0	20	61%
"=0 und <0	1	3%
"=0 und >0	0	0%
<0 und =0	0	0%
>0 und =0	0	0%

Tabelle 32: Korrelationskoeffizient Körperfettanteil und Stoffwechselalter

Körperfettanteil und Stoffwechselalter	Ergebnisse
Korrelationskoeffizient	0,85
n (Stichprobenmenge)	33
t-Test Statistik	9,08
df (n-2)	31
p (zweiseitige Verteilung)	2,99697E-10



Abbildung 21: Darstellung der Verteilung von Körperfettanteil und Stoffwechselalter

In Tabelle 31 ist zu sehen, wie sich das Verhältnis zwischen dem Körperfettanteil und dem Stoffwechselalter der Teilnehmerinnen verändert hat. Sieben (21%) der Probandinnen haben

an Körperfettanteil gewonnen und zudem ein höheres Stoffwechselalter. Bei 16 (48%) sind beide Parameter gesunken. Sechs (18%) haben einen geringeren Körperfettanteil und das Stoffwechselalter ist gleichgeblieben. Bei drei (9%) Testpersonen ist Letzteres gleichgeblieben und zusätzlich ist der Körperfettanteil gestiegen. Eine (3%) Probandin hat nach Abschluss der Studie ein geringeren Körperfettanteil und ein höheres Stoffwechselalter. Andere Zusammensetzungen sind nicht eingetreten, was grafisch in Abbildung 21 dargestellt wird. Der Korrelationskoeffizient der beiden Merkmale liegt, wie in Tabelle 32 zu sehen, bei einem positiven Wert von rund 0,85. Damit können sie als hoch korrelierend eingestuft werden.

*e) Abhängigkeit von Körperfettanteil und Organfett*

*Tabelle 33: Korrelation von Körperfettanteil und Organfett*

<b>Körperfettanteil und Organfett</b>	<b>Anzahl der Treffer</b>	<b>Prozentualer Anteil</b>
>0 und >0	6	18%
>0 und <0	0	0%
<0 und >0	0	0%
<0 und <0	16	48%
"=0 und <0	7	21%
"=0 und >0	4	12%
<0 und =0	0	0%
>0 und =0	0	0%

*Tabelle 34: Korrelationskoeffizient Körperfettanteil und Organfettwert*

<b>Körperfettanteil und Organfett</b>	<b>Ergebnisse</b>
Korrelationskoeffizient	0,51
n (Stichprobenmenge)	33
t-Test Statistik	3,34
df (n-2)	31
p (zweiseitige Verteilung)	0,002

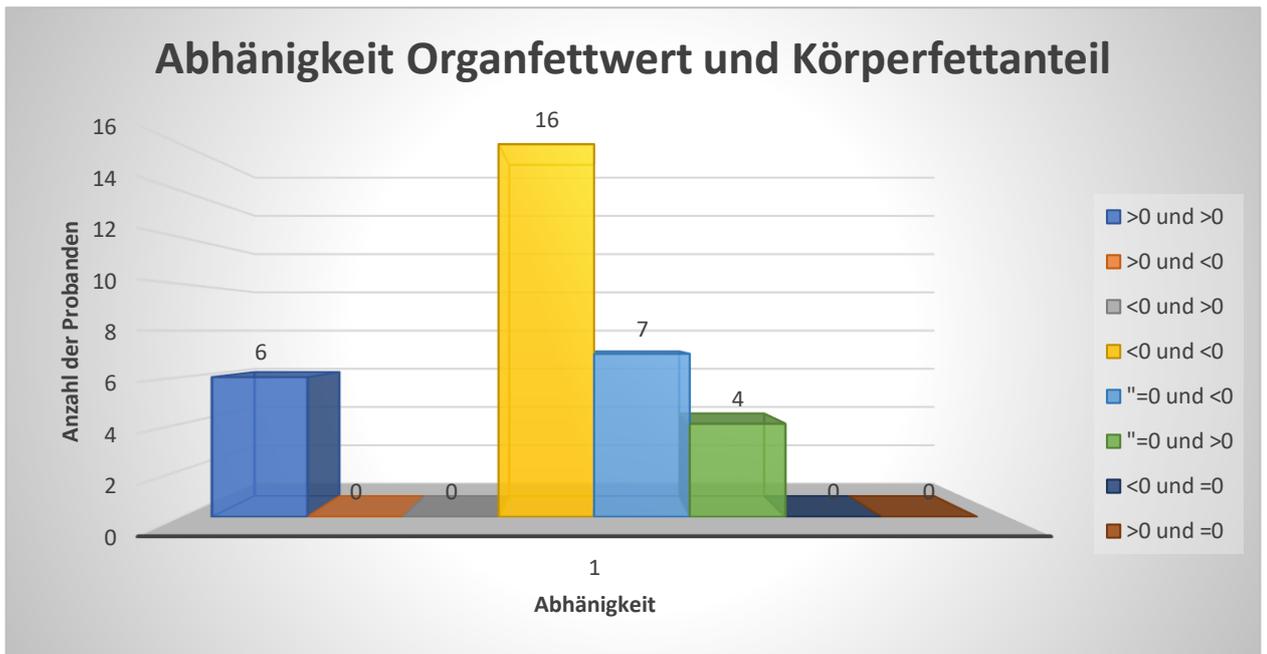


Abbildung 22: Darstellung der Verteilung von Körperfettanteil und Organfett

Aus Tabelle 33 geht hervor, wie sich das Verhältnis zwischen dem Organfett und dem Körperfettanteil der Teilnehmerinnen verändert hat. Sechs (18%) haben an Organfett, sowie an Körperfettanteil zugelegt. Bei 16 (48%) der 33 Testpersonen konnten nach der Studie ein geringerer Organfettwert und ein geringerer Körperfettanteil verzeichnet werden. Sieben (21%) haben an Fettanteil verloren während der Organfettwert gleichgeblieben ist und vier (12%) haben bei gleichem Organfettwert an Körperfettanteil zugenommen. Andere Zusammensetzungen sind nicht eingetreten, was grafisch in Abbildung 22 dargestellt wird. Wie in Tabelle 34 zu sehen ist, liegt der Korrelationskoeffizient bei rund 0,52. Damit können die Merkmale als moderat positiv korrelierend eingestuft werden.

#### f) Abhängigkeit von Körperfettanteil und Bauchumfang

Tabelle 35: Korrelation Körperfettanteil und Bauchumfang

Körperfettanteil und Bauchumfang	Anzahl der Treffer	Prozentualer Anteil
>0 und >0	2	6%
>0 und <0	8	24%
<0 und >0	3	9%
<0 und <0	18	55%
"=0 und <0	0	0%
"=0 und >0	0	0%
<0 und =0	2	6%
>0 und =0	0	0%

Tabelle 36: Korrelationskoeffizient Körperfettanteil und Bauchumfang

Körperfettanteil und Bauchumfang	Ergebnisse
Korrelationskoeffizient	0,45
n (Stichprobenmenge)	33
t-Test Statistik	2,88
df (n-2)	31
p (zweiseitige Verteilung)	0,007

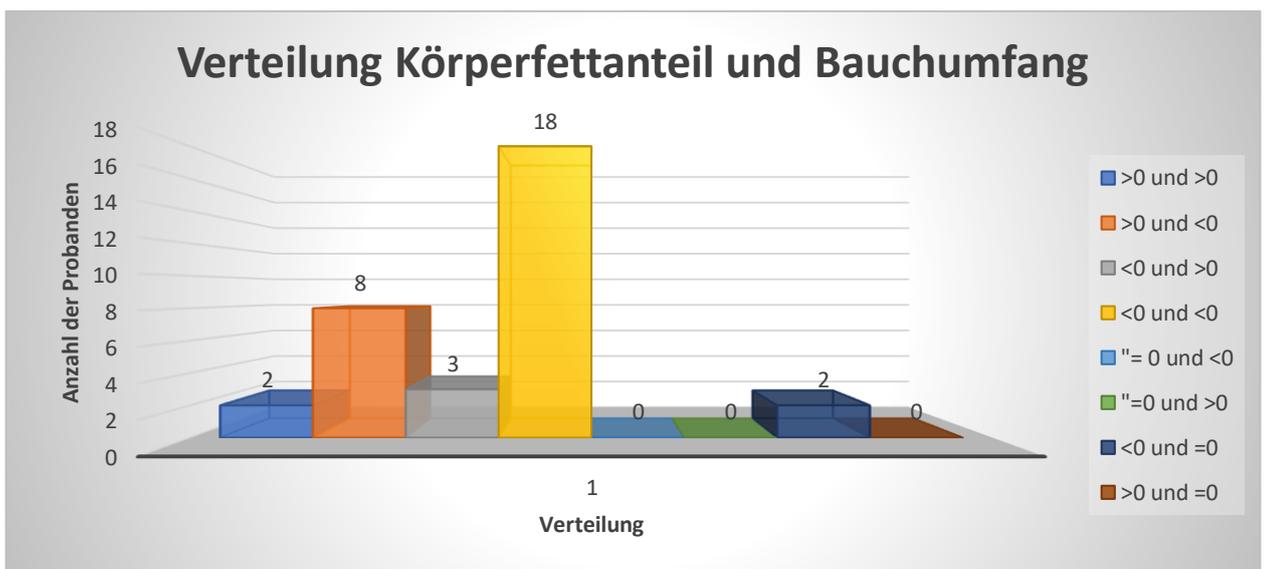


Abbildung 23: Darstellung der Verteilung von Körperfettanteil und Bauchumfang

Tabelle 35 zeigt das Verhältnis der Veränderung von dem Körperfettanteil zum Bauchumfang der Probandinnen. Zu erkennen ist, dass 18 (55%) der Teilnehmerinnen beide Werte senken konnten. 8 (24%) haben nach Abschluss der Studie einen höheren Körperfettanteil sowie einen geringeren Bauchumfang. Zwei (6%) der 33 Testpersonen haben beide Werte gesteigert. Bei weiteren zwei (6%) Testpersonen konnte, bei gleichem Bauchumfang, ein geringerer Körperfettanteil verzeichnet werden. Drei (9%) Personen mit geringerem Körperfettanteil und größerem Bauchumfang konnten zudem verzeichnet werden. Andere Zusammensetzungen sind nicht eingetreten, was grafisch in Abbildung 23 dargestellt wird. Wie aus Tabelle 36 zu entnehmen ist, liegt der Korrelationskoeffizient der beiden Merkmale bei rund 0,46. Damit können die Werte als moderat positiv korrelierend eingestuft werden.

#### 4.3 Ergebnisse der Befragung

In den folgenden Abbildungen werden die Ergebnisse der Befragung graphisch dargestellt.

#### 4.3.1 Geschlossene Fragen

##### 4.3.1.1 Anonymisierte Datenverwertung

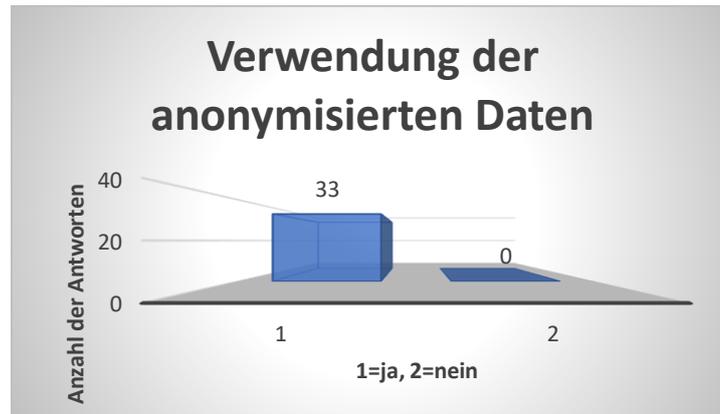


Abbildung 24: Grafische Darstellung der Antworten (Verwendung der anonymisierten Daten)

Abbildung 24 ist zu entnehmen, dass 33 Probandinnen in die Auswertung aufgenommen worden sind. Alle Befragten haben zugestimmt, ihre Daten für diese Arbeit zur Verfügung zu stellen. Die Antwort „nein“ wurde als Ausschlusskriterium gewertet.

##### 4.3.1.2 Zugehörigkeit Altersgruppe

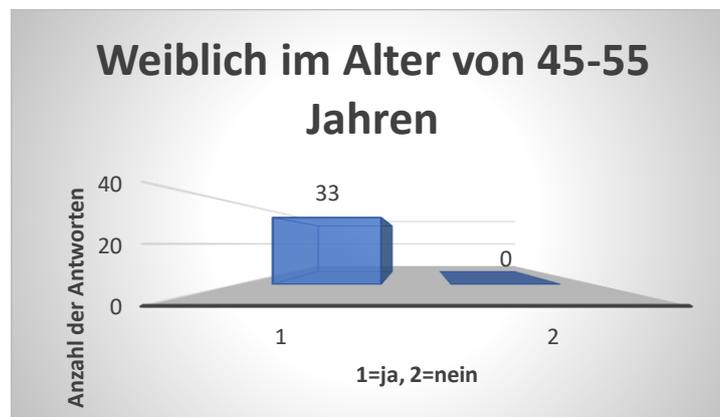


Abbildung 25: Grafische Darstellung des Geschlechts und des Alters

In Abbildung 25 ist die Altersgruppe und das Geschlecht der Probandinnen zu sehen. Gesucht wurden Frauen im Alter zwischen 45 und 55 Jahren. 33 der Befragten befinden sich in dem gewünschten Alter. Die Antwort „nein“ wird als Ausschlusskriterium gewertet.

#### 4.3.1.3 Trainingsregelmäßigkeit

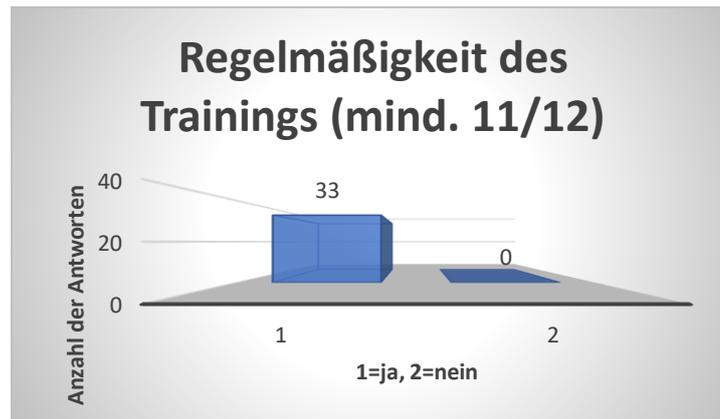


Abbildung 26: Grafische Darstellung der Trainingsregelmäßigkeit

Aus Abbildung 26 geht die Regelmäßigkeit des Trainings hervor. Diese muss bei mindestens elf Einheiten in den zwölf Wochen liegen. Das nicht-Erreichen dieser Anzahl gilt als Ausschlusskriterium. Jede der Frauen hat diese Vorgabe erfüllt.

#### 4.3.1.4 Einhaltung Check-up Bogen

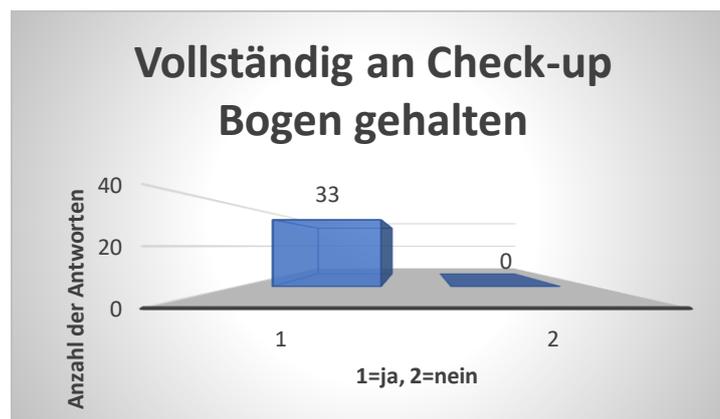


Abbildung 27: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich des Check-up Bogens

In Abbildung 27 ist zu erkennen, wie viele der Probandinnen sich vollständig an den Check-up-Bogen gehalten haben. Die nicht Einhaltung einer Vorgabe im Check-up Bogen ist ein Ausschlusskriterium. Alle Teilnehmerinnen haben die Vorgaben eingehalten.

#### 4.3.1.5 Grundlagen Ernährung

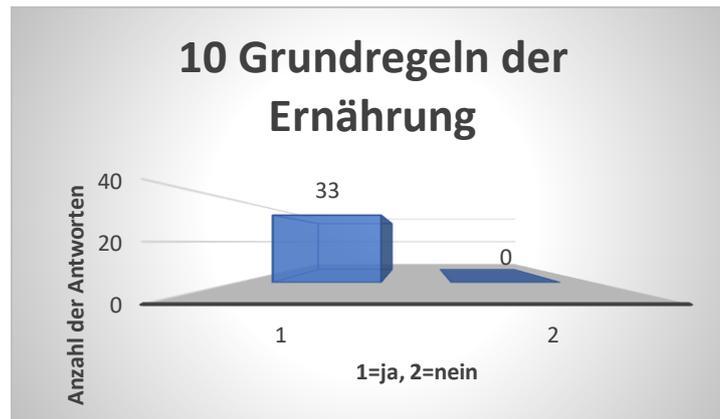


Abbildung 10: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich der "10 Grundregeln der Ernährung"

Aus Abbildung 28 wird grafisch veranschaulicht ob die „10 Grundregeln der Ernährung“ erläutert worden sind. Die Antwort „nein“ gilt als Ausschlusskriterium. 33 der Teilnehmerinnen antworteten mit „ja“.

#### 4.3.1.6 Dauerhafte Methode

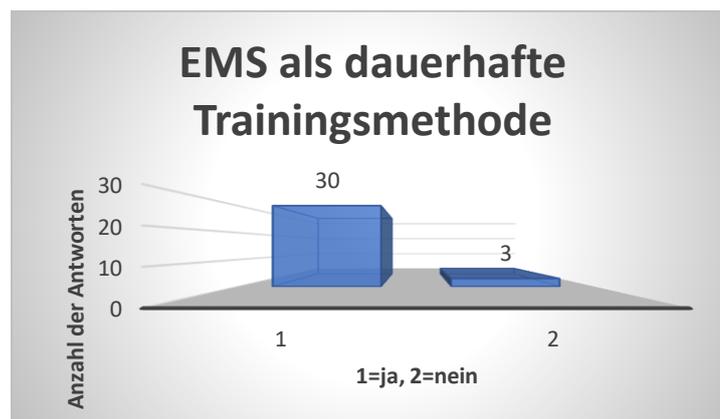


Abbildung 11: Grafische Darstellung der Antworten der Weiterführung von EMS Training

In Abbildung 29 geht hervor, wie viele Probandinnen EMS Training langfristig fortsetzen. 30 (91 %) Frauen geben an, dass sie diese Trainingsmethode dauerhaft weiterführen wollen. Drei (9 %) beendeten nach den 12 Wochen das GK-EMS.

## 4.3.2 Offene Fragen

### 4.3.2.1 Änderung Essverhalten

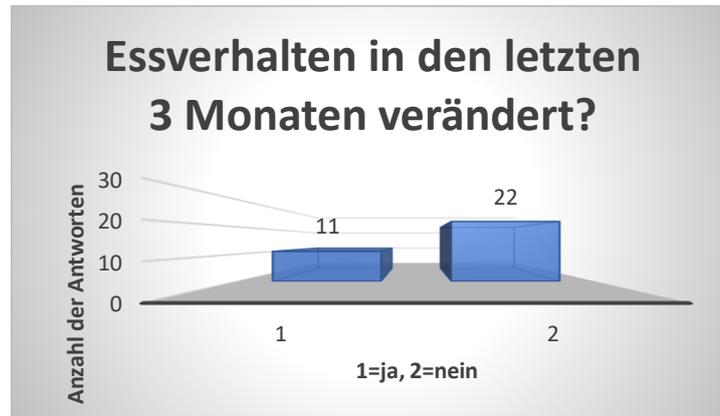


Abbildung 30: Grafische Darstellung der Veränderung des Essverhaltens

Aus der Abbildung 30 geht hervor, ob die Teilnehmerinnen ihr Essverhalten innerhalb der 12 Wochen verändert haben. 22 (66 %) gaben an, ihre Gewohnheiten nicht verändert zu haben. Wohingegen elf (33 %) Frauen ihre Ernährung umgestellt haben.

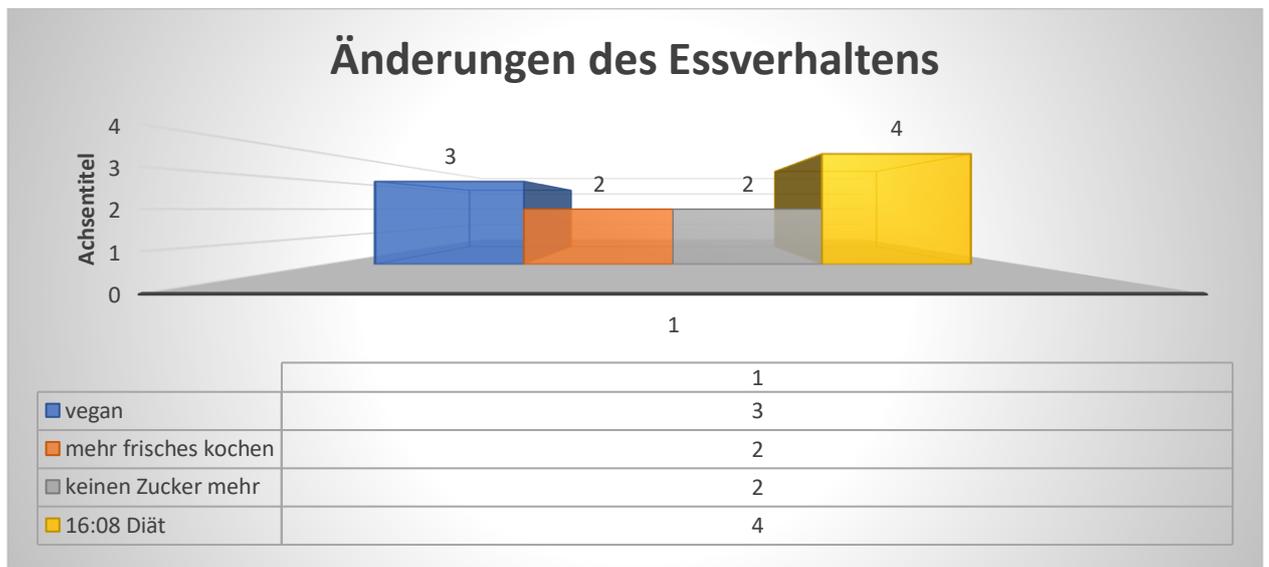


Abbildung 31: Grafische Darstellung der Antworten

In Abbildung 31 ist zu erkennen, welche neuen Essgewohnheiten die Probandinnen in der Umfrage angegeben haben. Vier Teilnehmerinnen haben Intervallfasten (16:8) in ihren Alltag integriert. Drei Testpersonen gaben an, innerhalb der zwölf Wochen auf vegane Kost umgestiegen zu sein. Zwei Probandinnen gaben an, keinen Zucker gegessen zu haben und weitere zwei gaben an, häufiger frische Mahlzeiten zubereitet zu haben.

#### 4.3.2.2 Veränderung Körpergefühl

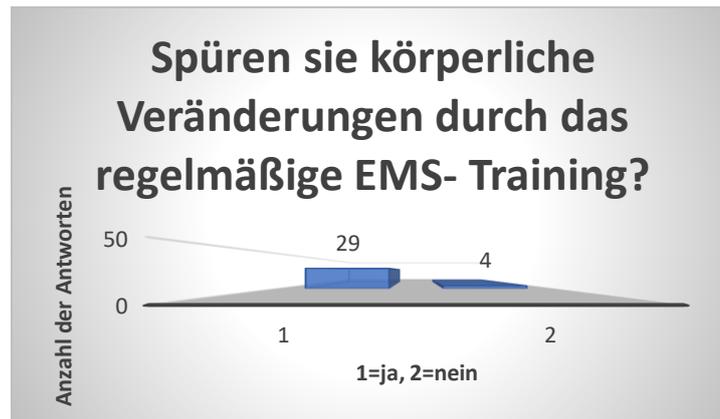


Abbildung 32: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich der körperlichen Veränderungen

In Abbildung 32 ist zu sehen, wie viele der Teilnehmerinnen eine körperliche Veränderung nach den zwölf Wochen gespürt haben. Vier (12 %) der 33 Probandinnen können keine Veränderungen feststellen, wohingegen 29 (88 %) von ihnen unterschiedliche Änderungen bemerken konnten.

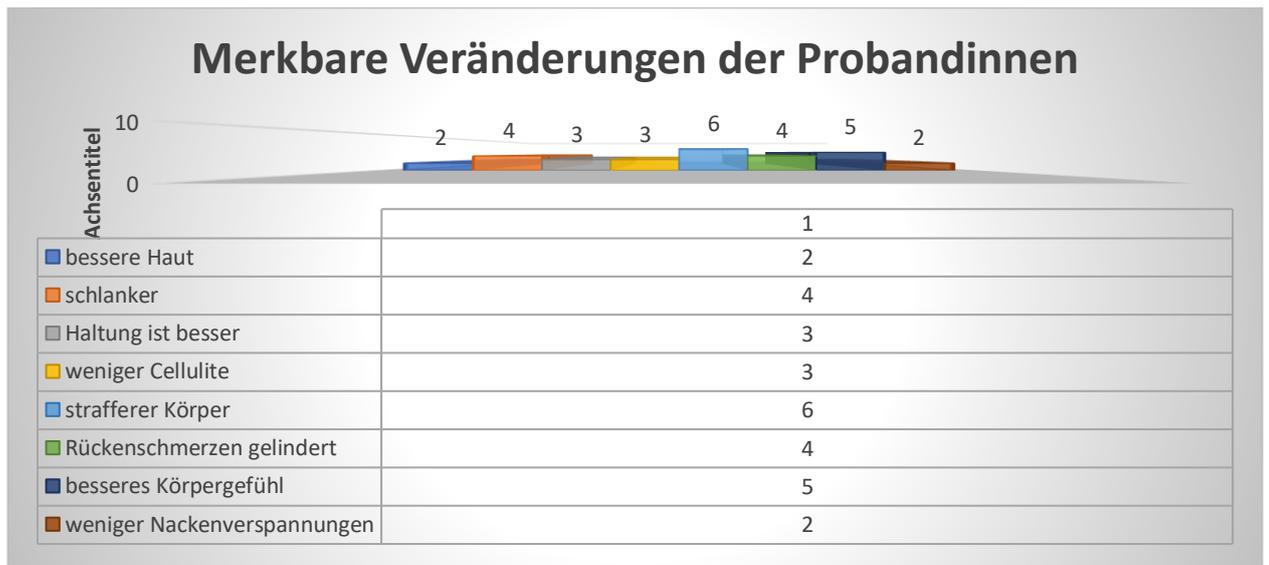


Abbildung 33: Grafische Darstellung der Antworten

In Abbildung 33 wird aufgelistet, welche Veränderungen die 29 Probandinnen bemerkt haben. Bei zwei (7 %) Frauen hat sich das Hautbild verbessert. Vier (14 %) Probandinnen fühlten sich schlanker. Drei (10 %) der Testpersonen beschrieben eine Verbesserung der Haltung. Darüber hinaus haben drei (10 %) Befragte angegeben, weniger Cellulite zu haben. Sechs (21 %) der Teilnehmerinnen gaben an, einen strafferen Körper bekommen zu haben. Vier (4 %) haben ihre Rückenschmerzen gelindert. Fünf (17%) Befragte gaben an ihr Körpergefühl verbessert zu haben und zwei (7 %) der 29 haben ihre Nackenverspannungen vermindert.

### 4.3.3 Likert-Skala

#### 4.3.3.1 Subjektive Belastungsgrenze



Abbildung 34: Grafische Darstellung der durchschnittlichen Intensität

In Abbildung 34 wird die durchschnittliche Belastungsintensität in den Trainingseinheiten dargestellt. Um dies messbar zu machen, wird eine vereinfachte BORG-Skala verwendet, welche von 1-10 geht (Löllgen, 2004). Eins ist dabei die niedrigste Intensität und zehn liegt im individuellen maximalen Leistungsbereich der Testperson. Keine, der hier aufgeführten Probandinnen hat unter der Stufe sieben trainiert. Acht (24 %) Frauen haben auf einer Belastungsintensität von sieben trainiert. Elf (33 %) haben auf einer acht von zehn trainiert. Zehn (30%) der Teilnehmerinnen haben im submaximalen Bereich auf der Stufe neun trainiert. Darüber hinaus haben vier (12 %) der 33 angegeben, durchschnittlich auf der höchsten Belastungsstufe trainiert zu haben.

#### 4.3.3.2 Zusätzliches Sportprogramm

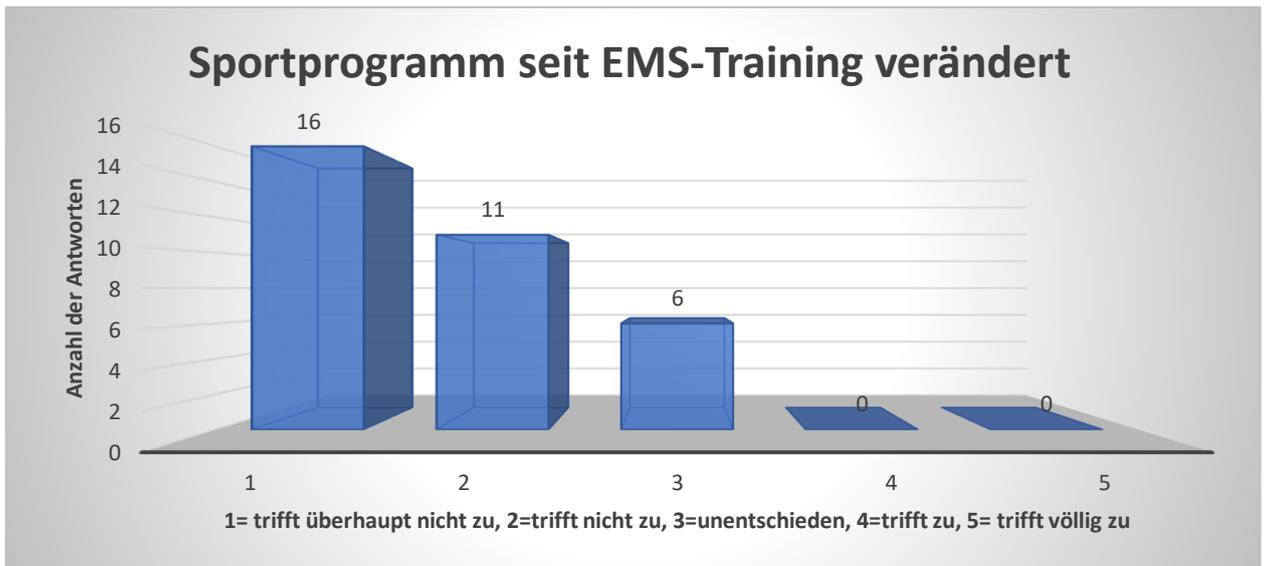


Abbildung 35: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich des zusätzlichen Sportprogramms

Aus der Abbildung 35 ist zu entnehmen, ob sich das Sportprogramm der Teilnehmerinnen innerhalb der zwölf Wochen verändert hat. Dabei antworteten 16 (48 %) mit „trifft überhaupt nicht zu“. „Trifft nicht zu“ kreuzten Elf (33 %) der 33 Befragten an. Sechs (18 %) wählen „unentschieden“. „Trifft zu“ und „trifft voll zu“ wird von keiner der 33 Testpersonen ausgewählt.

#### 4.3.3.3 Gesundheit

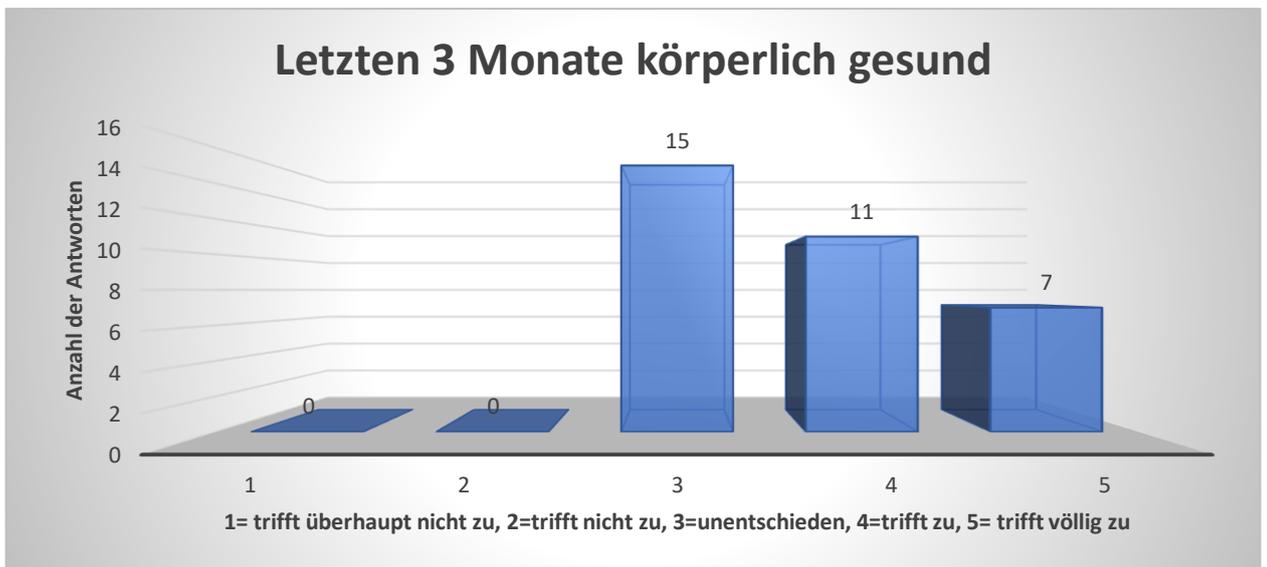


Abbildung 36: Grafische Darstellung bezüglich der körperlichen Gesundheit der letzten 3 Monate

In Abbildung 36 ist zu erkennen, wie die Probandinnen auf die Frage, ob sie sich in den zwölf Wochen körperlich gesund gefühlt haben, antworteten. Keine der Frauen antwortete

mit „trifft überhaupt nicht zu“ oder „trifft nicht zu“. 15 (45 %) kreuzen „unentschieden“ an. Elf (33 %) reagieren mit der Antwort „trifft zu“ und sieben (21 %) wählen „trifft völlig zu“ aus.

#### 4.3.3.4 Menopause

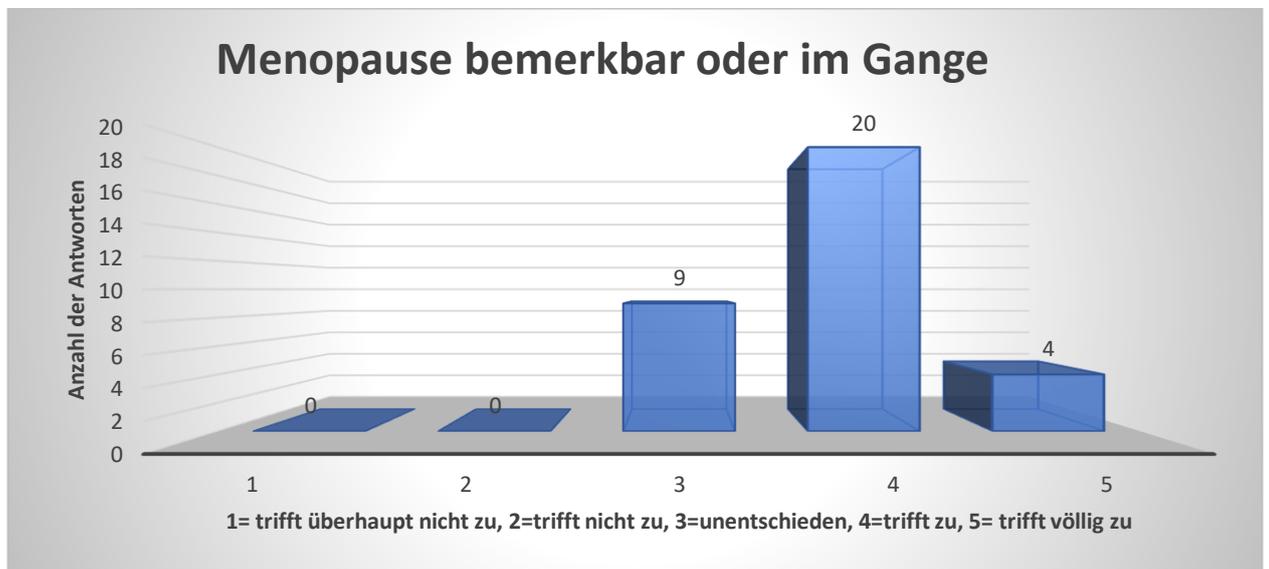


Abbildung 37: Grafische Darstellung der Antworten bezüglich der Menopause

Aus Abbildung 37 geht hervor, ob bei den Teilnehmerinnen, Anzeichen der bevorstehenden Menopause zu spüren sind. Keine Probandin antwortete mit „trifft überhaupt nicht zu“ oder „trifft nicht zu“. Neun (27 %) der Testpersonen antworteten mit „unentschieden“. 20 (61 %) der 33 wählen „trifft zu“ und bei vier (12 %) Probandinnen ist die Antwort „trifft völlig zu“.

## 5. Diskussion

### 5.1 Interpretation der Studienergebnisse

Die Untersuchung erzielt für den Bereich EMS-Training interessante Ergebnisse. Es scheint, als könne diese Trainingsmethode für Frauen im Alter von 45 bis 55 Jahren eine Möglichkeit zur Verbesserung ihrer gesundheitsbezogenen Daten sein. Es ist eine deutliche statistische Signifikanz in der positiven Entwicklung der gesundheitsbezogenen Körperwerte erkennbar. Innerhalb der zwölfwöchigen Untersuchung verbessern sich, bis auf den Grundumsatz, alle Daten der Bioimpedanz-Analyse. Das bedeutet, die Signifikanz liegt mindestens bei  $p < 0,05$ . Die Werte Körperfettanteil, Stoffwechselalter, Organfettwert und Wasserhaushalt weisen eine Hochsignifikanz ( $p < 0,01$ ) auf. Es liegt hier folglich eine hohe Wahrscheinlichkeit vor, dass die Ergebnisse nicht zufällig entstanden sind. Hypothese 1b (Nullhypothese) kann verworfen werden. Hypothese 1a wird angenommen. Das bedeutet, die Körperkomposition der Teilnehmerinnen verändert sich durch das zwölfwöchige Trainingsprogramm mit GK-EMS. Bei der Umfangsvermessung zeigt sich ebenfalls eine hochsignifikante Verbesserung des Bauchumfangs. In Bezug auf die vorliegende Literatur kann auch diese Untersuchung

insgesamt gesundheitsrelevante Vorteile von Elektrostimulation aufweisen. Die Umfangsveränderung des rechten Beins weist ein signifikantes Ergebnis auf, wohingegen beim linken Bein keine signifikante ( $p = 0,12$ ) Veränderung auftritt. Hierzu wären mehrere Erklärungsversuche denkbar. Einer von ihnen ist die Option der Messungsgenauigkeit durch das Maßband. Dieser Gedanke könnte folglich auf alle Daten der Umfangsmessung übertragen werden. Hierzu gäbe es eine klärende Möglichkeit, bei ähnlichem Versuchsaufbau, alle Daten der Bioimpedanz-Analyse festzuhalten und somit eine zusätzliche Kontrollmöglichkeit zu haben. Einige Tanitawaagen können beispielsweise die Muskelmasse in den einzelnen Extremitäten messen. Somit könnte der Umfang mit den Tanita Resultaten verglichen werden, um Rückschlüsse zu ziehen.

Der Hüftumfang zeigt eine durchschnittliche Veränderung von  $0 \pm 2$  cm und weist damit kein signifikantes Ergebnis im Hinblick auf Veränderungen auf ( $p = 0,5$ ). Hier ist bei Körperfettverlust auch ein gleichzeitiger Muskelzuwachs denkbar. Das kann dazu führen, dass wenig Umfangsverlust stattfinden kann. Insgesamt können 42 % der Probandinnen ihr Gewicht reduzieren und gleichzeitig Muskelmasse aufbauen. Weitere Abhängigkeiten für diese Werte werden in Abbildung 18 dargestellt. Der Korrelationskoeffizient liegt hier bei 0,2. Der Wert geht folglich positiv gegen 0. Das bedeutet, bei diesen beiden Werten besteht kaum ein linearer Zusammenhang. Sie bedingen sich gegenseitig nur sehr gering. Bei Kemmler et al. veränderten sich die Werte bezüglich Muskelmasse durch GK-EMS Intervention signifikant (Kemmler et al., 2012). Je höher die Muskelmasse steigt, desto höher der Grundumsatz im Regelfall durch mehr Energieverbrauch. In der vorliegenden Untersuchung können 61 % der Teilnehmerinnen Muskelmasse aufbauen und gleichzeitig ist auch nachweislich der Grundumsatz erhöht. Der Korrelationskoeffizient liegt hier bei 0,7 und somit ist hier die Wahrscheinlichkeit hoch, dass diese beiden Werte sich in der vorliegenden Untersuchung gegenseitig bedingen. Je mehr Muskelmasse die Trainierenden aufbauen, umso höher wird auch ihr Grundumsatz. Ebenso können 61 % gleichzeitig ihr Gewicht und den Körperfettanteil verringern. Dieses Ergebnis zeigt eindeutige Wirkungseffekte der Intervention mit EMS-Training. Wenn sich der Körperfettanteil verringert, sinkt das Gewicht folglich auch bei gleichbleibender Muskelmasse. Nachdem in der vorliegenden Untersuchung 61 % der Trainierenden ebenso gleichzeitig Muskelmasse und Grundumsatz erhöht haben, liegt die Überlegung nahe, dass einige auch beides gleichzeitig erreichen konnten. Sie haben folglich Muskelmasse aufgebaut, während sie Gewicht und Körperfettanteil verloren haben. Das gleichzeitige Erreichen von Gewichtsverlust durch Reduktion des Körperfettanteils in Verbindung mit Muskelaufbau, ist für den Körper anspruchsvoll. Einfacher wäre es, Gewicht oder Körperfett zu verlieren ohne gleichzeitig Muskulatur aufzubauen. In einer Erläuterung von Tegtbur (2000, S.40) wird auf ein „hinreichend intensives Training in Kombination mit einer Diät“ hingewiesen, um gleichzeitig diese drei Resultate zu erzielen. Eine neue These wäre folglich:

GK-EMS Training stellt eine hinreichend intensive Trainingsmethode dar, um gleichzeitig Körperfettanteil und Gewicht zu reduzieren, bei wachsender Muskelmasse. Der Korrelationskoeffizient bei Gewicht und Körperfettanteil liegt bei 0,7 und bestätigt demnach zusätzlich den Anschein der Abhängigkeit. Je weniger Gewicht, desto geringer der Körperfettanteil der Probandinnen.

48 % der Probandinnen können gleichzeitig ihren Körperfettanteil und das Stoffwechselalter senken. Die Verteilung scheint hier folglich bei weniger als der Hälfte zu liegen, die gleichzeitig beide Werte verringern können, allerdings liegt der Korrelationskoeffizient bei 0,8 und das bedeutet eine hohe Abhängigkeit. Verringern Probandinnen ihren Körperfettanteil, ist die Wahrscheinlichkeit eher hoch, dass das Stoffwechselalter ebenfalls sinkt. Auch diese Erkenntnisse aus der Studie bestätigen die positive Wirkung von EMS-Training und ergänzen mögliche Lücken in der aktuellen Forschung. Der Körperfettanteil steht in direktem Zusammenhang mit dem Organfettwert und auch hier können 48 % der Probandinnen beide Werte gleichzeitig senken. Die Abhängigkeit von Körperfett und Organfettwert liegt bei moderaten 0,5. Das bedeutet, Testpersonen, die ihren Körperfettanteil verringern, verringern wahrscheinlich auch ihren Organfettwert. Der Organfettwert beschreibt das viszerale Fett, welches das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen erhöht. Durch die hohe Signifikanz bei dem Wert Körperfettanteil (0,004), einer relativen Senkung des Körperfettanteils von 2,9 %, in der gesamten Interventionsgruppe und den korrelierenden Werten (Körperfettanteil und Organfett), entsteht die Annahme, dass GK-EMS-Training zur Verringerung des viszeralen Fettanteils führt. Eine weitere Abhängigkeit, die diese Annahme unterstützen kann, ist die Korrelation von Körperfettanteil und Bauchumfang. Hierbei ergibt sich ein Koeffizient von 0,45. Die Abhängigkeit der beiden Werte ist moderat. Es besteht hier folglich eine nicht sehr geringe Wahrscheinlichkeit, dass der Bauchumfang sich verringert, wenn der Körperfettanteil sinkt. Die Beantwortung der Ausschlussfrage in der Befragung zeigt, dass von ursprünglich 42 Teilnehmenden, 33 in die endgültige Auswertung aufgenommen wurden. Sie erfüllen die definierten Kriterien. In mindestens elf Trainingseinheiten über zwölf Wochen werden körperliche Veränderungen erzielt. Von 33 Befragten, können vier keine körperliche Veränderung durch das zwölfwöchige EMS-Training wahrnehmen. Die psychische Verfassung, die Gesundheit und die Ästhetik werden nachweislich gefördert. Im Besonderen Frauen rund um die Menopause, sollen sportlich aktiv sein (Diel et al., 2015). Die Likert-Fragenreihe weist daraufhin, dass die Probandinnen sich größtenteils in der Phase der Menopause befinden. Des Weiteren scheinen sie sich in guter gesundheitlicher Verfassung befunden zu haben. Ein Mangel an Östrogenen sorgt für ein höheres Risiko in Bezug auf Gewichtszunahme und Muskelmasseabbau (Sarkopenie) bei Frauen in der Menopause (Diel et al., 2015). Beide Werte werden hier positiv beeinflusst. Zusätzlich dazu spielt die Eisenversorgung eine wichtige Rolle. Durch ein Blutbild vom Arzt kann der Eisenhaushalt regelmäßig verfolgt werden.

Thefeld und Ellert (1998) bestimmen in ihrer Studie bei Frauen über 40 Jahren eine höhere Wahrscheinlichkeit einer ausgeprägten Eisenanämie. Es wurden 1922 Frauen im Alter von 25 bis 54 Jahren in die Studie integriert, welche laut eigenen Angaben eine regelmäßige Periode haben. Gerade während der Monatsblutung muss der weibliche Körper für ausreichend neues Blut sorgen und hat somit einen vermehrten Bedarf an Eisen. Sportler haben zusätzlich einen erhöhten Eisenverbrauch, da durch kleine Mikroblutungen im Darm, Schweißausschüttung und Miktion, Eisen verloren geht (Gröber, 2018). „Eisen spielt als essenzieller Bestandteil des Häm- und Myoglobins sowie von verschiedenen Enzymen eine wichtige Rolle im Energiestoffwechsel“ (Mettler, 2004). Die Expertenmeinungen von Gröber (2018), Mettler (2004) und auch die Untersuchung von Thefeld und Ellert (1998) deuten darauf hin, dass die Eisenversorgung bei der Probandengruppe dieser Studie eine Rolle spielen kann für den Erfolg in der Zielerreichung. Wurden die Effekte des EMS-Trainings (beispielsweise in Bezug auf den Muskelaufbau) durch ein erhöhtes Risiko des Eisenmangels beeinflusst? Supplementieren die Teilnehmerinnen dieser Untersuchung Eisenpräparate? Wie ausgeglichen ist die Ernährung in Bezug auf Mikronährstoffe bei den Teilnehmerinnen? Denn auch diese können nach Gröber den sportlichen Erfolg von Trainierenden beeinflussen (Gröber, 2018). Diese Fragen können im Rahmen der Studie nicht beantwortet werden.

Die Frage nach einer spürbaren körperlichen Veränderung beantworteten 29 von 33 Befragten positiv. Offensichtlich hat sich unabhängig von der Impedanz-Analyse oder der Maßbandmessung die Wahrnehmung positiv verändert hat. Die Befragten geben Veränderungen wie „verbesserte Haltung“ oder „besseres Körpergefühl“ an – das bedeutet, sie nehmen sich anders wahr als vor der Intervention mit EMS-Training. Die zweite Forschungsfrage nach der Veränderung des körperlichen Befindens der Probanden innerhalb von zwölf Wochen EMS Training, kann somit beantwortet werden. Hypothese 2a wird angenommen und die Nullhypothese (2b) wird verworfen. Weiterhin geben nur drei von 33 Teilnehmenden an, EMS-Training als Methode nicht fortzusetzen zu wollen. Ein verändertes Sportprogramm zusätzlich zum EMS-Training kann hier zugrunde liegen. Die Testpersonen spüren durch die Intervention möglicherweise nun die nötige Selbstdisziplin, es auch ohne personalisiertes GK-EMS Training zu schaffen. Aus den Ergebnissen geht hervor, dass 30 Frauen weiterhin mit GK-EMS arbeiten würden, um an ihre körperlichen Ziele zu gelangen. Mehr als die Hälfte aller Probandinnen geben an, ihr Sportverhalten seit Beginn der Trainingseinheiten verändert zu haben. Nur vier von Ihnen mussten beispielsweise aufgrund von zu wenig subjektiver Belastungseinschätzung aus der Untersuchung ausgeschlossen werden. Das bedeutet, vier von den ursprünglichen 42 ausgewählten Testpersonen haben während der Trainingseinheiten eine subjektive Belastung von unter sieben angegeben, auf der Skala von eins bis zehn. Der Großteil der Trainierenden brachte sich folglich bei jeder EMS-Einheit mindestens an eine subjektive Belastungsgrenze von sieben. Elf der Befragten gaben an, ihr Essverhalten

verändert zu haben (siehe Abbildung 30). Die Frage nach der Regelmäßigkeit der Teilnahme führte zum Ausschluss von fünf Testpersonen aus der Datenwertung. Ein Grund für die fehlende Beständigkeit ist nicht bekannt. Welche Rolle die gegebenen Instruktionen des Untersuchers bei der Zielerreichung gespielt haben, kann in einer Kontrollgruppe mit ähnlichem Versuchsaufbau künftig geprüft werden.

Die Ergebnisreihe weist, aus persönlicher Erfahrung mit EMS Training, erwartbare Tendenzen auf. Die Veränderungen gehen hier jedoch stark in den positiven Bereich und werden somit als hoch eingestuft. Sind die positiven Wirkungen nur auf die sportliche Intervention mit GK-EMS zurückzuführen oder trägt hier das Bewusstmachen von Ernährungsverhalten, beispielsweise durch die „10 Grundregeln“, zur Zielerreichung bei? Hierzu wären weitere Untersuchungen wünschenswert, die einen ähnlichen methodischen Aufbau mit veränderten Voraussetzungen oder verschiedenen Hilfestellungen vorweisen.

## 5.2 Hypothesenverifizierung

Die Ergebnisse der Impedanz-Analyse bestätigen Hypothese 1a. Indem sich die Werte der Körperkomposition bei 33 Studienteilnehmerinnen durchschnittlich verbessern, kann hier von einer verifizierten Behauptung gesprochen werden. Im Rahmen dieser Versuchsreihe weist zwölfwöchiges GK-EMS Training eine statistisch signifikante Verbesserung der Körperkomposition auf. Die Nullhypothese wird verworfen. Hypothese 2a kann durch die Antworten des Fragebogens größtenteils bestätigt werden. Nur vier von 33 Befragten geben an, keine körperliche Veränderung durch das EMS-Training zu spüren.

Zwei Befragte geben an, EMS-Training nicht dauerhaft fortzuführen zu wollen. Die Hypothese 3a, kann größtenteils bestätigt werden, denn 31 Probandinnen würden GK-EMS langfristig fortführen.

## 5.3 Diskussion im Spiegel der aktuellen Literatur

Eine aktuell veröffentlichte Studie von Park et al. beschäftigt sich mit ähnlichen Fragen, wie den hier gestellten (Park et al., 2021). Im Rahmen einer randomisierten Untersuchung zu Effekten des GK-EMS-Trainings, werden Frauen über sechs Wochen begleitet. Es werden unter anderem die Körperkomposition und die Umfänge von Bauch und Hüfte gemessen. Im Gegensatz zu der hier beschriebenen Testung, führen in der Studie von Park et al, jüngere Frauen im Alter von 20 bis 40 Jahren dreimal pro Woche für 20 Minuten Trainingsübungen mit EMS-Applikation aus. Die Ergebnisse weisen keine signifikanten Effekte auf, während mit der Methode einmal pro Woche 20 Minuten in dieser Arbeit signifikante Werte erzielt werden. In der Studie von Park (et al., 2021) verkleinern sich die Umfänge des Bauchs und der Hüfte, weisen jedoch im Vergleich zur Kontrollgruppe keinen deutlichen Unterschied auf. Einmal pro Woche unter Anleitung eines Trainers für 20 Minuten GK-EMS bis an die

subjektive Belastungsgrenze auszuüben, scheint bessere Ergebnisse zu erzielen. In wieweit das Alter der Testpersonen relevant ist, kann hier nicht beantwortet werden. Es ist allerdings interessant, dass ältere Frauen (45 bis 55 Jahre) signifikante Ergebnisse erzielen können und somit eine mögliche Alternative zum konventionellen Krafttraining gegeben ist.

#### 5.4 Kritik an der Untersuchungsmethodik

Nachdem bereits aus der hier erwähnten Literatur hervorgeht, welches breite Spektrum die verschiedenen Variablen beim GK-EMS mit sich bringen, gibt es folglich einige Kritikpunkte an dieser Untersuchung. Bereits in vorangegangenen Studien werden Kontrollgruppen mit untersucht, um einen besseren Vergleich zu ermöglichen. Auch für die vorliegende Testung wäre eine Gruppe, die ohne EMS-Applikation dieselben Übungen unter Anleitung durchführt, wünschenswert. Dies würde die Aussagekraft der Ergebnisse möglicherweise noch hervorheben. Das war im Rahmen dieser Studie nicht möglich, aufgrund des Mikrostudiokonzeptes, in welches die Untersuchung integriert wurde.

Die Herangehensweise wurde weitestgehend an den Anbieter „Bodystreet“ angepasst, um die Untersuchung problemlos in den Studioalltag eingliedern zu können. Die Teilnehmerinnen partizipieren an der Untersuchung, bevor sie ihr endgültiges Einverständnis gegeben haben. Es besteht somit einerseits die Möglichkeit, ein unvoreingenommenes und alltagsnahes Ergebnis zu erzeugen, andererseits stellt sich aber die Frage, ob bewusst teilnehmende Probandinnen noch motivierter gewesen wären, positive Ergebnisse zu erzielen. Hier besteht zudem ein, wenn auch geringes, Risiko für Irritation, durch die unerwartete Beantwortung eines Fragebogens am Ende der zwölf Wochen. Es bedarf hinreichender Erläuterung über die Anonymität dieser unbewussten Teilnahme an einer Studie.

Der Rahmen der Untersuchung birgt zudem mögliche Fehlerquellen in der Ergebnisgenauigkeit. Die Bioimpedanz-Waage reagiert sehr empfindlich auf jegliche Faktoren, die den Wasserhaushalt betreffen und somit werden einheitliche Voraussetzungen erschwert. Es handelt sich immer um Richtwerte. Mit den einzuhaltenden Regeln vor den Vermessungen verhält es sich ähnlich. Hier kann nur auf die ehrliche Beantwortung der Probandinnen vertraut werden. Durch die Beantwortung der Fragen kann die Verlässlichkeit der Ergebnisse in einigen Punkten bestätigt werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Frage zur zusätzlichen Ernährungsumstellung kein Ausschlusskriterium darstellt. Nach der Art der Umstellung wird ergänzend gefragt. Die Beantwortung bleibt in der Ergebnisreihe aber unbeachtet und dient eher zu weiteren Forschungszwecken und der individuellen Betreuung nach Ablauf der Untersuchung. Nach der Ernährung während der zwölf Wochen wird nur bedingt gefragt, das bedeutet, hierüber kann zudem keine Aussage getroffen werden. Der Einfluss der Ernährung der Studienteilnehmerinnen ist somit unklar.

Ein weiterer möglicher Kritikpunkt an dieser Untersuchung ist die Anzahl der Probandinnen. Hier wäre eine größere Gruppe noch aussagekräftiger. Dennoch gibt diese Untersuchung einen Anstoß für eine größer angelegte Studie. Zudem wäre eine Kontrollgruppe denkbar, die traditionelle Methoden durchführt. Die Möglichkeit der Vergleichbarkeit mit einer herkömmlichen Trainingsmethode böte ein breiteres Interpretationsspektrum der Ergebnisse.

### 5.5 Weiterführende Fragestellungen

Gerade bei Frauen verändern sich während der Menopause die Hormone des Körpers. Eine weitere mögliche Forschungsfrage könnte die Veränderung des Hormonspiegels aufgrund des EMS-Trainings sein. Mit Hilfe von ärztlichen Untersuchungen könnten bestimmte Hormonbestimmungen im Rahmen neuer Wirksamkeitsstudien einbezogen werden. Das Hormon Testosteron spielt beispielsweise eine Rolle beim Aufbau von Muskulatur. Eine Aussage über den jeweiligen Testosteronspiegel kann helfen, Daten in Bezug auf den Muskelaufbau noch genauer zu interpretieren (Kleine & Rossmannith, 2007). Der Fragebogen und auch die Körperanalyse liefern dafür kein Ergebnis. In Bezug auf die Altersspanne der Untersuchung wäre eine weitere Frage, ob EMS-Training ähnliche Ergebnisse erzielen kann bei Frauen vor oder nach der Menopause. Der gegenwärtige Forschungsstand stellt auch Studien mit weiblichen Teilnehmern vor, aber die Parameter unterscheiden sich von den hier vorliegenden (Kemmler, Schliffka et al., 2010). Eine weitere Frage betrifft die Sportgewohnheiten: Gibt es Unterschiede in der Zielerreichung bei Frauen, die vor den zwölf Trainingseinheiten schon aktiv Sport betrieben haben, gegenüber denen, die keinen Sport trieben? Die Frage nach der Veränderung des Essverhaltens führt ebenso zu neuen Forschungsfragen. Gibt es eine günstige Kombination einer bestimmten Diät mit regelmäßigem EMS-Training, durch welche positiven Ergebnisse erzielt werden? Welche Rolle spielt die Hormonumstellung bei der Zielerreichung? Wie oben beschrieben, kann hier nur persönliches Empfinden in die Untersuchung einbezogen werden (Cable et al., 2001).

## 6. Fazit

Ziel der vorliegenden Studie war es, durch die Analyse der anthropometrischen Daten, die möglichen Effekte von Ganzkörper EMS, bei Frauen im Alter von 45 bis 55 Jahren, zu untersuchen. Für die Beantwortung wurde eine qualitative Studie mit zwölf-wöchiger EMS Intervention durchgeführt. Die Ergebnisse der Forschung zeigen zum einen, dass die Trainingsmethode hohe Akzeptanz bei den Probandinnen genießt. Zum anderen zeigt die Studie positive Effekte auf die Daten der Körperanalyse. Bis auf den Grundumsatz, verbessern sich die Werte der BIA durchgehend signifikant. Die Beantwortung des Fragebogens zeigte, dass 29 von 33 Befragten, eine körperliche Veränderung spüren. Beide Forschungsfragen können

hier mit einem positiven Resümee beantwortet werden. Im Rahmen der Untersuchung, wirkt sich GK-EMS positiv auf die Körperkomposition bei Frauen im Alter von 45 bis 55 Jahren aus. Ihr körperliches Befinden verändert sich im Laufe der zwölf Wochen positiv. Aufgrund der geringen Probandenanzahl und der fehlenden Kontrollgruppe, kann hier keine allgemeingültige Empfehlung ausgesprochen werden. Dennoch liefert die vorliegende Studie wertvolle Ergebnisse für den EMS Bereich. Wittmann (Wittmann et al., 2016) fanden heraus, dass auch für ältere Frauen (>70 Jahre) GK-EMS eine mögliche Methode zur Vorbeugung von kardiometabolischen Krankheiten ist. Besonders hervorgehoben wird die Möglichkeit, dass es eine Methode für diejenigen sein kann, die körperlich nicht in der Lage sind, anderen Sport zu betreiben oder es nicht wollen (Wittmann et al., 2016). Als Schlussfolgerung daraus und in Bezug auf die vorliegende Studie, wird in diesem Bereich idealerweise noch weiter geforscht, um allgemeingültige Aussagen über die Effekte von GK-Elektromyostimulation zu treffen.

## 7. Literaturverzeichnis

- Boccia, G., Fornasiero, A., Savoldelli, A., Bortolan, L., Rainoldi, A., Schena, F. & Pellegrini, B. (2017). Oxygen consumption and muscle fatigue induced by whole-body electromyostimulation compared to equal-duration body weight circuit training. *Sport Sciences for Health*, 13(1), 121–130.
- Bodystreet GmbH. (2021). *Bodystreet EMS-Training*. Zugriff am 25.02.2021 unter: <https://www.bodystreet.com/de/startseite/>
- Boeckh-Behrens, W. U. & Treu, S. (2002). *Vergleich der Trainingseffekte von konventionellem Krafttraining, maxxF und EMS-Training in den Bereichen Körperzusammensetzung, Körperformung, Kraftentwicklung, Psyche und Befinden.: 3. wissenschaftliche Studie am Institut für Sportwissenschaften der Universität Bayreuth*.
- Buhmann, H.-W., Schleicher, W., Urbach, D. & Schultz, W. (1998). Elektromyostimulation und isokinetisches Training in der Rehabilitation nach Operationen des vorderen Kreuzbandes - eine randomisierte, prospektive Studie. *Physikalische Medizin, Rehabilitationsmedizin, Kurortmedizin*, 08(01), 13–16.
- Cable, A., Nieman, D. C., Austin, M., Hogen, E. & Utter, A. C. (2001). Validity of leg-to-leg bio-electrical impedance measurement in males. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 41(3), 411–414.
- Cichocki, M., & Sönnichsen, A. (2019). Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS) zur Behandlung neuropathischer Schmerzen-Online ZFA. Zugriff am 25.02.2021 unter: <https://www.online-zfa.de/archiv/ausgabe/artikel/zfa-11-2019/49739-103238-zfa20190435-0437-transkutane-elektrische-nervenstimulation-tens-zur-behandlung-neu/>
- Crevenna, R. (2018). *Physikalische Medizin und Rehabilitation: Ein Kurzlehrbuch*. Facultas Verlags- und Buchhandels AG.
- Diel, P., Bjarnason-Wehrens, B., Brück, K. & Wacker, A. (2015). Risikoreduktion durch Sport in und nach der Menopause. *Der Diabetologe*, 11(8), 634–640.
- Dormann, C. F. (2013). *Das Lineare Modell: t-Test und ANOVA: In Parametrische Statistik*. Springer Spektrum.
- Fehr, U. (2011). *Elektromyostimulation im Sport : Zur Optimierung des sportartspezifischen Krafttrainings am Beispiel Rudern*. Universität Bayreuth. Berichte aus der filiSportwissenschaft. <http://www.brotzer-sport.ch/images/PDF/Stellungnahme-Uni-Erlangen.pdf>
- Filipovic, A., Grau, M., Kleinöder, H., Plück, D. & Hollmann, W. & Bloch, W. (2012). Effekte eines dynamischen Ganzkörper-EMS-Trainings auf die Fußball-spezifische Leistungsfähigkeit, 2012. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 63(7-8).
- Filipovic, A., Grau, M., Kleinöder, H., Zimmer, P., Hollmann, W. & Bloch, W. (2016). Effects of a Whole-Body Electrostimulation Program on Strength, Sprinting, Jumping, and Kicking Capacity in Elite Soccer Players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(4), 639–648.

- Filipovic, A., Kleinoder, H., Dormann, U. & Mester, J. (2011). *Electromyostimulation--a systematic review of the influence of training regimens and stimulation parameters on effectiveness in electromyostimulation training of selected strength parameters*. Köln. 11(25), S. 3218–3238.
- Franke, J., Ullmann, P. & Schleicher, W. (1989). Wirksamkeit der Elektromyostimulation (EMS) nach Operationen am Kapsel-Band-Apparat des Kniegelenkes bei Sportlern. *Sportverletzung · Sportschaden*, 3(02), 62–66.
- Freiwald, J. (2010). *Sport ist Spitze: Suchen, entwickeln, fördern, fundamentale Aufgaben im Nachwuchsleistungssport : Reader zum 24. internationalen Workshop im Rahmen der Ruhr-olympiade am 8. und 9. Juni 2009 in Lünen*. Sport ist Spitze. Meyer & Meyer.
- Fritzsche, D., Freund, A., Schenk, S., Mellwig, K., Kleinöder, H., Gummert, J. & Horstkotte, D. (2010). Elektromyostimulation (EMS) bei kardiologischen Patienten. *Herz*, 35(1), 34–40.
- González-Correa, C. H. & Caicedo-Eraso, J. C. (2012). Bioelectrical impedance analysis (BIA): a proposal for standardization of the classical method in adults. *Journal of Physics: Conference Series*(407 (1)), S. 12018. Zugriff am 25.02.2021 unter: [https://www.researchgate.net/profile/Nihat\\_Ayceman/publication/47619697\\_Validity\\_of\\_leg-to-leg\\_bioelectrical\\_impedance\\_measurement\\_in\\_highly\\_active\\_males/links/0deec531e290003009000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Nihat_Ayceman/publication/47619697_Validity_of_leg-to-leg_bioelectrical_impedance_measurement_in_highly_active_males/links/0deec531e290003009000000.pdf)
- Gressner, A. M. & Arndt, T. (Hg.). (2019). *Lexikon der Medizinischen Laboratoriumsdiagnostik: Korrelation*. Springer Verlag GmbH Deutschland, 1388.
- Gröber, U. (2018). Ausgewählte Nährstoffe im Leistungssport. *Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin SZE* (2), 22–26.
- Herrero, J., Izquierdo, M., Maffiuletti, N. & García-López, J. (2006). Electromyostimulation and Plyometric Training Effects on Jumping and Sprint Time. *International Journal of Sports Medicine*, 27(7), 533–539.
- Hohmann, A. & Fehr, U. (2009). *Optimierung des isokinetischen Krafttrainings in Kraftausdauer-sportarten mittels Elektromyostimulation am Beispiel Rudern*. 151-156 (2008. Aufl.). BISp-Jahrbuch.
- Hölbing, A. (2017). *EMS-Studie-2017*. Zugriff am 25.02.2021 unter: <https://www.ems-training.de/assets/doc/EMS-Studie-2017.pdf>
- Jebb, S., Cole, T., Doman, D., Murgatroyd, P. & Prentice, A. (2000). Evaluation of the novel Tanita body-fat analyser to measure body composition by comparison with a four-compartment model. *British Journal of Nutrition*, 83(2), 115–122.
- Kast, B. (2018). *Der Ernährungskompass: Das Fazit aller wissenschaftlichen Studien zum Thema Ernährung*. C. Bertelsmann Verlag.
- Kelly, J. S. & Metcalfe, J. (2012). Validity and Reliability of Body Composition Analysis Using the Tanita BC418-MA, (15(6)), Zugriff am 25.02.2021 unter: [https://www.asep.org/asep/asep/JEPonlineDECEMBER2012\\_Kelly.pdf](https://www.asep.org/asep/asep/JEPonlineDECEMBER2012_Kelly.pdf).

- Kemmler, W., Birlauf, A. & Stengel, S. (2009). *Abschlussbericht: Einfluss eines adjuvanten EMS-Trainings auf Körperzusammensetzung und kardiale Risikofaktoren bei älteren Männern mit Metabolischem Syndrom*. Institut für Medizinische Physik.
- Kemmler, W., Schliffka, R., Mayhew, J. L. & Stengel S. (2010). Effects of whole-body electromyostimulation on resting metabolic rate, body composition, and maximum strength in postmenopausal women: the Training and ElectroStimulation Trial. *Journal of strength and conditioning research*, 24(7). Zugriff am 25.02.2021 unter: <https://arsathletica.com/wp-content/uploads/2015/02/EMS-Studie-Dr.-Klein%C3%B6der-Artikel.pdf>.
- Kemmler, W., Stengel, S. & Birlauf, A. (2010). *Einfluss eines Elektromyostimulations-Trainings auf die Körperzusammensetzung bei älteren Männern mit metabolischem Syndrom. Die Test II-Studie*. Institut für Medizinische Physik.
- Kemmler, W., Engelke, K. & Stengel, S. (2012). Ganzkörper-Elektromyostimulation zur Prävention der Sarkopenie bei einem älteren Risikokollektiv. Die Test-III Studie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 2012(12), 343–350.
- Kemmler, W., Stengel, S., Schwarz, J. & Mayhew, J. L. (2012). Effect of Whole-Body Electromyostimulation on Energy Expenditure During Exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 240, Zugriff am 25.02.2021 unter: [https://journals.lww.com/nsca-jscr/Full-Text/2012/01000/Effect\\_of\\_Whole\\_Body\\_Electromyostimulation\\_on.32.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/Full-Text/2012/01000/Effect_of_Whole_Body_Electromyostimulation_on.32.aspx).
- Kemmler, W. & Stengel, S. (2013). Stellungnahme Uni Erlangen, 2013.
- Kemmler, W., Stengel, S. & Bebenek, M. (2013). Effekte eines Ganzkörper-Elektromyostimulations-Trainings auf die Knochendichte eines Hochrisikokollektivs für Osteopenie. Eine randomisierte Studie mit schlanken und sportlich inaktiven Frauen. *Osteologie/Osteology*, 22(02), 121–128.
- Kemmler, W., Teschler, M., Bebenek, M. & Stengel, S. (2015). Hohe Kreatinkinase-Werte nach exzessiver Ganzkörper-Elektromyostimulation: gesundheitliche Relevanz und Entwicklung im Trainingsverlauf. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 165(21), 427–435.
- Kemmler, W., Teschler, M., Weißenfels, A., Bebenek, M., Fröhlich, M., Kohl, M. & Stengel, S. (2016). Effects of Whole-Body Electromyostimulation versus High-Intensity Resistance Exercise on Body Composition and Strength: A Randomized Controlled Study. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*.
- Kleine, B. & Rossmannith, W. G. (Hg.). (2007). *Springer-Lehrbuch. Hormone und Hormonsystem: Eine Endokrinologie für Biowissenschaftler ; mit 21 Tabellen*. Springer.
- Kleinöder, H. (2007). Muskeltraining der Zukunft: Wissenschaftliche und praktische Anwendung von Ganzkörper-Elektromyostimulations-Training (GK-EMS) unter besonderer Berücksichtigung des Krafttrainings. *medical sports network*, (4/07). Zugriff am 25.02.2021 unter: <https://arsathletica.com/wp-content/uploads/2015/02/EMS-Studie-Dr.-Klein%C3%B6der-Artikel.pdf>.

- Knecht, S. (2018). EMS-Training: „Besser komplett sein lassen!“. *ästhetische dermatologie & kosmetologie*, 10(2), 24.
- Leitzmann, C. (2010). *Die 101 wichtigsten Fragen - Gesunde Ernährung* (Vol. 7025). C.H.Beck.
- Löllgen, H. (2004). Borg-Skala Standards der Sportmedizin: Das Anstrengungsempfinden (RPE, Borg-Skala). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 2004(55(11)).
- Maffiuletti, N. A., Dugnani, S., Folz, M., Di, P. E. & Mauro, F. (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Medicine and science in sports and exercise*, 34(10). Zugriff am 25.02.2021 unter: <https://pub-med.ncbi.nlm.nih.gov/12370566/>
- Malatesta, D., Cattaneo, F., Dugnani, S. & Maffiuletti, N. A. (2003). Effects of Electromyostimulation Training and Volleyball Practice on Jumping Ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(3), 573–579.
- Mettler, S. (2004). Ferrum-ein Mineralstoff im Sport. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 2004(52), 105–114.
- Metzler, D. & Becker, N. (2019). *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik für Studierende der Biologie Einführung: Deskriptive Statistik*. Zugriff am 25.02.2021 unter: [http://evol.bio.lmu.de/\\_statgen/statbiol/19ss/deskriptive\\_statistik\\_article.pdf](http://evol.bio.lmu.de/_statgen/statbiol/19ss/deskriptive_statistik_article.pdf)
- Muster, M. & Zielinski, R. (2006). Körperliche Aktivität und Ausdauertraining: Definitionen: Bewegung und Gesundheit: Gesicherte Effekte von körperlicher Aktivität und Ausdauertraining. In M. Muster & R. Zielinski (Hg.), *Bewegung und Gesundheit: Gesicherte Effekte von körperlicher Aktivität und Ausdauertraining* (S. 9–12). Steinkopff Verlag Darmstadt.
- Neuwersch-Sommeregger, S., Köstenberger, M., Pipam, W., Breschan, C., Stettner, H., Dem-schar, S., Trummer, B. & Likar, R. (2020). Elektrische Muskelstimulation in Kombination mit Wärme bei Patienten mit chronischen unspezifischen Rückenschmerzen. *Der Schmerz*, 34(1), 65–73.
- Park, H.-K., Na, S. M., Choi, S.-L., Seon, J.-K. & Do, W.-H. (2021). Physiological Effect of Exercise Training with Whole Body Electric Muscle Stimulation Suit on Strength and Balance in Young Women: A Randomized Controlled Trial. *Chonnam medical journal*, 57(1), 76–86.
- Passon, O. & Twer, T. von der (2020). Evidenz, Signifikanz und das kleine p. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 10(3), 377–395.
- Preisinger, E. (2018). *Bewegungs- und Physiotherapie bei Osteoporose*, Springer Vienna, 17(1), 23–27.
- Pürzel, A. (Hg.). (2015). *Funktionelle Anatomie* (1. Aufl.). Intelligent Strength GmbH.
- Reiter, G. & Matthaeus, W. G. (2015). *Marktforschung und Datenanalyse mit EXCEL: Moderne Software zur professionellen Datenanalyse Mit praxisbezogenen Beispielen und zahlreichen Übungsaufgaben*. Walter de Gruyter GmbH & Co KG.

- Ritchie, J. D., Miller, C., K. & Smiciklas-Wright, H. (2005). Tanita Foot-to-Foot Bioelectrical Impedance Analysis System Validated in Older Adults. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(10), 1617–1619.
- Roth, A. & Daumer, K. (1976). Elektrische Fische und Elektrozepktion. *Biologie in unserer Zeit*, 6(1), 11–21.
- Schröder, J. (2010). Grundlagen des Trainings: Ausdauer, Kraft, Bewegung und Koordination: In Bewegungstherapie bei internistischen Erkrankungen. In *Bewegungstherapie bei internistischen Erkrankungen*. Springer, Berlin, Heidelberg, 23-37.
- Schulz, K. F. & Grimes, D. A. (2007). Reihe Epidemiologie 8: Verblindung in randomisierten Studien: Wie man verdeckt, wer was erhalten hat. *Zeitschrift für ärztliche Fortbildung und Qualität im Gesundheitswesen - German Journal for Quality in Health Care*, 101(9), 630–637.
- Stengel, S., Bebenek, M., Engelke, K. & Kemmler, W. (2015). Whole-Body Electromyostimulation to Fight Osteopenia in Elderly Females: The Randomized Controlled Training and Electrostimulation Trial (TEST-III). *Journal of Osteoporosis*. Zugriff am 25.02.2021 unter: <https://www.hindawi.com/journals/jos/2015/643520/>
- Stengel, S., Kemmler, W., Teschler, M. & Fröhlich, M. (2017). Einfluss von Ganzkörper-Elektromyostimulation auf den Energieumsatz der Nachbelastungsphase. Ein Erklärungsansatz für die WB-EMS induzierte Fettreduktion? Zugriff am 26.02.2021 unter: [https://www.researchgate.net/profile/Michael-Froehlich-4/publication/319766713\\_Einfluss\\_von\\_Ganzkoerper-Elektromyostimulation\\_auf\\_den\\_Energieumsatz\\_der\\_Nachbelastungsphase\\_Ein\\_Erklarungsansatz\\_fur\\_die\\_WB-EMS\\_induzierte\\_Fettreduktion/links/59bd3b46458515e9cfcd4c5d/Einfluss-von-Ganzkoerper-Elektromyostimulation-auf-den-Energieumsatz-der-Nachbelastungsphase-Ein-Erklarungsansatz-fuer-die-WB-EMS-induzierte-Fettreduktion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Michael-Froehlich-4/publication/319766713_Einfluss_von_Ganzkoerper-Elektromyostimulation_auf_den_Energieumsatz_der_Nachbelastungsphase_Ein_Erklarungsansatz_fur_die_WB-EMS_induzierte_Fettreduktion/links/59bd3b46458515e9cfcd4c5d/Einfluss-von-Ganzkoerper-Elektromyostimulation-auf-den-Energieumsatz-der-Nachbelastungsphase-Ein-Erklarungsansatz-fuer-die-WB-EMS-induzierte-Fettreduktion.pdf).
- Stöllberger, S. & Finsterer, J. (2019). Side effects of whole-body electro-myostimulation. *Wiener Medizinische Wochenschrift*, 169(7), 173–180.
- Tanita. (17. Februar 2021.000Z). *Bioelektrische Impedanzanalyse | Tanita*. Zugriff am 25.02.2021 unter: <https://tanita.de/bioelektrische-impedanzanalyse/>.
- Tegtbur, U. (2000). *Fettstoffwechsel, Gewichtsreduktion und körperliche Aktivität*. Zugriff am 25.02.2021 unter: [http://klinischesportmedizin.de/Auflage\\_2000\\_12/fettartikel.PDF](http://klinischesportmedizin.de/Auflage_2000_12/fettartikel.PDF).
- Thefeld, W. & Ellert, U. (1998). Eisenversorgung bei Frauen vor der Menopause. *Bundesgesundheitsblatt*, 41(11), 502–504.
- Tomczak, J. (2003). Körperanalysen: Die bioelektrische Impedanzanalyse BIA. *FIT Wissenschaftsmagazin der Deutschen Sporthochschule Köln* (1), 34–40.
- Torquato, G. & Eloisa, M. (1942). Das Verhalten der Aktionsströme der Einzelfaser bei Muskelanspannung verschiedener Größe. *Pflüger's Archiv für die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere*, 245(4), 524–536.

- van Buuren, F., Mellwig, K. P., Freund, A., Bogunovic, N., Oldenburg, O., Kottmann, T., Wagner, O., Dahm, J. B., Horstkotte, D. & Fritzsche, D. (2014). Elektromyostimulation: Verbesserung von Lebensqualität, Sauerstoffaufnahme und linksventrikulärer Funktion bei chronischer Herzinsuffizienz. *Die Rehabilitation*, 53(05), 321–326.
- Vasold, K. L., Parks, A. C., Phelan, D. M. L., Pontifex, M. B. & Pivarnik, J. M. (2019). Reliability and Validity of Commercially Available Low-Cost Bioelectrical Impedance Analysis. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 29(4), 406–410.
- Vatter, J., Authenrieth, S. & Müller, S. (2016). *EMS Beratungs- und Trainingshandbuch: Weltweites Standardwerk für den EMS Markt -ISBN 978-3-00-051760-0*.
- Vogelmann, T. (2013). *Elektromyographische Muskelstimulation/Muskelaktivierung (EMS/EMA) im Leistungs-/Breitensport: Trainingseffekte im Vergleich zu konventionellem Training*. Diplomica Verlag.
- Weissenfels, A., Teschler, M., Stengel, S., Kohl, M. & Kemmler, W. (2017). Effects of Whole-Body-Electromyostimulation on low back pain – a review of the evidence. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 2017(12), 295–300.
- Wenk, W. (2011). *Elektrotherapie*. Springer-Verlag.
- Wittmann, K., Sieber, C., Stengel, S. von, Kohl, M., Freiberger, E., Jakob, F., Lell, M., Engelke, K. & Kemmler, W. (2016). *Impact of whole body electromyostimulation on cardiometabolic risk factors in older women with sarcopenic obesity: the randomized controlled FORMOsA-sarcopenic obesity study: Clinical interventions in aging* (11, 1697.).

## Anhang

A: Check-Up Bogen

### Check-Up-Bogen zu Deiner Vermessung

Um auch wirklich sicher zu gehen, dass bei der Vermessung realistische Werte gemessen werden und wir uns mit Dir zusammen über Deinen Erfolg freuen können, beantworte folgende Fragen bitte ehrlich und gewissenhaft. Die für eine erfolgreiche Vermessung empfehlenswerten Antworten stehen in Klammern:

	Nein	Ja
<b>Habe ich in den letzten 24 Stunden intensiv Sport betrieben</b> (nein)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Habe ich momentan meine Periode?</b> (nein)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Habe ich in den letzten 24 Stunden Alkohol getrunken?</b> (nein)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Habe ich in den letzten 2,5 Stunden gegessen (auch Kaugummi zählt dazu) oder getrunken (egal ob Wasser, Saft, Kaffee oder Sonstiges)?</b> (nein)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Habe ich in den letzten Tagen ausreichend Wasser getrunken? (mindestens 2 Liter pro Tag – ja)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Habe ich in den letzten Tagen Softdrinks getrunken (Cola, Fanta, Sprite...)? (nein)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Habe ich in den letzten 24 Stunden gebadet - duschen ist hier nicht gefragt! (nein)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Fühle ich mich heute nicht gut, krank oder angeschlagen? (nein)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
War ich in den letzten Wochen krank oder gesundheitlich angeschlagen? (nein)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
War ich vor der Vermessung schon auf der Toilette? (ja)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

B: Körpervermessungsbogen

# Bodycheck by Bodystreet

BODY STREET

für \_\_\_\_\_ geboren am \_\_\_\_\_ Größe/ cm \_\_\_\_\_

	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S	N	S
Einstellung	<input type="checkbox"/>													
Trainer														
Uhrzeit														
Datum														
Gewicht														
 Fettanteil in %														
 Wasser in %														
 Muskelmasse in KG														
 Grundumsatz														
 Stoffwechselalter														
 Organfettwert														

Datum	Oberschenkel		Hüfte/ Po	Bauch	Brust	Oberarm	
	links	rechts				links <input type="checkbox"/> locker	rechts <input type="checkbox"/> angespannt

C: Fragebogen

**Fragebogen zur Untersuchung: Effekte von Ganzkörper-EMS-Training auf die Körperkomposition bei Frauen.**

1. Dürfen ihre Körperwerte anonymisiert für eine EMS basierte Studie verwendet werden?  
 JA  
 NEIN
2. Treffen die Parameter weiblich und im Alter von 45 – 55 Jahre auf sie zu?  
 JA  
 NEIN
3. Sind Sie in den vergangenen 3 Monaten regelmäßig (mindestens 11 Mal) einmal in der Woche zum 20-minütigen EMS-Training erschienen?  
 JA  
 NEIN
4. Haben Sie sich bei beiden Körpervermessungen vollständig an den ausgehändigten Check-up Bogen gehalten? (Erst- und Zweitvermessung)  
 JA  
 NEIN
5. Sind Ihnen die „10 Grundregeln der Ernährung“ bekannt?  
 JA  
 NEIN
6. Werden Sie EMS Training als dauerhafte Trainingsmethode fortsetzen?  
 JA  
 NEIN
7. Haben sie ihr Essverhalten in den letzten drei Monaten verändert?  
 JA  
 NEIN  
Wenn ja, wie?
8. Spüren sie eine körperliche Veränderung durch das regelmäßige EMS-Training?  
 JA  
 NEIN  
Wenn ja, welche?

9. Haben Sie sich bei jeder Trainingseinheit bis an ihre persönliche Belastungsgrenze gebracht (subjektives Belastungsempfinden auf einer Skala von 1-10, mindestens eine 7)?
- <7
  - 7
  - 8
  - 9
  - 10
10. Hat sich Ihr zusätzliches Sportprogramm verändert, seit dem EMS Trainingsbeginn?
- 0 Trifft überhaupt nicht zu
  - 1 Trifft nicht zu
  - 2 Unentschieden
  - 3 Trifft zu
  - 4 Trifft völlig zu
11. Haben sie sich während der letzten 3 Monate körperlich gesund gefühlt?
- 0 Trifft überhaupt nicht zu
  - 1 Trifft nicht zu
  - 2 Unentschieden
  - 3 Trifft zu
  - 4 Trifft völlig zu
12. Sind Anzeichen einer bevorstehenden Menopause bemerkbar oder stecken sie, nach eigener Einschätzung, mittendrin?
- 0 Trifft überhaupt nicht zu
  - 1 Trifft nicht zu
  - 2 Unentschieden
  - 3 Trifft zu
  - 4 Trifft völlig zu

### **Ehrenwörtliche Erklärung zur Urheberschaft**

Ich versichere hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die im Literaturverzeichnis angegebenen Quellen benutzt habe.

Alle Passagen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder noch nicht veröffentlichten Quellen entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht. Die Zeichnungen oder Abbildungen in dieser Arbeit sind von mir selbst erstellt worden oder mit einem entsprechenden Quellennachweis versehen.

Die Arbeit hat noch nicht in gleicher oder ähnlicher Form oder auszugsweise im Rahmen einer anderen Prüfung dieser oder einer anderen Prüfungsinstanz vorgelegen. Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Sitzburg 26.02.21

Kemna (Ariella Kemna)