

P7R - Research Projekt | Wintersemester 2023

# **Welche Faktoren bei der Trainingsplanung beeinflussen den Erfolg von optimalen Muskelaufbau im Natural Bodybuilding und wie können diese für einen erfolgreichen Muskelaufbau genutzt werden?**

vorgelegt von Sebastian Sabel  
Matrikelnummer: 724826

h-da | Studiengang Interactive Media Design  
Referent: Prof. Tsunemitsu Tanaka  
Datum: 1.12.2023

# Abstract

Diese Forschungsarbeit fokussiert sich auf zentrale Aspekte der Trainingsplanung im Natural Bodybuilding, die den erfolgreichen Muskelaufbau maßgeblich beeinflussen. Eine gründliche Analyse dieser Schlüsselfaktoren ermöglicht die Ableitung praxisrelevanter Empfehlungen, um die Chancen auf einen effektiven Muskelaufbau für Natural Bodybuilder zu maximieren. Ein besonderes Augenmerk liegt auf der Entwicklung praxisorientierter Richtlinien für Natural Bodybuilder. Ziel ist es, die physiologischen Voraussetzungen optimal zu nutzen und somit die Wirksamkeit des individuellen Trainingsplans zu steigern. Ein zusätzlicher Fokus liegt auf dem mentalen Aspekt der Trainingsprogression und Kraftsteigerung, wobei psychologische Faktoren wie Motivation und Zielsetzung berücksichtigt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden eine solide Basis für die Gestaltung maßgeschneiderter Trainingspläne, die den individuellen Bedürfnissen und Zielen der Athleten gerecht werden.

Im ernährungsphysiologischen Teil der Arbeit liegt der Fokus auf der Maximierung der Proteinsynthese und untersucht die Möglichkeiten, die Proteinsynthese effektiv zu steigern. Daraus lassen sich praxisrelevante Hinweise für eine optimale Nährstoffversorgung schließen. Diese Schlüsse dienen als Vorbereitung, gezielte Empfehlungen in Hinblick auf die Ernährung von Athleten zu geben und somit einen weiteren Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung ihrer Muskelaufbauziele zu leisten.

## **Abstract**

Zusammenfassend trägt diese Forschungsarbeit dazu bei, die Vielschichtigkeit der physiologischen Prozesse im Natural Bodybuilding zu beleuchten. Der Beitrag dieser Arbeit besteht darin, einen wertvollen Überblick über die vorbereitenden Faktoren zu bieten, welche den effektiven Muskelaufbau beeinflussen. Die präsentierten Informationen können Natural Bodybuildern helfen, ihren Muskelaufbau zu optimieren und ihre Chancen auf Erfolg zu optimieren.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Konventionen</b>	1	<b>6.4 Muskelschwellung Effekt für besseren Muskelaufbau</b>	38
1.1 Zitierweise	6	<b>7 Trainingsintensität (Schwierigkeitsgrad)</b>	40
1.2 Genderhinweis	6	7.1 Intensität des Trainings	40
1.3 Methodik	7	7.2 Steuerung der Intensität durch die RIR / RPE Skala	42
1.4 Abkürzungsverzeichnis	8	7.3 Ist trainieren bis zum Muskelversagen besser für den Muskelaufbau?	44
<b>2 Motivation</b>	9	<b>8 Trainingsvolumen (Gesamtarbeit) für optimalen Muskelaufbau</b>	48
<b>3 Einleitung</b>	10	<b>9 Trainingshäufigkeit und -frequenz</b>	53
3.1 Allgemeine Vorteile durch Krafttraining	10	<b>10 Übungsauswahl und Wiederholungsbereich für optimalen Muskelaufbau</b>	57
3.2 Bedeutung von Krafttraining im Bezug auf Natural Bodybuilding	11	10.1 Wie viele Übungen pro Muskel sollte man machen für den optimalen Muskelaufbau?	57
3.3 Definition und Prinzipien von Natural Bodybuilding	13	10.2 Integration von Isolationsübungen zur Verbesserung der Muskelzuwächse	61
3.4 Bedeutung von Natural Bodybuilding und im sportlichen Kontext	15	10.3 Priorisieren durch optimale Übungsreihenfolge	63
<b>4 Physiologische Aspekte des Muskelaufbaus</b>	17	10.4 Optimaler Wiederholungsbereich für Muskelaufbau	65
4.1 Was ist Hypertrophie und was Hypertrophiert?	17	10.5 Der limitierender Faktor	66
4.2 Entscheidende Muskelfasertypen für den Muskelaufbau	18	<b>11 Kontrolle der Bewegungsausführung</b>	70
<b>5 Progression</b>	20	11.1 Einfluss der Range of Motion auf Muskelaufbau und Kraftentwicklung	70
5.1 Progression im Kontext des Hypertrophietrainings (Muskelaufbau)	20	11.2 Kontrollierte Negative in der Bewegungsausführung für besseren Muskelzuwachs	72
5.2 Progression: Steigerung der Trainingsbelastung durch Erhöhung der Gewichte oder Wiederholungen	23	<b>12 Periodisierung des Trainings</b>	73
5.3 Progression durch erhöhte Trainingsfrequenz	26	12.2 Zyklisches Training im Vergleich zu konventionellem Training	73
5.4 Mentaler Aspekt in Bezug auf Krafttraining und Progression	28	12.1 Anwendung eines "Deloads" bei Überlastungssymptomen	75
5.5 Progression durch fokussiertes Training	30		
<b>6 Setzen von Trainingsreizen</b>	31		
6.1 Prinzip des wirksamen Belastungsreizes	31		
6.2 In wie weit ist ein Muskelkater gut oder schlecht für einen optimalen Muskelaufbau?	32		
6.3 Effektiver Muskelaufbau durch Muskelspüren (Mind-to-Muscle-Connection)	35		

# Inhaltsverzeichnis

<b>13</b>	<b>Nährstoffbedarf fürs optimale Krafttraining (Muskelaufbautraining)</b>	77
13.1	Proteinsynthese maximieren für optimalen Muskelaufbau	77
<b>14</b>	<b>Fazit und Schlussfolgerung</b>	79
<b>15</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	80
<b>16</b>	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	3.1
<b>17</b>	<b>Erklärungen</b>	94
17.1	Eigenständigkeitserklärungen	94
17.2	Erklärung zur Archivierung	94

# Konventionen

## 1.1 Zitierstil

In dieser Forschungsarbeit wird der Zitierstil der American Psychological Association (APA) in der 7. Auflage angewendet. Gemäß den APA-Richtlinien werden alle direkten und indirekten Zitate in runden Klammern mit dem Nachnamen der Autor:innen, der Jahreszahl und gegebenenfalls der Seitenzahl angegeben. Direkte Zitate werden unverändert im Wortlaut übernommen, während bei indirekten Zitaten der sinngemäße Inhalt der Quelle wiedergegeben wird. Alle verwendeten Quellen sind im Literaturverzeichnis aufgeführt und alphabetisch nach den Nachnamen der Autor:innen geordnet.

## 1.2 Genderhinweis

Um eine geschlechtergerechte Sprache zu verwenden, wird in dieser Arbeit die geschlechtsunabhängige Form (z. B. Sportler) verwendet. Sollte dies jedoch nicht möglich sein, wird auf den Gender-Doppelpunkt (z. B. Sportler:innen) zurückgegriffen, um sowohl männliche und weibliche Formulierungen gleichermaßen zu berücksichtigen.  
Danke für Ihr Verständnis.

## 1.1 Zitierweise

## 1.2 Genderhinweis

## 1.3 Methodik

## 1.4 Abkürzungsverzeichnis

### 1.3 Methodik

Die Methodik meiner wissenschaftlichen Arbeit, orientiert sich an bewährten wissenschaftlichen Praktiken. Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden verschiedene Methoden angewandt. Zunächst erfolgte eine umfassende Literaturrecherche unter Berücksichtigung wissenschaftlicher Quellen zu den Themen Natural Bodybuilding, Kraftsport, Ernährung, Physiologie und Muskelaufbau. Dabei wurden Fachbücher, Online-Datenbanken sowie wissenschaftliche Artikel sorgfältig ausgewertet und kritisch geprüft, um eine solide Grundlage für die Arbeit zu schaffen.

Relevante Aussagen in der Arbeit wurden durch das Zitieren relevanter Quellen an den entsprechenden Stellen untermauert. Insbesondere wurde darauf geachtet, aktuelle Forschungsergebnisse und Studien in die Analyse einzubeziehen, um eine zeitgemäße und umfassende Darstellung der Thematik zu gewährleisten.

Die Methodik verfolgt einen deduktiven Ansatz, beginnend mit einer aufgestellten These, die durch umfangreiche Forschung überprüft wird. Um die Forschungsfrage möglichst aus unterschiedlichen Perspektiven zu beantworten, kommen sowohl quantitative als auch qualitative Studien zum Einsatz.

Es wird angestrebt, alle relevanten Aspekte von Natural Bodybuilding, insbesondere im Kontext des maximalen Muskelaufbaus, umfassend und detailliert zu behandeln. Zusätzlich werden mögliche Einflussfaktoren, wie Ernährung, Training und physiologische Faktoren, in die Analyse einbezogen, um eine ganzheitliche Betrachtung zu gewährleisten.

## 1.4 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
bspw.	beispielsweise
ca. circa	(ungefähr, etwa)
d.h	Das heißt
etc. et cetera	(und so weiter)
S.	Seite
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel
ROM	Range of Motion
RIR	Reps in Reserve
1RM	One Rep Max
MMC	Mind-to-Muscle-Connection
Sätze	Arbeitssatz pro Übung
kcal	Kilokalorie
kcal/Tag	Kilokalorien pro Tag
kcal/g	Kilokalorien pro Gramm
g/kg	Gramm pro Kilogramm
g/kg/Tag	Gramm pro Kilogramm am Tag

## 2.1 Motivation

Die Wahl des Forschungsthemas wurde durch meine Leidenschaft für das Natural Bodybuilding sowie die steigende Popularität dieses Sports Helms et al. (2014) schreibt, dass ein zunehmendes Interesse von Athleten:innen am Wettkampf besteht. z.B. in den sozialen Medien, maßgeblich beeinflusst. Das wachsende Interesse an diesem Sport führte dazu, diesen auf Grundlage fundierter Fakten zu untersuchen. Insbesondere die physiologischen Aspekte des optimalen Muskelaufbaus im Natural Bodybuilding. Dadurch ergab sich die Leitfrage: „Welche Faktoren bei der Trainingsplanung beeinflussen den Erfolg von optimalen Muskelaufbau im Natural Bodybuilding und wie können diese für einen erfolgreichen Muskelaufbau genutzt werden?“. Daraus resultierte die genauere Betrachtung des Einflusses von trainingspezifische Aspekte und weiteren Einflussfaktoren auf optimalen Muskelaufbau. Die Motivation hinter dieser Forschungsarbeit liegt in der bisher lückenhaften Untersuchung des Natural Bodybuilding, besonders im Hinblick auf die physiologischen Unterschiede und spezifischen Ernährungsbedürfnisse von Trainierenden. Das übergeordnete Ziel besteht darin, präzise Methoden im Natural Bodybuilding als dopingfreie Sportart hervorzuheben. Diese Forschungsarbeit soll verdeutlichen, wie man optimalen Muskelaufbau erzielt - gemäß aktuellstem Stand der Wissenschaft - ohne auf nicht-natürliche Methoden zurückgreifen zu müssen. Durch die systematische Analyse dieser Aspekte sollen wissenschaftliche Erkenntnisse erweitert und praktische Anwendungen für Trainierende im Natural Bodybuilding abgeleitet werden.

# Einleitung 3

## **3.1 Allgemeine Vorteile durch Krafttraining**

Jede Körperbewegung wird als körperliche Aktivität definiert, die durch die Skelettmuskulatur erzeugt wird und zu einem Energieverbrauch führt. Diese Definition umfasst eine Vielzahl von Aktivitäten, einschließlich Krafttraining. Krafttraining kann als Form der körperlichen Aktivität gesehen werden, die speziell darauf abzielt, die Muskelkraft und -ausdauer zu verbessern. Es ist wichtig zu beachten, dass Krafttraining oft als Teil eines umfassenderen Fitnessprogramms betrachtet wird. Fitness beinhaltet nicht nur körperliche Aktivität, sondern auch andere Aspekte wie Ernährung und Lebensstil. Daher kann Krafttraining als ein wichtiger Bestandteil eines ganzheitlichen Ansatzes zur Verbesserung der allgemeinen Gesundheit und Fitness angesehen werden (Corbin et al.,2000) .

Durch Krafttraining erhöht sich unter anderem die Knochenmineraldichte, es kommt zu einer Vergrößerung der Glykogen- und Phosphatspeicher, sowie zu einer Stärkung von Sehnen, Bändern, Faszien und Gelenkstrukturen (Veihelmann, 2006).

Zudem bietet die Ausübung von Sport eine Vielzahl gesundheitlicher Vorteile, ein verringertes Risiko an Krebs zu erkranken. Zudem wird aufgezeigt, dass Sport die Überlebenschancen im Falle einer Krebserkrankung erhöht. Auch Widerstandstraining spielt eine entscheidende Rolle im Management von Typ-2-Diabetes. Sportliche Betätigung trägt nicht nur zur physischen, sondern auch zur mentalen Gesundheit bei.

## **3.1 Allgemeine Vorteile durch Krafttraining**

## **3.2 Bedeutung von Krafttraining im Bezug auf Natural Bodybuilding**

## **3.3 Definition und Prinzipien von Natural Bodybuilding**

## **3.4 Bedeutung von Natural Bodybuilding und im sportlichen Kontext**

Es verbessert die kognitive Funktion, reduziert das Risiko von Demenz und beeinflusst positive Aspekte wie Angst und Depression (Hollstein, 2019). Krafttraining, speziell zur Stabilisierung der Halswirbelsäulen- und Rumpfmuskulatur, hat herausragende gesundheitliche Vorteile. Es reduziert nachweislich Defizite und Dysbalancen in der wirbelsäulenstabilisierenden Muskulatur bei chronischen Rückenschmerzen. Die gezielte Kräftigung ist entscheidend, um bestehende Beschwerden zu lindern und präventiv weiteren Problemen vorzubeugen. Krafttraining verbessert die Stabilität und Funktionalität der Wirbelsäule, was sich positiv auf die Lebensqualität auswirkt. Diese Erkenntnisse betonen die zentrale Rolle des Krafttrainings für eine langfristig stabile und schmerzfreie Rückenstruktur (Sutanto, 2022).

### **3.2 Bedeutung von Krafttraining im Bezug auf Natural Bodybuilding**

In dieser Arbeit wird der Fokus auf den Aspekt der Körperperformance gelegt und damit das gezielte Krafttraining.

Betrachtenswert ist hierbei auch das Bodybuilding, wo der Fokus nicht auf der maximalen Leistungsfähigkeit liegt, sondern auf dem Erreichen von Muskelhypertrophie (Veihelmann, 2006).

### 3.3 Definition und Prinzipien von Natural Bodybuilding

Die Prinzipien des Natural Bodybuildings, wie sie im Artikel von Helms et al. (2014) mit dem Titel „Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: nutrition and supplementation“ dargelegt werden, umfassen mehrere Schlüsselaspekte. Eine präzise Zusammenfassung dieser Prinzipien ergibt sich aus folgenden Punkten:

Um effektiven Muskelaufbau oder Fettverlust zu erreichen, ist eine präzise Kontrolle der Kalorienbilanz entscheidend. Während der Fettreduktion wird ein moderates Kaloriendefizit empfohlen, während beim Muskelaufbau ein Kalorienüberschuss erforderlich ist. Die Makronährstoffverteilung spielt dabei eine entscheidende Rolle, wobei eine optimale Balance zwischen Proteinen, Kohlenhydraten und Fetten angestrebt wird. Besonderes Augenmerk liegt auf einer ausreichend hohen Proteinzufuhr, um den Erhalt von Muskelmasse zu fördern, wobei die individuelle Proteinbedarfsmenge variabel ist.

Die Kohlenhydratzufuhr sollte an den individuellen Bedarf angepasst werden, wobei Carbohydrate Loading in der Wettkampfvorbereitung relevant sein kann. Eine ausreichende Zufuhr von gesunden Fetten ist für hormonelle Funktionen und die allgemeine Gesundheit von Bedeutung. In Bezug auf Nahrungsergänzungsmittel wird eine gezielte Anwendung empfohlen, wobei Kreatin, Omega-3-Fettsäuren und Vitamin D als potenziell unterstützende Supplemente genannt werden.

Abschließend wird betont, dass eine angemessene Flüssigkeitszufuhr entscheidend für die Aufrechterhaltung der Leistungsfähigkeit und die Förderung der allgemeinen Gesundheit ist. Diese Prinzipien sind auf evidenzbasierten Empfehlungen basiert und können individuell angepasst werden, um den spezifischen Anforderungen eines Natural Bodybuilders gerecht zu werden (Helms et al., 2014).

### 3.4 Bedeutung von Natural Bodybuilding und im sportlichen Kontext

Nuzzo (2023) analysierte 20 Studien, die die Gründe und Motivationen von Männern und Frauen für die Teilnahme am Krafttraining untersuchten. Die Studien basieren auf Selbstaussagen der Teilnehmer und spiegeln daher vorwiegend explizite Motive wider. Die Ergebnisse zeigen unter anderem, dass der Wunsch nach Verbesserung der Gesundheit und körperlichen Fitness bei Frauen und Männern zu den beiden häufigsten Gründen für die Teilnahme am Krafttraining gehört.

In einigen anderen Punkten gehen jedoch die Motivationen von Männern und Frauen auseinander. Männer sind im Allgemeinen motivierter durch Herausforderungen, Wettbewerb, soziale Anerkennung, Statuserreichung und dem Wunsch, Muskelgröße, Kraft und Ausdauer zu verbessern. Frauen werden hingegen stärker durch die Verbesserung des Aussehens und der Attraktivität, dem Muskelaufbau und der Gewichtsabnahme bzw. der Gewichtskontrolle motiviert. (Nuzzo, 2023)

Natural Bodybuilding ist eine immer beliebter werdende Sportart, die sich auf den Muskelaufbau konzentriert, der ausschließlich auf natürliche Weise erfolgt. Anabole Steroide und andere leistungssteigernde Substanzen sind offiziell tabu. Die Muskulatur soll durch eine ausgewogene Ernährung und ein gut strukturiertes Training wachsen (Helms et al., 2014).

Natural Bodybuilding ist eine Ausprägung des Bodybuildings, die sich im Ursprung des Sports verwurzelt sieht und durch den Verzicht auf potenziell schädliche Dopingmittel gekennzeichnet ist. Berend Breitenstein betont die ganzheitliche Praxis des Bodybuilding-Lifestyles, basierend auf Training, Ernährung, Erholung und positivem Denken.

Die World Health Organisation (WHO) definiert Gesundheit als nicht nur die Abwesenheit von Krankheit, sondern als physisches, psychisches und soziales Wohlbefinden. Im Kontext von Bodybuilding bedeutet dies, dass die ganzheitliche Gesundheit von Körper, Geist und Seele im Einklang sein muss, um den Menschen als gesund zu betrachten.

Natural Bodybuilding betont die Möglichkeit, den eigenen Körper zu formen, die Gesundheit zu erhalten und Krankheiten vorzubeugen, ohne auf Dopingmittel wie Anabolika, Wachstumshormone und andere zurückzugreifen. Es wird auf die Gefahren von Dopingmitteln hingewiesen, einschließlich Organschädigungen und psychischer Veränderungen.

Die GNBf-Athleten werden als Beispiel für erfolgreichen Muskelaufbau und Fettreduktion ohne Doping genannt, was die Glaubwürdigkeit und Effektivität des Natural Bodybuilding unterstreicht. Insgesamt steht der Begriff für eine ganzheitliche und gesunde Praxis des Bodybuildings ohne den Einsatz von Dopingmitteln, die positive Effekte auf Aussehen, Gesundheit und Lebensqualität bietet (Breitenstein, 2022).

# Pyhsiologische Aspekte des Muskelaufbaus

## 4

### 4.1 Was ist Hypertrophie und was Hypertrophiert?

Die Hypertrophie bezeichnet die Vergrößerung eines Organs, in diesem Fall der Muskulatur, durch Zunahme des Volumens oder eine Vergrößerung des Querschnitts der Zellen (Veihelmann, 2006).

Bei Muskelhypertrophie vergrößern sich Proteine innerhalb einer spezifischen Muskelfaser, was zu einer Zunahme des Faserquerschnitts und des gesamten Muskels führt. Hypertrophietraining, insbesondere durch Widerstandstraining, führt zu Hypertrophie, indem es zu einer Volumenzunahme der Muskelfasern führt (Morton et al., 2019). Als Ergebnis dieses Trainings kann häufig auch eine steigende Maximalkraft erreicht werden (Pürzel & Pürzel, 2020).

### 4.1 Was ist Hypertrophie und was Hypertrophiert?

### 4.2 Entscheidende Muskelfasertypen für den Muskelaufbau

### 4.2 Entscheidende Muskelfasertypen für den Muskelaufbau

Der Skelettmuskel umfasst drei Haupttypen von Muskelfasern: sehr schnelle Typ IIx-Fasern, schnelle Typ IIa-Fasern und langsame Typ I-Fasern. Bei genauerer Betrachtung existieren insgesamt sieben Muskelfasertypen. Die Charakteristika der vier nicht erwähnten Muskelfasern liegen zwischen den zuvor genannten. Aktuelle Empfehlungen legen nahe, dass schnelle Muskelfasern stärker auf wenige schwere Wiederholungen ansprechen, während langsame Muskelfasern eher durch viele leichte Wiederholungen gereizt werden. Allerdings ist die Studienlage hier nicht so eindeutig wie gewünscht. Es gibt nach wie vor Studien mit klareren Ergebnissen (Ogborn 2014, Vinogradova 2013).

Allerdings existieren gegenwärtig nur wenige Studien mit einem Durchführungsprotokoll, das valide Ergebnisse zusichert (Mitchell 2012, Morton 2016).

In diesen Studien zeigt sich lediglich eine minimale Auswirkung der Wiederholungszahl auf die Hypertrophie verschiedener Muskelfasertypen. Aktuell fehlen weitere Untersuchungen, um klare Aussagen zu treffen. Dennoch bleibt die Muskelfaserverteilung nicht unberücksichtigt. Die vorliegenden Studien sind meist von kurzer Dauer, üblicherweise nur einige Wochen.

Langfristig betrachtet weisen schnelle Muskelfasern ein Hypertrophie-Potenzial auf, das etwa 30-50% höher liegt (van Wessel et al., 2010, Schuenke et al., 2012, Campos et al., 2002). Ihr Wachstum erfolgt nicht zwingend schneller, sondern über einen längeren Zeitraum, was zu einer Zunahme ihrer Dicke führt.

Dass sich Spitzenathleten aus dem Bodybuilding und Powerlifting mit der genetischen Veranlagung aufzeigen können, wenn sie mehr von den schnellen Typ IIa-Fasern Muskelfasern haben, kann gegenwärtig nicht ausreichend belegt werden. Schnelle Fasern können die Spannung nicht so lange aufrechterhalten, und wissenschaftliche Erkenntnisse zeigen, dass erstklassige Powerlifter keine überdurchschnittliche Anzahl schneller Muskelfasern aufweisen. Für Powerlifter ist die Verteilung der Muskelfasertypen bezüglich des direkten Maximalkraft-Outputs nicht relevant, da beide Typen nahezu identische Kraft erzeugen können (Krivickas et al., 2011). Der Unterschied liegt vielmehr darin, dass langsame Muskelfasern mehr Zeit benötigen, um maximale Kraft zu erreichen.

# Progression 5

## **5.1 Progression im Kontext des Hypertrophietrainings (Muskelaufbau)**

Es gibt einige Menschen, die seit vielen Jahren nahezu täglich trainieren und dennoch kaum sichtbar an Muskelmasse zulegen. Aus meiner beruflichen Erfahrung als Fitnesstrainer kenne ich einige, die alle eines gemeinsam haben: Sie verfolgen kein richtiges Progressionsschema (Pürzel & Pürzel, 2020, S.41). Die Bedeutung von Systemen und die Art und Weise wie man sich steigern sollte, um das volle Potenzial beim Muskelaufbau auszuschöpfen (Nuzzo, 2023; Plotkin et al., 2022; Morton et al., 2019), ist entscheidend - unabhängig davon, ob man Anfänger oder Fortgeschrittener ist.

Doch weshalb ist Progression so entscheidend? Muskelaufbau ist ein Anpassungsprozess, wobei das Training nichts anderes als Stress für den Körper darstellt, den wir als Trainingsstress bezeichnen. Muskelaufbau ist die Reaktion des Körpers auf diesen Stress - die Hypertrophie. Beim Training wird der Körper durch Belastung herausgefordert und beim nächsten Mal will er nicht mehr so stark beschädigt oder belastet werden (Damas et al., 2016). Als Reaktion darauf passt sich der Körper diesem Stressniveau langfristig an (Nuzzo, 2023; Morton et al., 2019; Pürzel & Pürzel, 2020, S.41).

Bei einem konstantem Stressniveau bleibt der Körper und es findet kein signifikanter Muskelaufbau statt. Daher führt eine gleichbleibende Belastung dazu, dass der Körper sich nicht weiterentwickelt. Daher führt eine gleichbleibende Belastung dazu, dass der Körper sich nicht weiterentwickelt.

## **5.1 Progression im Kontext des Hypertrophietrainings (Muskelaufbau)**

### **5.2 Progression: Steigerung der Trainingsbelastung durch Erhöhung der Gewichte oder Wiederholungen**

### **5.3 Progression durch erhöhte Trainingsfrequenz**

### **5.4 Mentaler Aspekt in Bezug auf Krafttraining und Progression**

### **5.5 Progression durch fokussiertes Training**

An dieser Stelle kommt die Progression ins Spiel, denn sie bestätigt, dass Muskeln aufgebaut wurden und dass die Stärke zugenommen hat (Pürzel & Pürzel, 2020, S.41). Wie sonst könnte man mehr Gewicht bewegen oder mehr Wiederholungen mit gleichbleibender Technik absolvieren?

Ein Progressionsschema erhöht systematisch den Trainingsstress, um dem Körper zu signalisieren, dass die bisherigen Anpassungen nicht mehr ausreichen. Man muss das Gewicht oder die Wiederholungen systematisch steigern, damit der Körper sich erneut anpassen kann (Plotkin et al., 2022). Ein optimales Progressionsschema gewährleistet eine kontinuierliche, aber beherrschbare Erhöhung des Stresses, die im Einklang mit der Anpassung des Körpers verläuft (Morton et al., 2019).

Das Ziel ist es, den Trainingsstress zu erhöhen, um fortlaufende Anpassungen zu gewährleisten. Ein einfaches Beispiel für Anfänger ist, sich von Einheit zu Einheit zu steigern. Anfänger definieren sich dadurch, dass sie sich von Einheit zu Einheit steigern können. Fortgeschrittene Athleten hingegen steigern sich in der Regel von Trainingszyklen zu Trainingszyklen, von Woche zu Woche oder sogar von Monat zu Monat. Die Progressionsrate nimmt im Vergleich ab, da Fortgeschrittene nicht mehr so viel Spielraum bei der Steigerung haben. Ein praxisbezogenes Beispiel wäre, in der ersten Woche mit 100 kg Gewicht und 4x10 Wiederholungen zu trainieren. In der nächsten Woche erhöht man das Gewicht auf 102,5 kg und absolviert 4x9 Wiederholungen. Dann steigert man sich auf 105 kg und wiederholt das Schema.

Die Wochen werden miteinander verglichen, und das Ziel ist es, sich von Woche zu Woche zu steigern. Für Fortgeschrittene kann dies in Trainingszyklen von vier Wochen erfolgen, indem das Gewicht und die Wiederholungen systematisch erhöht werden (Pürzel & Pürzel, 2020, S.59).

Das sinnvollste Progressionsschema im Kontext eines Muskelaufbau-Programms ist die kontinuierliche Steigerung von Wiederholungen und Gewicht. Unabhängig von der Intensität, sprich dem Wiederholungsbereich, empfiehlt sich die Anwendung des folgenden Leitsatzes für alle Übungen: Sobald die Gesamtanzahl der Wiederholungen aller Sätze einer Übung das Satzfache der ursprünglich festgelegten Wiederholungszahl des ersten Satzes erreicht hat, sollte das Gewicht gesteigert werden – in der Regel um den kleinstmöglichen Betrag (Pürzel & Pürzel, 2020, S.163). Man sollte im Hinterkopf behalten, dass ohne Progression die Anpassungen am Training Stressniveau irgendwann an ihre Grenzen stoßen, und dann sind trotz jahrelangen Trainings keine Fortschritte sichtbar.

### 5.2 Progression: Steigerung der Trainingsbelastung durch Erhöhung der Gewichte oder Wiederholungen

Wenn man optimal Muskeln aufbauen möchte, stellt sich früher oder später die Frage, ob man besser auf mehr Gewicht oder auf mehr Wiederholungen setzen sollte. Diese Frage wurde von einer aktuellen RCT-Studie aufgegriffen, die sich als erste Studie mit diesem Thema befasst hat. Die Forscher (Plotkin et al., 2022) teilten 43 trainierte Probanden willkürlich in zwei Gruppen ein. Beide Gruppen absolvierten zweimal pro Woche den gleichen Trainingsplan, bestehend aus vier Sätzen Kniebeugen, vier Sätzen Beinstrecker sowie vier Sätzen Wadenheben im Sitzen und im Stehen. Alle Übungen sollten im Bereich von 8 bis 12 Wiederholungen mit einer Erholungspause von 2 Minuten durchgeführt werden.

In der Gewichtsguppe versuchte man, das Gewicht bei konstanter Anzahl von Wiederholungen zu steigern, während die Wiederholungsgruppe die Anzahl der Wiederholungen bei konstantem Gewicht steigern musste. Die Forscher bemühten sich auch, die Ernährung der beiden Gruppen möglichst gleich zu halten. Unterschiede in der Proteinzufuhr, Fettzufuhr, Kohlenhydratzufuhr oder Kalorienzufuhr waren zwischen den Gruppen praktisch nicht gegeben. Nach ca. 8 Wochen wurden die Kraft und der Muskelaufbau gemessen.

Beide Gruppen bauten tatsächlich gleich viel Kraft und Muskeln auf, aber der Trend ging in einem der vier Oberschenkelmuskeln, dem rectus femoris, in Richtung der Wiederholungsgruppe.

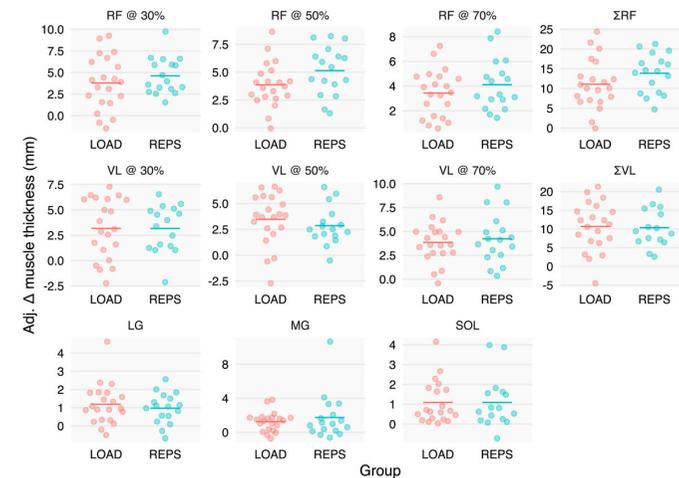


Abb. 1: Oberschenkelmuskeln, Trend in Richtung der Wiederholungsgruppe

Warum ausgerechnet dieser Muskel besser durch mehr Wiederholungen wächst, ist bisher noch ungeklärt.

Aus der Praxis und von der Anatomie ist bekannt, dass der Muskelkopf des "rectus femoris" bereits recht suboptimal durch eine Kniebeuge trainiert wird, da während der Kniestreckung auch gleichzeitig eine Hüftstreckung stattfindet. Dies ist relevant, da dieser Muskelkopf nicht nur das Knie streckt, sondern auch eine Hüftbeugung ausführt. Eine Hüftstreckung führt dazu, dass der Muskel gedehnt wird. Bei einer Kniebeuge werden sowohl eine Kniestreckung als auch eine Hüftstreckung ausgeführt, wodurch der "rectus femoris" über das Kniegelenk verkürzt, also kontrahiert, wird, aber über die Hüfte gedehnt wird. Dies kann zu einer Einschränkung der Kraftentwicklung führen, da seine Länge nicht signifikant verändert wird. Spekulativ könnte eine Änderung der Technik durch höhere Wiederholungen zu einer gewissen Längenänderung im "rectus femoris" führen. Es gibt jedoch keine konkreten Belege dafür.

Die Erkenntnis daraus ist, dass es wichtig ist, sowohl das Gewicht als auch die Wiederholungen zu steigern, um optimales Muskelwachstum zu erzielen. Wenn z.B. der nächste Gewichtssprung beim Seitheben zu groß ausfällt, sollten ein paar mehr Wiederholungen stattfinden, denn durch die aktuelle Datenlage (Plotkin et al., 2022) ist bereits bekannt, dass beide Faktoren dabei helfen werden, effektiv Muskeln aufzubauen. Es ist empfehlenswert, zuerst die Anzahl der Wiederholungen zu erhöhen, da die passiven Strukturen wie Bänder und Sehnen etwas mehr Zeit, im Vergleich zur Muskulatur,

benötigen um sich anzupassen und zu regenerieren. Eine weitere Ableitung in der Praxis zeigt in einem Beispiel, dass, wenn man bemerkt, dass bei der Kniebeuge der limitierende Faktor die Ausdauer ist, weil man überwiegend die Wiederholungen gesteigert hat statt der Gewichte. Dann sollte man sich auf die Erhöhung des Gewichtes konzentrieren. Die Anpassung beider Parameter ist möglich und sollte einem dabei helfen, neue Muskulatur optimal aufzubauen.

### 5.3 Progression durch erhöhte Trainingsfrequenz

Die norwegische Powerlifting-Studie (Finn, 2014) ist aus mehreren Gründen besonders bemerkenswert. In dieser nationalen Untersuchung der norwegischen Powerlifting-Nationalmannschaft wurde zwischen einer Trainingsfrequenz von 3 Trainingseinheiten pro Woche und sechs Trainingseinheiten pro Woche verglichen. Das Trainingsvolumen beider Gruppen blieb gleich. Ein entscheidender Aspekt ist, dass diese Studie nicht nur auf Profis, sondern auf Athleten der Nationalmannschaft abzielte, die erfahrenen Powerlifter waren. Die Tatsache, dass sie sich in einem nationalen Team befanden, verleiht der Studie eine gewisse Glaubwürdigkeit, da sie auf hochqualifizierte Individuen abzielt.

Diese Studie hebt sich auch durch ihre Relevanz für die Allgemeinheit hervor. Der Fokus liegt nicht nur auf Bodybuildern oder Fitnessenthusiasten, sondern auf dem Gesundheitsaspekt, was sie zu einer wichtigen Quelle für eine breite Masse macht. Diese Studie lässt sich auf die allgemeine Bevölkerung übertragen und sie liefert gesundheitsbezogene Erkenntnisse, was sie besonders wertvoll macht.

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Gruppe mit einer Trainingsfrequenz von sechs mal pro Woche sowohl in Bezug auf Kraft als auch auf Muskelzuwächse signifikante Verbesserungen zeigt. Dies macht die Studie zu einer herausragenden Quelle,

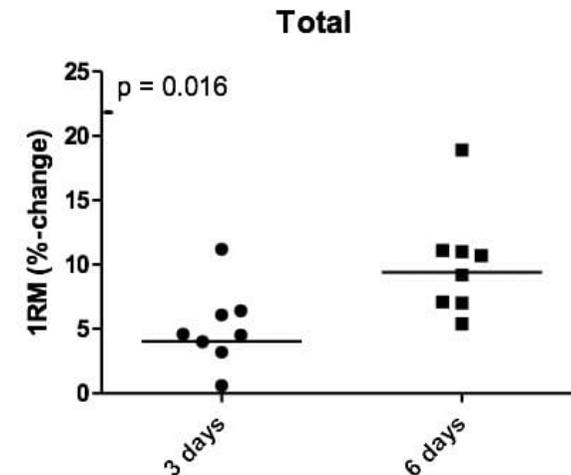


Abb. 2: 3er Frequenz im Vergleich zu 6er Frequenz

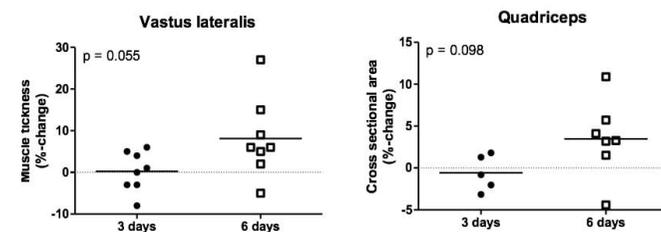


Abb. 3: 3er Frequenz im Vergleich zu 6er Frequenz der Oberschenkelmuskulatur

die bei Einwänden gegen andere Studien fast vergessen werden könnte. Die sorgfältige Durchführung der Studie und die klaren Ergebnisse tragen zu ihrer Glaubwürdigkeit bei (Finn, 2014).

Zusätzlich sei darauf hingewiesen, dass die Kraft-Frequenz-Verbindung von Nuckols (2018) eine weitere Perspektive bietet. Diese Arbeit unterstreicht die Vorteile einer höheren Trainingsfrequenz für die Kraftentwicklung. Die Analyse von Studien mit gleichem Volumen, aber unterschiedlicher Frequenz, deutet darauf hin, dass eine höhere Trainingsfrequenz zu besseren Ergebnissen führen kann, insbesondere wenn es um Kraftsteigerungen geht. Dies wirft die Frage auf, ob eine höhere Frequenz auch im Hinblick auf Muskelaufbau vorteilhaft sein könnte, da mit höheren Gewichten auch mehr Volumen bewegt werden kann.

Abschließend wird betont, dass der Spaß am Training ebenfalls eine große Rolle spielt. Konsequenz und Freude am Training sind entscheidend. Sollte der Spaß nachlassen, ist es ratsam, die Trainingsstrategie anzupassen. Hochfrequentes Training kann effektiv sein (Finn, 2014), aber letztendlich muss es zur individuellen Präferenz und zu den Zielen passen. Der Fokus sollte darauf liegen, das Volumen zu maximieren und gleichzeitig den Spaß und die Motivation aufrechtzuerhalten.

#### **5.4 Mentaler Aspekt in Bezug auf Krafttraining und Progression**

Wenn man optimal Muskeln aufbauen möchte, stellt sich üblicherweise die Frage nach dem besten Split (Aufteilung der zu trainierende Muskelatur), der optimalen Wiederholungszahl und geeigneten Übungen. Diese Fragen sind entscheidend und sollten entsprechend gestellt werden. Dabei wird oftmals der mentale Aspekt vernachlässigt. Dies verdeutlichen die zwei folgenden Studien sowie die daraus abgeleiteten Erkenntnisse:

In der Untersuchung von Ariel & Saville (1972) trainierten leicht fortgeschrittene Probanden zunächst sieben Wochen komplett natural. Anschließend erhielten sie für vier weitere Trainingswochen Anabolika, genauer gesagt 10 Milligramm Dianabol - so wurde es ihnen zumindest mitgeteilt. In Wirklichkeit handelte es sich um eine Placebo-Pille. Überraschenderweise stiegen die Maximalkräfte der Athleten in den ersten sieben Wochen im Bankdrücken um ca. 4 Kilo und bei Kniebeugen um ca. 3 Kilo. Nach vier Wochen mit der Placebo-Pille waren es sogar erstaunliche 13 Kilo im Bankdrücken und 19 Kilo bei Kniebeugen. Beim Überkopfdrücken anstatt der anfänglichen 0,7 Kilo, betrug der Zugewinn tatsächlich beeindruckende 7 Kilo. Die Athleten konnten sich nicht nur genauso gut steigern wie zuvor, sondern je nach Übung sogar bis zu 10-mal besser. Dies verdeutlicht, dass die eigenen Gedanken und Glaubenssätze den Trainingsfortschritt erheblich beeinflussen können (Ariel & Saville, 1972). In der Praxis heißt das, um effektiv in ein schweres Training einzusteigen, ist es wichtig, nicht bereits mit Ängsten

in den Trainingssatz zu gehen. Stattdessen sollte der Fokus auf positiven Gedanken liegen und die Übung als Möglichkeit gesehen werden, eine neue Bestleistung zu erreichen. Um die Angst zu minimieren, kann die Auswahl einer Übung, die mehr Sicherheit bietet, hilfreich sein, beispielsweise in einem Squat Rack mit Gewichtablage. Zudem kann die Auswahl aufbauender oder vertrauensfördernder Musik dazu beitragen, Ängste zu nehmen. Letztendlich wird das richtige Mentalität zu einer deutlich verbesserten Progressionsrate führen (Ariel & Saville, 1972).

Dies unterstreicht die nächste Studie: In der Studie von Crum et al., (2011) erhielten die Probanden an verschiedenen Tagen entweder einen kalorienreichen Cheat-Milchshake oder einen vermeintlich kalorienarmen, sauberen Milchshake. Die Nährwertangaben zeigten den Probanden, welchen Shake sie konsumierten, obwohl beide Shakes identisch waren. Die faszinierende Erkenntnis war, dass nach dem Cheat-Shake das appetitanregende Hormon Grehlin deutlich stärker abnahm, was zu einer besseren Sättigung führte (Crum et al., 2011). Der Glaube, dass etwas besser sättigt, beeinflusst also die hormonelle Reaktion des Körpers und die wahrgenommene Sättigung, selbst wenn die physiologische Reaktion identisch ist. Dies unterstreicht die Relevanz von Glaubenssätzen und wie sie unsere Wahrnehmung und physiologische Reaktion beeinflussen können. Wie man also Stress interpretiert und wahrnimmt, ist entscheidend für ein optimales Training und somit einen signifikant besseren Muskelaufbau. Die subjektive Wahrnehmung ist ebenso wichtig wie die objektiven Stressoren (Stults-Kolehmainen et al., 2014). Hierzu sei also zu empfehlen, den mentalen Aspekt im Krafttraining nicht außer Acht zu lassen.

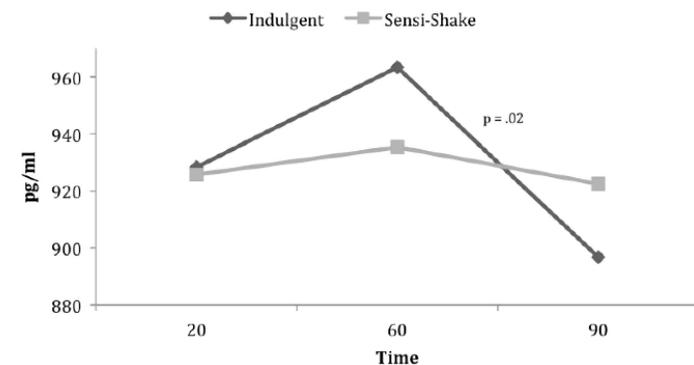


Abb. 4: Settingshormon Grehlin Vergleich mit Shakes

### 5.5 Progression durch fokussiertes Training

Während der Übungsausführung gilt es, zu 100 Prozent fokussiert zu sein. Studien, darunter von Schoenfeld et al. (2018) und Calatayud et al. (2018), zeigen, dass eine konzentrierte Ausführung zu Vorteilen im Muskel- und Kraftzuwachs führen kann. Oftmals lassen sich Trainierende durch äußere Einflüsse wie Gespräche mit dem Nachbarn oder das Grübeln über zukünftige Pläne ablenken. Es ist entscheidend, sich vollständig auf die Zielmuskulatur und die korrekte Technik zu konzentrieren, um eine verbesserte Mind-Muscle Connection zu erreichen. Diese wiederum sorgt zusätzlich für einen effektiveren Muskelaufbau (Wakahara et al., 2013; Snyder & Leech, 2009). Dadurch minimiert sich das Risiko einer fehlerhaften Bewegungsausführung, eine kontrollierte Negative-Bewegung wird gefördert (Azevedo et al., 2022; Schoenfeld et al., 2015). Der Fokus sollte zu 100 Prozent auf der Ausführung der aktuellen Übung liegen.

# Setzen von Trainingsreizen **6**

## **6.1 Prinzip des wirksamen Belastungsreizes**

Jeder lebensfähige Organismus kann sich an die auf ihn einwirkenden Kräfte anpassen, jedoch nur, wenn die als Reize auf den Körper wirkenden Kräfte ausreichend groß sind (Pürzel & Pürzel, 2020). Grundsätzlich redet man hierbei von einer 4-stufigen Skala (Roux, 1895).

Nachfolgend wird genauer auf Stufe 3 der Skala eingegangen. Hierbei wird ein überschwellig mittlerer bis starker Reiz erzeugt, der der optimalen Reizintensität beim Krafttraining entspricht. Konkret bedeutet dies, dass alles über 70% einer Wiederholung mit Maximalkraft für Untrainierte und über 80% für Trainierte in die entscheidende Kategorie des überschweligen Reizes fällt. In dieser Zone wird die beste Muskelhypertrophie erzielt (Peterson et al., 2005).

Zusammengefasst: Anfänger sollten im Bereich von 50-80% ihrer maximalen Kraft trainieren, während Fortgeschrittene über 80% ihrer maximalen Kraft trainieren sollten. Dabei ist es sowohl für Trainer als auch Trainierende wichtig, darauf zu achten, dass nicht mit zu geringen Lasten trainiert wird. Es kommt häufig vor, dass durch zu leichtes Gewicht oder Widerstandsbänder die gewünschten Ziele nicht erreicht werden bzw. gar keine Fortschritte erzielt werden. Diese Werte beziehen sich auf die Maximalkraftsteigerung. Im Muskelaufbau gibt es gewisse Unterschiede, aber nicht in großem Maße (Pürzel & Pürzel, 2020, S.38).

## **6.1 Prinzip des wirksamen Belastungsreizes**

### **6.2 In wie weit ist ein Muskelkater gut oder schlecht für einen optimalen Muskelaufbau?**

### **6.3 Effektiver Muskelaufbau durch Muskelspüren (Mind-to-Muscle-Connection)**

### **6.4 Muskelschwelung Effekt für besseren Muskelaufbau**

## **6.2 In wie weit ist ein Muskelkater gut oder schlecht für einen optimalen Muskelaufbau?**

Um das Beste aus dem Training herauszuholen und optimalen Muskelaufbau zu erzielen, stellt sich die Frage, wie stark der Muskelkater nach dem Training sein darf. In diesem Zusammenhang gibt es zwei unterschiedliche Lager: Diejenigen, die bei jedem Training einen intensiven Muskelkater anstreben, und diejenigen, die Muskelkater vermeiden möchten. Um zu klären, welches die richtige These ist, ist ein Blick auf die wissenschaftliche Datenlage notwendig. Nachdem unterschiedliche Szenarien beleuchtet wurde, werden praktische Tipps für das eigene Training mitgegeben.

Muskelkater ist im Grunde der Schmerz, den man empfindet, wenn die Muskeln geschädigt wurden. Bei intensiven körperlichen Aktivitäten, wie etwa dem Marathonlaufen, werden die Muskeln teilweise geschädigt, was zu muskulärem Unbehagen führt. Die entscheidende Frage ist nicht, ob Muskelkater gut oder schlecht ist, sondern ob Muskelschäden, als Ursache des Muskelkaters, schädlich sind. Manche sehen Muskelschäden als vorteilhaft an, da vor allem hartes Training Schäden erzeugt. Allerdings ist es wichtig zu beachten, dass zu starke Muskelschäden, wie beim Marathonlaufen, nicht unbedingt förderlich für maximalen Muskelaufbau sind (Damas et al., 2016) (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 38). Die Quelle des Muskelkaters, nämlich der effektive Belastungsreiz, ist entscheidend (Weineck, 2007; Peterson et al., 2005). Ein hartes Training mit angemessenem Volumen und hoher Intensität erzeugt immer einen gewissen Grad an Muskelschäden (Damas et al., 2016).

Es ist möglich, Muskelschäden zu erzeugen, ohne dabei einen spürbaren Muskelkater zu haben. Muskelkater ist im Wesentlichen eine Form von Muskelschäden, verursacht durch ein hartes Training mit ausreichend Volumen und hoher Intensität (Schoenfeld et al. 2016). Muskelschäden sind nicht zwingend für einen Muskelaufbau erforderlich, aber ein intensives Training mit angemessenem Volumen und hoher Intensität ist notwendig, um das maximale Muskelpotenzial zu nutzen.

Die Frage, ob Muskelkater vermieden werden sollte, lässt sich nicht pauschal beantworten. Wenn man optimale Fortschritte, stärker werden und äußerlich sichtbare Veränderungen erzielen möchte, kann dies auch ohne spürbaren Muskelkater geschehen. Ein leichter Muskelkater, der bis zur nächsten Einheit abklingt, ist oft ideal. Zu viel oder zu wenig Muskelkater können nachteilig sein. Zu starker Muskelkater kann die Leistung beeinträchtigen, die Trainingsfrequenz sabotieren (Cheung et al., 2003) und die Proteinsynthese in erster Linie auf die Reparatur der Schäden lenken (Damas et al., 2016) anstatt den Muskelaufbau zu fördern.

Die goldene Mitte ist entscheidend. Weder permanenter Muskelkater noch extrem starker Muskelkater sollten angestrebt werden. Ein leichter Muskelkater, der bis zur nächsten Einheit abklingt, deutet darauf hin, dass das Training effektiv war, ohne die Trainingsfrequenz zu sabotieren. Es ist wichtig, die Trainingsintensität und das Volumen je nach den individuellen Bedürfnissen anzupassen.

Ein weiterer Aspekt ist die Rolle des Muskelkaters als Indikator für die Trainingsqualität. Fehlt der Muskelkater nach einem intensiven Training, könnte dies darauf hinweisen, dass der Muskel nicht ausreichend getroffen wurde (Pallarés et al., 2021; Hirono et al., 2022; Schoenfeld & Contreras, 2014). Muskelkater dient somit als Indikator für die Wirksamkeit des Trainings und ist ein wichtiges Werkzeug, um die richtige Technik und das angemessene Volumen sicherzustellen.

Zusammenfassend kann Muskelkater als ein nützlicher Indikator dafür betrachtet werden, ob das Training effektiv war und die richtigen Muskeln beansprucht wurden. Eine ausgewogene Herangehensweise, die weder zu starkem Muskelkater noch dessen vollständiges Fehlen anstrebt, ist ideal, um optimale Fortschritte im Muskelaufbau zu erzielen.

### **6.3 Effektiver Muskelaufbau durch Muskelspüren (Mind-to-Muscle-Connection)**

Es gibt Menschen, die ein ausgeprägtes Muskelgefühl haben, während andere Schwierigkeiten haben, sich und ihre Muskeln bewusst wahrzunehmen. Wenn man beispielsweise Schwierigkeiten hat, bestimmte Muskeln gezielt anzuspannen, sei es im Arm, in der Wade oder an anderen Stellen, ist es ratsam, dies zu erlernen. Warum? Weil das, was man spürt, eine stärkere Hypertrophie bewirkt. Dies wird sowohl von der wissenschaftlichen Forschung als auch aus praktischer Sicht unterstützt (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 122 - 123).

Praktisch betrachtet zeigt sich oft, dass Muskeln, die besser angespannt werden können und während einer Übung bewusster wahrgenommen werden, individuell den größten Muskelaufbau erfahren. Dies wird auch durch Studien gestützt. In einer Untersuchung wurden Probanden angewiesen, 10 Wiederholungen im Maximalgewicht mit ihrem rechten Arm durchzuführen. Dabei erhielten sie motivierende Hinweise. Diejenigen, die dabei bewusst auf ihre Muskeln achteten, zeigten eine stärkere Hypertrophie im Vergleich zu denen, die eher bewegungsorientierte Anweisungen erhielten (Wakahara et al., 2013; Snyder & Leech, 2009). Diese Verbindung zwischen bewusstem Wahrnehmen und Muskelaufbau gilt auch für synergistische Muskeln bei bestimmten Übungen. Wenn man beispielsweise beim Bankdrücken an seinen Trizeps denkt, kann man in diesem Bereich einen stärkeren Muskelaufbau erzielen als in der Brust.

Dies zeigt, dass der mentale Fokus während des Trainings Einfluss auf die Hypertrophie hat (Calatayud et al., 2018).

Interessanterweise zeigt sich, dass die Geschwindigkeit der konzentrischen Bewegung bei vorgegebener Kadenz einen Unterschied in der Hypertrophie bewirken kann. Das bewusste Ausführen der konzentrischen Bewegung so schnell wie möglich führt zu vergleichbaren Ergebnissen wie das bewusste Langsam-Ausführen, insbesondere wenn der Fokus auf dem Muskel liegt. Powerlifter, die schwere Gewichte mit maximaler Geschwindigkeit bewegen müssen, besitzen oft mehr Muskelmasse als Bodybuilder (Azevedo et al., 2022; Mayhew et al., 1995).

Zusammenfassend zeigt sich, dass das Ausführen der konzentrischen Bewegung so schnell wie möglich viele Vorteile hat. Der Fokus sollte dabei auf dem Muskel liegen, den man effektiv belasten möchte. Dabei sollte das Trainingsgewicht nicht unnötig reduziert werden. Viel Gewicht und eine gezielte Belastung des Zielmuskels sind entscheidend für die Hypertrophie.

Es gibt jedoch eine Herausforderung: Der Fokus auf Kadenz und Muskelwahrnehmung kann dazu führen, dass einige Trainierende mit zu geringen Gewichten trainieren. Dies kann vermieden werden indem während der Übung nur an Eines gedacht wird: Den Muskel möglichst im effektiven Belastungsreiz zu belasten (Peterson et al., 2005). Isolationsübungen mit Spitzen-Kontraktion vor Grundübungen durchzuführen, kann auch dabei helfen, das Muskelgefühl zu verbessern.

Dies kann besonders nützlich sein, wenn Schwierigkeiten bestehen, bestimmte Muskeln optimal anzusteuern (Pürzel & Pürzel, 2020, S.122 -123)

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass es entscheidend ist, das Training individuell anzupassen, um maximales Muskelwachstum zu erreichen. Insbesondere wenn bestimmte Muskelpartien Defizite aufweisen und das Muskelgefühl bei einer Übung nicht optimal ist im Vergleich zu anderen Muskelgruppen, sollte eine Anpassung vorgenommen werden. In solchen Fällen empfiehlt es sich, die betreffende Übung durch eine alternative Variante zu ersetzen, bei der das Muskelgefühl besser entwickelt werden kann.

Die Erkenntnis betont die Bedeutung einer gezielten und persönlichen Herangehensweise an das Training. Durch die individuelle Anpassung können Schwachstellen gezielt angegangen werden, während gleichzeitig sichergestellt wird, dass die angestrebte Muskulatur optimal stimuliert wird. Das Bewusstsein für die eigene Körperreaktion und die Fähigkeit, auf das Muskelgefühl zu achten, sind dabei entscheidende Elemente für einen effektiven Trainingsansatz.

#### 6.4 Muskelschwellung Effekt für besseren Muskelaufbau

Die Diskussion um die Bedeutung der Muskelschwellung, auch unter dem Begriff "Pump" bekannt, im Training für den Muskelaufbau ist vielfältig. Während einige sie als entscheidend betrachten, halten andere sie für überflüssig. Um diese Frage zu klären, betrachten wir eine aktuelle Studie aus dem Jahr 2022 von Hirono et al. (2022).

In dieser Studie untersuchte das Forscherteam, inwiefern der Pump nach der ersten Trainingseinheit mit dem Muskelaufbau nach sechs Wochen in Verbindung steht. 20 untrainierte Probanden nahmen an der Studie teil. Die Trainingseinheit bestand aus drei Sätzen mit jeweils 8 Wiederholungen: Beinstrecker bei etwa 80% des One-Rep-Maximalgewichts, dreimal pro Woche.

Die Ergebnisse zeigten eine signifikante Korrelation zwischen der Intensität des Pumps und dem Muskelaufbau. Konkret bedeutet dies, dass diejenigen, die nach der ersten Übungseinheit den stärksten Pump erlebten, tendenziell auch den meisten Muskelaufbau verzeichneten. Es ist jedoch wichtig zu betonen, dass dies eine Korrelation ist und keine Kausalität.

Die wissenschaftliche Datenlage zeigt, dass der Mechanismus des Pumps an sich aufbauend wirken könnte. Dies könnte eine mögliche Erklärung dafür sein, weshalb Probanden mit einem besseren Pump auch einen verbesserten Muskelaufbau verzeichnen konnten (Hirono et al., 2022). Dennoch legen vorherige Daten nahe, dass der Mechanismus der Muskelschwellung („Cells Swelling“) anabol wirken könnte (Schoenfeld & Contreras, 2014).

Abschließend lässt sich sagen, dass die Intensivierung des Pumps sowohl von einem möglichen anabolen Effekt der Muskelschwellung profitieren kann als auch als Indikator für eine erfolgreiche Trainingseinheit dienen kann. Es könnte daher sinnvoll sein, ausreichend hydriert zu sein und kurz vor jedem Training Stimulanzen zu konsumieren, die die Muskelschwellung besser fördern um noch mehr vom Stimulus zu profitieren.

# Trainingsintensität (Schwierigkeitsgrad)

## 7

### 7.1 Intensität des Trainings

Lassen sich effektiver Muskeln durch schweres oder leichtes Gewicht aufbauen? Bevor konkrete Empfehlungen, basierend auf wissenschaftlichen Studien, erfolgen können, folgt zunächst eine Definition für schweres und leichtes Gewicht. In der Sportwissenschaft wird der Begriff „Intensität“ verwendet, der den prozentualen Anteil eines Arbeitsplatzes am „One Rep Max“ (1RM) beschreibt, also der maximalen Last, die einmal bewältigt werden kann (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 130-131).

Ein Beispiel in der Praxis: Wenn der 1RM 100 Kilo beträgt und man einen Arbeitssatz mit 90 Kilo für 3 Wiederholungen macht, liegt die Intensität bei 90%. Man könnte auch stattdessen 30 Kilo verwenden und mehr Wiederholungen machen, was einer Intensität von 30% entsprechen würde. Dies würde allerdings zu einem Konflikt mit dem limitierenden Faktor führen.

Die Datenlage zu den optimalen Wiederholungsbereichen für Muskelaufbau wird durch eine Studie von Campos et al. (2002) beleuchtet. 32 junge Männer wurden in vier Gruppen eingeteilt: Eine Kontrollgruppe trainierte nicht, während die anderen Gruppen unterschiedliche Intensitäten zwischen 20-28, 9-11 und 3-8 Wiederholungen aufwiesen. Interessanterweise erzielten die Gruppen 3-5 und 9-11 den besten Muskelwachstum, während die Gruppe mit 20-28 weniger Fortschritte machte.

### 7.1 Intensität des Trainings

### 7.2 Steuerung der Intensität durch die RIR / RPE Skala

### 7.3 Ist trainieren bis zum Muskelversagen besser für den Muskelaufbau?

Eine Metaanalyse von Schoenfeld et al. (2016) bestätigt, dass Intensitäten über 50% tendenziell besseren Muskelaufbau bringen. Jedoch zeigt auch eine weitere Studie (Schoenfeld et al., 2015), dass niedrigere Intensitäten mehr Volumen erfordern, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Bei intensivem Training unter 6 Wiederholungen steigt die Verletzungsgefahr, während über 15 Wiederholungen Probleme wie fehlende volle Faserrekrutierung und Praktikabilität auftreten.

Aus diesen Erkenntnissen werden die Vor- und Nachteile des intensiven Trainings abgeleitet. Bei einem intensiven Training mit weniger als 6 Wiederholungen besteht erhöhte Verletzungsgefahr, eine schwierigere Ansteuerung der Zielmuskeln (Mind-Muscle Connection), niedrigeres Volumen pro Arbeitssatz und eine längere Trainingsdauer. Vorteile sind jedoch für manche Individuen der Spaßfaktor und der Kraftaufbau. Für optimales Muskelwachstum wird empfohlen, über 6 und unter 15-20 Wiederholungen zu trainieren, was einer Intensität über 50% entspricht (Schoenfeld et al. 2016; Schoenfeld et al., 2015; Jenkins et al., 2016; Ogasawara et al., 2013; Van Roie et al., 2013; Campos et al. 2002;). Die Vorteile des intensiven Trainings mit über 15 Wiederholungen sind der Fokus auf volle Faserrekrutierung, geringere Verletzungsgefahr, Praktikabilität und weniger Belastung für die passiven Strukturen. Nachteile sind niedriges Volumen, Erschwerung des Muskelaufbaus bei limitierender Hilfsmuskulatur und Unsicherheit über langfristige Ergebnisse. In Zusammenfassung wird empfohlen, im Bereich von über 6 bis unter 15-20 Wiederholungen zu trainieren, was einer Intensität von über 50% entspricht. Es ist wichtig, individuelle Faktoren wie Spaß am Training und persönliche Präferenzen zu berücksichtigen.

## **7.2 Steuerung der Intensität durch die RIR / RPE Skala**

Es geht darum, die richtige Intensität im Training zu finden, um weder zu leicht noch zu schwer zu trainieren (Schoenfeld et al., 2016). Bevor eine Selbsteinschätzung der Intensität folgt, ist wichtig zu verstehen, wie bis zum Muskelversagen trainiert wird. Die Empfehlung aus den Studien liegt dabei zwischen 2-1 „Reps in Reserve“ (RIR) Wiederholungen vor dem Muskelversagen (Refalo et al., 2023; Grgic et al., 2022; Vieira et al., 2021; Lacerda et al., 2020; Carroll et al., 2019).

Die Selbsteinschätzung der Intensität erfolgt durch die RIR oder RPE-Werte. Diese Begriffe quantifizieren, wie nah man dem Muskelversagen ist. RIR 2-3 bedeutet, dass 2 bis 3 Wiederholungen vor dem Muskelversagen möglich sind. Dies kann auch mit RPE bewertet werden, wobei 9 bedeutet, dass eine Wiederholung noch möglich ist (Barbosa-Netto et al., 2021; Helms et al., 2017; Zourdos et al., 2016) (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 130-131 & 206-212).

In der Praxis gibt es verschiedene Methoden, um die RIR richtig einzuschätzen. Eine Methode ist es, einen Satz bis zum Muskelversagen durchzuführen und diesen als Vergleichswert zu verwenden. Wenn beispielsweise 10 Wiederholungen mit 100 kg möglich sind, aber im nächsten Satz nur noch 7 Wiederholungen, ergibt dies eine RIR von 3.

Bei einer Zielsetzung von RIR 2-1 im Training sollten Arbeitssätze mit 8 - 9 Wiederholungen durchgeführt werden. Es gilt jedoch zu beachten, dass ein Leistungsverlust pro Satz stattfindet.

Eine Faustregel besagt, dass bei intensivem Training im Bereich 2-1 oder 0 der Leistungsverlust am größten ist. Dies hängt von verschiedenen Faktoren wie Pausendauer und Muskelfasertyp ab (Ogborn 2014; Vinogradova 2013; Mitchell 2012, Morton 2016; van Wessel et al., 2010; Schuenke et al., 2012; Campos et al., 2002). Die Bestleistung ist ein wichtiger Aspekt. Stärker zu werden ist zwar erstrebenswert, aber sich ausschließlich daran zu orientieren, kann dazu führen, dass das Training nicht mehr intensiv genug ist. Die Geschwindigkeit der Ausführung spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle. Die RIR-Geschwindigkeitsregeln helfen, den Verlust der Geschwindigkeit zu interpretieren. Dies kann individuell variieren, da verschiedene Muskelfasertypen unterschiedlich schnell zucken (Ogborn 2014; Vinogradova 2013; Mitchell 2012, Morton 2016; van Wessel et al., 2010; Schuenke et al., 2012; Campos et al., 2002).

Man kann daraus ableiten, dass die Erfahrung und regelmäßige Selbstreflexion nach jedem Satz helfen könnte, die RIR besser einzuschätzen. Zusätzlich könnte man den schwersten Punkt der Bewegung und die subjektiv wahrgenommene Anstrengung mit einbeziehen. Die Progression sollte sowohl linear als auch zyklisch betrachtet werden, um die Intensität angemessen anzupassen. Man sollte die Geschwindigkeit und die individuellen Eigenschaften beachten. So lässt sich sicherstellen, dass man im optimalen Intensitätsbereich trainiert.

### 7.3 Ist trainieren bis zum Muskelversagen besser für den Muskelaufbau?

Die Frage nach dem optimalen Training bis zum Muskelversagen ist in der Fitnesswelt oft umstritten. In dieser Diskussion wird die Datenlage zum Thema "Muskelversagen" genauer untersucht, um Vor- und Nachteile des Muskelversagens zu klären. Zunächst stellt sich die Frage, was man unter „Muskelversagen“ im Krafttraining versteht. Muskelversagen tritt ein wenn keine eigenständigen Wiederholungen mehr möglich sind. Dies schließt die Hilfe von Spotttern aus, und die Technik sollte während des gesamten Satzes konstant bleiben.

Ein Beispiel verdeutlicht die Bedeutung der Technik anhand der Ausführung von Kniebeugen: Bei dieser Übung ist es wichtig, die richtige Technik von Anfang bis Ende beizubehalten, um den Oberschenkelmuskel effektiv zu trainieren. Abweichungen bei der Technik, wie das Hinzufügen einer anderen Übung wie z.B. „Good Mornings“, führt dazu, dass man bereits am Muskelversagen ist. Dies verdeutlicht wie wichtig es ist, die Technik beizubehalten, um Muskelversagen korrekt zu definieren.

Um verschiedene Szenarien zu vergleichen, verwenden wir den Begriff „Reps in Reserve“ (RIR), was auf Deutsch "Noch machbare Wiederholungen" bedeutet. RIR 0 bedeutet, dass keine Wiederholung mehr möglich war, RIR 1 steht für eine noch mögliche Wiederholung und so weiter (Helms et al., 2017; Zourdos et al., 2016) (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 206-212). Diese Technik wird nun wissenschaftlich beleuchtet anhand vorliegender Daten.

Zu Beginn wird eine Studie, die an Trainingsanfängern durchgeführt wurde, genauer betrachtet (Lacerda et al., 2020). Diese Studie verglich das Muskelversagen mit RIR 0 und RIR 2 beim Beinstrecker über 14 Wochen. Das Studiendesign war robust, da die Rahmenbedingungen wie Regeneration, mentaler Stress, Genetik und Ernährung gleich gehalten wurden. Beide Beine erhielten gleichmäßige Makronährstoffe, insbesondere Protein. Daher ist das Studiendesign in dieser Hinsicht sehr präzise. Das Ergebnis war, dass beide Beine ähnliche Muskelzuwächse hatten, aber die Beine, die nicht bis zum Muskelversagen trainierten, hatten leicht bessere Resultate. Dies legt nahe, dass Trainingsanfänger nicht unbedingt bis zum Muskelversagen gehen müssen.

In einer zweiten Studie an fortgeschrittenen Athleten (Carroll et al., 2019) ergab sich ein ähnliches Bild. Die Gruppe ohne Muskelversagen hatte etwas bessere Resultate, wenn auch nicht signifikant. In beiden Studien wurden die Rahmenbedingungen präzise gleichgesetzt, um vergleichbare Bedingungen sicherzustellen. Das konstante Trainingsvolumen, ein entscheidender Parameter für Muskelaufbau, blieb unverändert.

In den letzten zwei Jahren sind drei zusätzliche, aufschlussreiche Meta-Analysen zu diesem Thema veröffentlicht worden. Diese weisen nochmals explizit wissenschaftlich darauf hin, dass Trainieren bis zum Muskelversagen grundsätzlich keinen signifikanten Vorteil für den Muskelaufbau mit sich bringt (Refalo et al., 2023; Grgic et al., 2022; Vieira et al., 2021).

Die Nachteile des Muskelversagens liegen in der stärkeren Erschöpfung und unzureichender Regeneration der passiven Strukturen, was zu erhöhter Verletzungsgefahr führen kann (Damas et al., 2016). Es kann zu einer Beeinträchtigung des gesamten Trainingsvolumens pro Woche führen, das zusätzlich zu weniger Muskelzuwachs führen kann wenn die Regeneration nicht ausreichend berücksichtigt wird (Aube et al., 2022; Heaselgrave et al., 2019; Hackett et al., 2018; Amirthalingam et al., 2017; Damas et al., 2016). Daher ist es wichtig, Muskelversagen durchdacht einzusetzen, vor allem gegen Ende eines Trainingszyklus (Mesozyklus).

In der Praxis zeigt sich, dass ein Training bis zum Muskelversagen nicht zwangsläufig mehr Reizsetzung bedeutet. Eine sinnvolle Integration dieser Intensitätstechnik ist entscheidend. Der Realitäts-Check in der Praxis zeigt einen Vorteil des Muskelversagens insbesondere für diejenigen, die Schwierigkeiten haben, ihre Leistung einzuschätzen. Das Training bis zum Muskelversagen ermöglicht eine bessere Selbstbewertung und damit eine gezieltere Trainingsplanung.

Zusammenfassend sollten Trainingsanfänger nicht zwingend bis zum Muskelversagen trainieren. Bei fortgeschrittenen Athleten kann Training bis zum Muskelversagen klug eingesetzt werden. Es bietet zwar einen etwas höheren Trainingsreiz, geht jedoch mit mehr Erschöpfung und erhöhter Verletzungsgefahr einher. Daher kann man nach diesen Erkenntnissen die Empfehlung nennen, diese Intensitätstechnik vor allem bei Isolationsübungen, eher im letzten Satz oder den letzten Übungen einer Trainingseinheit,

Ebenfalls besteht die Möglichkeit abweichende Ergebnisse zu erhalten, da sich die zweite Studie von Carroll et al. (2019) hauptsächlich Grundübungen widmet. Daher ist weitere Forschung an dieser Stelle erforderlich, da zu diesem Thema noch nicht ausreichend viele Studien existieren. Z.B. kann bei Anwendung bis zum Muskelversagen im letzten Satz einer Übung in der Regel eine zusätzliche Wiederholung erreicht werden, was zu einer höheren Gesamtvolumen Akkumulation und somit zu einem stärkeren Trainingsreiz führen könnte.

# Trainingsvolumen (Gesamtarbeit)

## 8

### **8 Trainingsvolumen (Gesamtarbeit) für optimalen Muskelaufbau**

Um optimalen Muskelaufbau zu erreichen, ist es entscheidend zu wissen, welches Trainingsvolumen man absolvieren sollte. Unter Volumen versteht man in diesem Kontext die Anzahl der Trainingssätze pro Muskelgruppe, die man am Tag oder pro Woche ausübt. Wenn man zu viele Sätze macht, wird der Körper mit mehr Ressourcen für die Reparatur als mit dem Wachstum der Muskulatur beschäftigt sein (Damas et al., 2016). Andererseits, wenn man zu wenige Trainingssätze macht, gibt es dem Körper nicht genügend Anreiz, Muskelmasse aufzubauen. Die Bedeutung des Volumens bei ausreichender Intensität als zentraler Faktor für den Muskelaufbau ist unbestreitbar. In Studien wird konsequent Volumenangleichung (Volume Matching) angewendet, um sicherzustellen, dass die Probanden in den Studien ein gleiches Trainingsvolumen absolvieren. Eine umfassende Metaanalyse zum Thema Muskelaufbau berücksichtigt in der Regel nur Studien mit dieser Volumenangleichung.

Beginnend mit der Satzanzahl in einer Trainingseinheit, verdeutlicht die Metaanalyse von Schoenfeld et al. (2017), dass eine Satzanzahl über 13 keinen zusätzlichen Hypertrophiereiz auslöst. Optimal sind im Schnitt 10 Sätze für maximalen Reiz in einer Trainingseinheit. Mehr bringt hierbei nicht mehr - der maximale Wachstumsreiz ist bereits erreicht. Bei einer deutlichen Überschreitung dieser Satzanzahl kann der Muskelaufbau sogar abnehmen,

da muskuläre Schäden die Proteinsynthese übersteigen (Damas et al., 2016). Trainiert man unterhalb dieser Satzanzahl ( $<7$ ), ist der Hypertrophieeriz geringer. Dennoch besteht kein Nachteil, wenn das notwendige Gesamtvolumen pro Woche erreicht wird, selbst wenn beispielsweise nur 5 Sätze in einer Trainingseinheit durchgeführt werden (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 138).

Die zentrale Frage lautet: Wie oft sollte man die 10-13 Sätze pro Trainingseinheit pro Woche wiederholen, und welches wöchentliche Volumen ergibt sich daraus? Die wissenschaftliche Empfehlung laut verschiedenen Datenquellen optimaler Menge an Satzanzahl (Volumen) liegt im Bereich von 10-20 Sätzen pro Muskelgruppe pro Woche (Aube et al., 2022; Heaselgrave et al., 2019; Hackett et al., 2018; Amirthalingam et al., 2017).

Erfahrungen und Praxis legen nahe, dass selbst Fortgeschrittene, die Training bis zum Muskelversagen bevorzugen, oft mit 10-15 Sätzen pro Muskelgruppe pro Woche auskommen können. Insbesondere für Muskelgruppen, die auf geringes Volumen gut ansprechen. Dies variiert jedoch je nach Muskelgruppe; während 10 Sätze für die Brustmuskulatur ausreichen können, benötigt der Rücken möglicherweise 18 Sätze. Ein Startprogramm sollte sich am unteren Bereich orientieren und bei ausreichender Regeneration schrittweise gesteigert werden. Programme mit über 20 Sätzen pro Muskelgruppe pro Woche sind schwer regelmäßig durchzuhalten, insbesondere bei angestrebtem Muskelversagen. Für ein höher voluminöses Programm sind Deload-Phasen erforderlich (z.B. zwei Wochen mit je 25 Sätzen pro Muskelgruppe, gefolgt von einer Woche mit nur 10 Sätzen

- zusätzliche Einblicke dazu finden sich im Abschnitt über zyklisches Training im Vergleich zum konventionellen Training), (Bjørnsen et al., 2019; Nuckols, 2018) (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 236 - 238). Beachtenswert ist, dass genetisch gut entwickelte Muskeln mit weniger Sätzen pro Woche trainiert werden können, da hier womöglich das Muskelgefühl ("Mind-to-Muscle-Connection") besser vorhanden ist (Wakahara et al., 2013; Snyder & Leech, 2009). Hierzu eignet sich mehr Energie und Volumen, in schwache Muskelgruppen zu investieren, um die gesamte Systemüberlastung gleich zu halten (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 139).

Die Spanne der Satzanzahl liegt bei 10-20 pro Muskelgruppe pro Woche und ist recht groß, da individuelle Unterschiede eine Rolle spielen. Einige Athleten benötigen möglicherweise mehr Volumen, während die Muskeln anderer mit weniger besser wachsen. Die optimale Volumenmenge ist also äußerst individuell und hängt von verschiedenen Faktoren wie Trainings- erfahrung, Genetik und Trainingsausrüstung ab. Z.B. kann das Training an Maschinen, die vermehrt die gedehnte Position überladen, zu einem niedrigeren Volumenbedarf führen (Pedrosa et al., 2022; Sato et al., 2021; Kassiano et al., 2023; Kubo et al., 2019; McMahon et al., 2014a; McMahon et al., 2014b; Bloomquist et al., 2013). Es ist nahezu unmöglich, im Voraus genau zu bestimmen, wie viel Trainingsvolumen jemand benötigt. Grundsätzlich haben sich 5-15 Sätze pro Muskelgruppe pro Woche für Trainingsanfänger als optimal erwiesen (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 53). Die Kurve der Proteinsynthese (Miller et al., 2005) zeigt dazu eine Abflachung im mittleren/oberen Satzbereich, ohne weiteren Anstieg (Damas et al., 2016). Diese Variabilität resultiert aus diversen Studien und genetischen Unterschieden.

Aufgrund fehlender exakter Empfehlungen wird vorgeschlagen, pauschal 10 Sätze/Muskelgruppe pro Trainingseinheit zu machen. Zu bedenken ist, dass 10 Sätze bis zum Muskelversagen für die Beine in einer Trainingseinheit herausfordernd sein können (z.B., 3 Übungen, je 3-4 Sätze). Diese Empfehlung dient als Ausgangspunkt und erfordert individuelle Anpassungen (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 138).

Abschließend lässt sich also festhalten, dass ungefähr 10 Sätze pro Trainingseinheit bereits maximale Hypertrophie auslösen können. Allerdings können auch weniger Sätze unter bestimmten Bedingungen sinnvoll sein, solange das individuelle Gesamtvolumen pro Woche erreicht wird. Aus dieser Erkenntnis lässt sich schließen, dass Trainingsvolumen (Gesamtarbeit) eines der wichtigsten Parameter für optimalen Muskelaufbau ist.

Um die individuellen Anpassungen bei fortgeschrittenen Trainierenden herauszufinden, wird mit den Erkenntnissen aus dem aktuellen Stand der Wissenschaft, aus der persönlichen Praxis als Wettkampfsportler im Natural Bodybuilding und langjährigen beruflichen Erfahrung als Fitnesstrainer ein vierstufiger Ansatz empfohlen. Im ersten Schritt legt man eine Deload-Woche ein, in der man mit etwa 30 Prozent weniger Gewicht und Volumen trainiert. Diese Deload-Woche dient dazu, den Körper auf ein bestimmtes Volumen zu sensibilisieren und ihn schrittweise an höhere Volumina zu gewöhnen. In dieser Deload-Woche verliert man keine Muskeln, im Gegenteil, und wird zudem empfänglicher für neue Trainingsreize (Bjørnsen et al. 2019) (Pürzel & Pürzel (2020, S. 259-260). Im zweiten Schritt beginnt man mit einem sinnvollen Startvolumen, zum Beispiel vier bis sechs Sätze pro Muskelgruppe pro Trainingstag, zweimal pro Woche (Schoenfeld et al., 2017).

Im dritten Schritt evaluiert man den eigenen Zustand, insbesondere die Reaktion des Körpers auf das Training. Muskelkater ist zwar kein direktes Indiz für Muskelwachstum, aber ein Anzeichen dafür, dass die Muskeln ordentlich beansprucht wurden (Damas et al., 2016; Cheung et al., 2003). Parameter wie Wohlbefinden, Motivation, Muskelerschöpfung im Ruhezustand, Schlafqualität und Muskelschwellung (Pump) werden z.B. auf einer Skala von 1 bis 5 bewertet. Mit diesem Wissen kann man von Woche zu Woche das Volumen schrittweise erhöhen und beobachten, wie der Körper darauf reagiert.

Im vierten und letzten Schritt fährt man dieses Volumen für mehrere Wochen und bewertet seinen Fortschritt. Anschließend kann man das Volumen weiter vergleichen, anpassen und entscheiden welcher Ansatz für einen selbst am besten funktioniert. Dieser iterative Prozess ermöglicht es, verschiedene Faktoren zu berücksichtigen und eine optimale Trainingsstrategie zu entwickeln.

# Trainingshäufigkeit und -frequenz

## 9

### 9 Trainingshäufigkeit und -frequenz

Zunächst gilt es, präzise zu definieren, was unter Trainingshäufigkeit und Trainingsfrequenz im Kontext des Krafttrainings und Muskelaufbaus zu verstehen ist. Die Trainingshäufigkeit beschreibt die Anzahl der Trainingseinheiten, die in einer bestimmten Zeiteinheit, in der Regel pro Woche, durchgeführt werden. Im Krafttraining bezieht sich die Frequenz auf die Häufigkeit, mit der eine spezifische Übung (oder eine verwandte Hybrid Übung) bzw. ein bestimmter Muskel innerhalb einer Woche trainiert wird. Diese Kennzahl quantifiziert die Verteilung der Trainingseinheiten über einen definierten Zeitraum z.B. pro Woche und hat somit einen maßgeblichen Einfluss auf die Ausgestaltung eines Trainingsplans (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 159).

Die optimale Trainingsfrequenz ist ein hoch diskutiertes Thema im Natural Bodybuilding. Die Frage, wie oft man seine Muskeln pro Woche trainieren sollte, ist von entscheidender Bedeutung. Bei der Beantwortung dieser Frage helfen Daten und auch anekdotische Evidenz (praktische Erfahrungen von Natural Bodybuildern). Zuerst wird die Metaanalyse von Schoenfeld et al. (2016) analysiert, die zehn Studien umfasst und den Einfluss der Trainingsfrequenz auf den Muskelaufbau untersucht. Im Anschluss werden daraus Empfehlungen für die Praxis abgeleitet. Die Metaanalyse von Schoenfeld et al. (2016) zeigt, dass eine höhere Trainingsfrequenz, insbesondere zwei- bis dreimal pro Woche, zu signifikant mehr Muskelaufbau führen kann. Eine weitere Metaanalyse von Nuckols (2018) bestätigt diese Erkenntnisse.

Hier wurden 13 Studien analysiert, die zeigen, dass eine höhere Frequenz etwa 40 Prozent mehr Muskelaufbau bewirken kann. Dies unterstreicht, dass eine höhere Trainingsfrequenz tendenziell vorteilhaft ist (Nuckols, 2018).

In der Praxis zeigen viele Bodybuilder, dass sie bestimmte Muskeln unbeabsichtigt mehrmals pro Woche trainieren. Ein Beispiel ist das Training von Armen und Brust an verschiedenen Tagen, wodurch bestimmte Muskelgruppen unbeabsichtigt zweimal pro Woche trainiert werden. Dies verdeutlicht, dass die Praxis oft im Einklang mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen ist.

Historisch betrachtet haben einige Bodybuilder wie z.B. Arnold Schwarzenegger häufiger trainiert, manchmal sogar je Muskelgruppe dreimal pro Woche. Dieser Ansatz stimmt mit aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen überein und zeigt, dass eine höhere Trainingsfrequenz nicht nur theoretisch, sondern auch in der Praxis wirksam sein kann.

Warum genau ist eine höhere Trainingsfrequenz sinnvoll? Die Proteinsynthese (MPS) spielt eine entscheidende Rolle im Muskelaufbau. Die Datenlage zeigt, dass die MPS etwa 24 bis 36 Stunden nach dem Training bei Fortgeschrittenen (MacDougall et al., 1995) und 48 bis 72 Stunden nach dem Training bei Anfängern (Phillips et al., 1997) stattfindet. Es gibt jedoch aktuell noch zu wenige Daten zur myofibrillären Proteinsynthese (MPS), die nur im Muskel stattfindet. Schätzungen legen nahe, dass sie bis zu 72 Stunden anhalten kann (Miller et al., 2005). Dies bedeutet, dass eine Frequenz von mehr als dreimal pro Woche möglicherweise nicht immer notwendig ist.

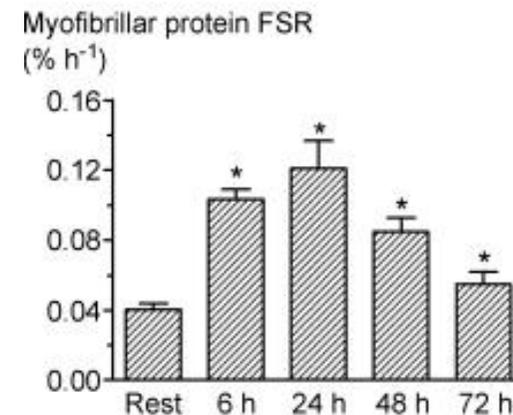


Abb. 5: myofibrilläre MPS Anhaltung in Stunden bei Trainingsreizsetzung

Die individuelle Abstimmung von Volumen und Frequenz ist dabei entscheidend unter Berücksichtigung der Regenerationsfähigkeit, da es sonst zu erhöhter Verletzungsgefahr führen kann (Damas et al., 2016).

Auch in der Praxis zeigt sich, dass eine Trainingshäufigkeit von 4-6 Mal pro Woche empfehlenswert ist. Eine höhere Trainingsfrequenz ermöglicht kürzere Trainingseinheiten. Im Optimalfall sollte das gesamte Trainingsvolumen auf die häufigeren Einheiten verteilt werden. Diese Empfehlung basiert auf meiner praktischen Erfahrung sowie auf der Studie von Pürzel & Pürzel (2020, S. 159). Die Trainingsqualität verbessert sich ebenfalls mit einer höheren Frequenz und ist ein weiterer entscheidender Faktor für optimalen Muskelaufbau. Eine höhere Trainingsfrequenz erhöht potenziell die Qualität der Übungsausführung, die Leistungsfähigkeit, Motivation sowie den Fokus bei jeder Trainingseinheit. Dies kann zu einem besseren Muskelschwellungseffekt (Schoenfeld & Contreras, 2014), sowie einer stärkeren Mind-to-Muscle Connection (Wakahara et al., 2013; Snyder & Leech, 2009) und letztendlich zu einer effektiveren Muskelreizung führen. Es zeigt sich in der Praxis, dass bei 3 Trainingseinheiten pro Woche mit je 10-15 Sätzen pro Training die vorher genannten Faktoren verbessert werden, viel mehr als bei einer einzigen Trainingseinheit mit 30 Sätzen.

Man sollte auch das Limit für die Effektivität von Trainingssätzen beachten. Denn Studien zeigen, dass bei mehr als 10-20 schweren Trainingssätzen pro Muskelgruppe meist kein signifikanter zusätzlicher Muskelaufbau mehr festgestellt werden konnte (Aube et al., 2022; Heaselgrave et al., 2019; Hackett et al., 2018; Amirthalingam et al., 2017).

Dies unterstreicht, wie wichtig es ist, das Training intelligent zu gestalten und nicht übermäßig viele Sätze durchzuführen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Trainingsfrequenz von 2 bis 3 Trainingseinheiten pro Woche signifikant besser für den Muskelaufbau ist - im Hinblick auf die Proteinsynthese, die dadurch öfter und länger angekurbelt wird. Es ist aber auch wichtig, individuelle Unterschiede in der Regenerationsfähigkeit der Muskeln, sowie die individuellen Faktoren wie Technik und Volumen, das tatsächlich am Ende im Muskel ankommt, zu berücksichtigen. Wenn mehr als 20 Sätze pro Muskelgruppe pro Woche erforderlich sind, könnte eine höhere Frequenz vorteilhaft sein. Gerade in den Muskelgruppen, die als Schwachstelle anzusehen sind, könnte dies vorteilhaft sein. Die Abstimmung von Volumen, Frequenz und ein evaluativer Prozess, der individuelle Bedürfnisse berücksichtigt, ist entscheidend für ein effektives Training und sollte regelmäßig durchgeführt werden.

# Übungsauswahl und Wiederholungsbereich

## 10

### **10.1 Wie viele Übungen pro Muskel sollte man machen für den optimalen Muskelaufbau?**

Bevor die Details vertieft werden, ist es wichtig zu betonen, dass die Auswahl der Übungen für jeden Muskel oder jede zuvor definierte Priorität zwar von Bedeutung ist, jedoch in ihrer Wichtigkeit untergeordnet ist, solange jeder Muskel effektiv mit einer Übung trainiert wird. Erfahrungen und wissenschaftliche Erkenntnisse verdeutlichen, dass eine durchdachte Kombination verschiedener Übungen für einen Muskel viele Vorteile sowohl auf physischer als auch psychischer Ebene bietet. In Programmen zur Hypertrophie, wie zum Beispiel im Natural Bodybuilding, liegt der Fokus auf der gezielten Hypertrophie der Muskeln und Muskelfasern im Hypertrophie-Intensitäts- bzw. Volumenbereich (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 110).

Das Hauptziel besteht darin, die spezifischen Muskeln und Muskelfasern, die für den Muskelaufbau relevant sind, zu hypertrophieren. Die Vorteile einer klugen Übungsauswahl gehen jedoch über rein physische Aspekte hinaus. Auch psychologische Aspekte spielen eine Rolle, da die Variation in den Trainingsabläufen die Motivation steigern kann. Die Vielfalt an Übungen verhindert nicht nur Langeweile, sondern fördert auch die ganzheitliche Entwicklung verschiedener Muskelpartien (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 110).

Das zentrale Kriterium in der Übungsauswahl im Bodybuilding ist der Einfluss auf das Wachstum verschiedener Muskelfaserverläufe. Hierfür ist ein fundiertes Wissen in Anatomie und Biomechanik Voraussetzung.

### **10.1 Wie viele Übungen pro Muskel sollte man machen für den optimalen Muskelaufbau?**

### **10.2 Integration von Isolationsübungen zur Verbesserung der Muskelzuwächse**

### **10.3 Priorisieren durch optimale Übungsreihenfolge**

### **10.4 Optimaler Wiederholungsbereich für Muskelaufbau**

### **10.4 Der limitierende Faktor**

Kenntnisse über den Ursprung, Ansatz und Aufbau eines Muskels ermöglichen es, durch äußeren Widerstand eine Annäherung von Ursprung und Ansatz über die kürzeste Distanz zu gewährleisten. Dies geschieht, indem das externe Gewicht durch die Schwerkraft diese Punkte voneinander entfernt. Die größte dynamische (exzentrische und konzentrische) Längenveränderung der Zielfasern erfolgt, wenn diese in der Hauptzugrichtung liegt. In dieser Ausrichtung erfährt die Muskelfaser während der exzentrischen Phase nicht nur eine stärkere Dehnung, sondern auch eine schnellere. Dies führt zu einem umfassenderen Dehnungsverkürzungszyklus und einer höheren Kontraktionsspannung (Spannungsspitze), was den Hypertrophieimpuls aller Fasern in der Bewegungsebene erhöht (Schoenfeld 2012; Eliasson et al., 2006; Mayhew et al., 1995; Wakahara et al., 2012; Escamilla et al., 1998), (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 110).

Optimalen Muskelaufbau zu erreichen, erfordert eine genaue Planung der Übungsauswahl, wie durch die Studie von Zabaleta-Korta et al. (2021) festgestellt wurde. Weder die Kniebeuge noch das Beinstrecken allein ermöglichen den maximalen Muskelaufbau der vorderen Oberschenkelmuskulatur. Konkret zeigte sich, dass der Rectus Femoris in der Beinstreckergruppe besser wuchs, während der Vastus Lateralis in der Kniebeugegruppe präferiert wird. Dies verdeutlicht, dass die Auswahl der Übungen maßgeblich den Erfolg beeinflusst. Bevor jedoch ein konkreter Plan mit der Anzahl an Übungen pro Muskelgruppe erstellt werden kann, müssen vier zentrale Fragen beantwortet werden.

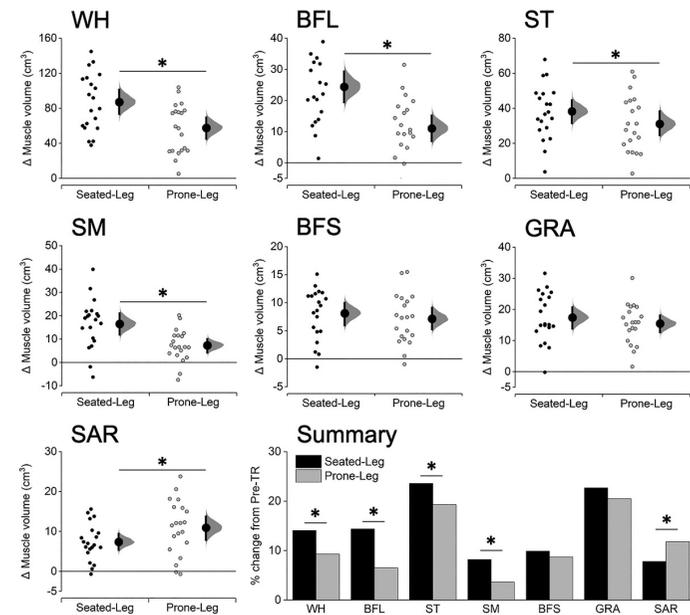


Abb. 6: Rectus Femoris signifikant besseres Wachstum

Die erste Frage betrifft die Anzahl der Funktionen eines bestimmten Muskels. Grundlegend ist es wichtig, alle Hauptfunktionen einer Muskulatur innerhalb eines bestimmten Zeitraums abzudecken, um maximalen Muskelaufbau zu gewährleisten.

Als Beispiel dient nun der Brachialis im Arm, der nur eine Funktion ausführt - das Beugen des Arms. Daher sind nicht viele Übungen erforderlich, im Gegensatz zum Latissimus, der mehrere Funktionen ausführt und daher mehr Variation im Training benötigt. Ähnliches gilt für den Beinbeugermuskel, der sowohl das Bein beugt als auch die Hüfte streckt.

Die zweite Frage betrifft die Muskelverlängerung während der Übungen. Die Studie von Maeo et al. (2021) zeigt, dass die Position während der Übungen entscheidend ist. Zum Beispiel führt das Beinbeugen im Sitzen zu mehr Muskelwachstum im Vergleich zum Liegen. Dies liegt daran, dass im Sitzen der Beinbeuger nicht durch die gestreckte Hüfte beeinträchtigt wird, was als „aktive Insuffizienz“ bekannt ist (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 115-116). Für den optimalen Beinbeuger-Trainingseffekt empfiehlt sich eine Kombination aus Hüftstreckung und Kniebeugung im Sitzen und optionaler Kniebeugung im Liegen.

Die dritte Frage befasst sich mit den unterschiedlichen Widerstandskurven der ausgewählten Übungen. Die Wahl der Übungen beeinflusst, ob der Widerstand hauptsächlich an der Dehnung oder Kontraktion des Muskels liegt. Hierbei wurde festgestellt, dass das Überladen der gedehnten Position

(„Lengthened Partial“), basierend auf umfassenden Daten (Pedrosa et al., 2022; Sato et al., 2021; Kassiano et al., 2023; Kubo et al., 2019; McMahon et al., 2014a; McMahon et al., 2014b; Bloomquist et al., 2013), in der Regel den stimulierenden Anteil des Muskels maximiert. Die Kombination verschiedener Übungen kann empfohlen werden, um alle Teile der „Range of Motion“ (Pallarés et al., 2021; Sato et al., 2021; Pedrosa et al., 2022) abzudecken.

Die letzte Frage bezieht sich auf den „limitierenden Faktor“ (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 124) und das benötigte Volumen. Bestimmte Muskelgruppen können zusätzliches Volumen erfordern, um potenzielle Überlastungsercheinungen zu vermeiden. Eine individuelle Anpassung des Trainingsplans, wie durch Aube et al. (2022) und Heaselgrave et al. (2019) betont, kann erforderlich sein. Eine Liste der gängigsten Muskelgruppen dient als grobe Orientierung, abhängig von der Übungsauswahl. Ein praktisches Beispiel verdeutlicht, dass eine zusätzliche Übung für den Gluteus nicht notwendig ist, wenn bereits viele Sätze tiefe Kniebeugen, rumänisches Kreuzheben und Hyperextensions durchgeführt werden, ohne den Fokus auf den Gluteus zu legen. Gleiches gilt für die vordere Schulter, die beim Schrägbankdrücken intensiv beansprucht wird. Auch Isolationsübungen sind ein wichtiger Bestandteil des Trainings und sollten integriert werden, da diese erforderlich sind, um noch bessere Erfolge zu erzielen (Brandão et al., 2020).

Letztendlich ermöglicht diese detaillierte Betrachtung die Bedeutung einer ausgewogenen Übungsauswahl, für die gezielte und ganzheitliche, muskuläre Hypertrophie sowie eine präzise Planung des Trainings für optimalen Muskelaufbau und sollte als Grundlage für weiterführende Diskussionen dienen.

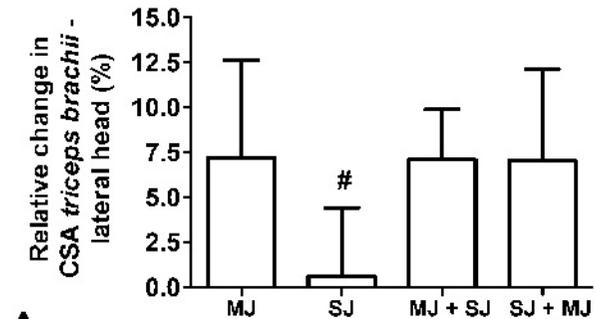
### 10.2 Integration von Isolationsübungen zur Verbesserung der Muskelzuwächse

Wenn das Ziel besteht, schwache Muskelgruppen, wie zum Beispiel an den Gliedmaßen, gezielt aufzubauen, dürfen Isolationsübungen keinesfalls vernachlässigt werden. Dieser Muskelanteil an den Gliedmaßen trägt maßgeblich dazu bei, dass sie deutlich voluminöser erscheinen (Pürzel & Pürzel, 2020, S.110-128). Bevor die Frage geklärt wird, warum trotz Training, das lediglich aus Grundübungen besteht, die Gliedmaßen nicht signifikant an Muskelzuwachs gewinnen, folgt zunächst ein kurzer Blick auf die Anatomie des Trizeps.

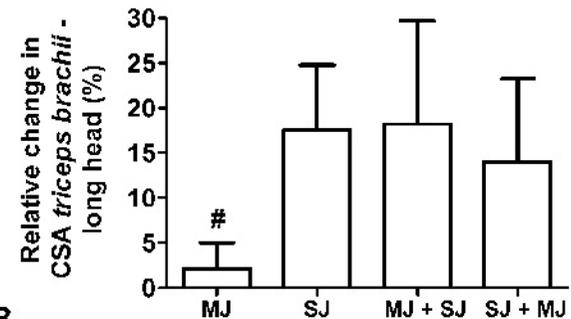
Der Trizepsmuskel setzt sich aus drei verschiedenen Trizepsköpfen zusammen: einem lateralen, einem medialen und einem langen Trizepskopf. Alle drei Trizepsköpfe (Muskelbäuche) haben ihren Ursprung am Unterarmknochen und setzen entweder am Oberarmknochen (im Falle des medialen und lateralen Kopfes) oder am Schulterblatt (im Falle des langen Kopfes) an. Diese Muskeln ziehen von ihrem Ursprung in Richtung Ansatz und führen dementsprechend eine Streckung des Ellbogengelenks aus. Der lange Kopf hat zusätzlich die Funktion, den Oberarm von vorne nach hinten zu ziehen, wie es beispielsweise bei einer normalen Trizeps-Überzug-Übung der Fall ist (Pürzel & Pürzel, 2020, S.116). Mit diesem anatomischen Wissen können nun mögliche Fehlerquellen bei einem Armtraining identifiziert werden. Ein Fehler besteht darin, dass viele Trainierende keine Isolationsübungen für den Trizeps durchführen und fälschlicherweise glauben, dass Bankdrücken

oder generelle Grundübungen ausreichen würden. Eine genaue Analyse der Datenlage zeigt jedoch, dass für eine effektive Trizepsentwicklung mehr als nur einige Grundübungen erforderlich sind. Hierzu wird die Studie von Brandão et al. (2020) herangezogen, die genau diesen Aspekt untersucht hat. Die Probanden wurden in vier Gruppen unterteilt: Eine Gruppe führte nur Bankdrücken durch, eine andere nur Trizepsstrecken (-drücken), die dritte sowohl Trizepsstrecken (-drücken) als auch Bankdrücken, und die vierte führte zuerst Bankdrücken und dann Trizepsstrecken (-drücken) durch. Die Ergebnisse zeigten, dass die Gruppe, die ausschließlich Trizepsstrecken (-drücken) ausführte, fast doppelt so viel Muskelzuwachs im gesamten Trizeps verzeichnete im Vergleich zur Gruppe, die nur Grundübungen wie Bankdrücken durchführte (Brandão et al. 2020).

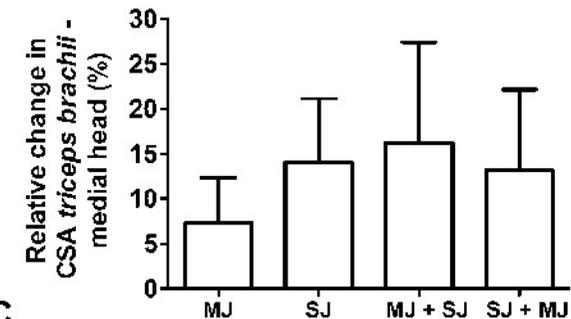
Betrachtet man das Wachstum der einzelnen Trizepsköpfe, lässt sich daraus ableiten, dass Bankdrücken für den lateralen Trizepskopf geeignet ist, für den medialen jedoch weniger und für den langen Kopf nahezu gar nicht. Demnach sind reine Grundübungen höchstwahrscheinlich nicht ausreichend, um das volle Potenzial der (Gliedermaßen-)Muskulatur zu entfalten. Isolationsübungen sind daher unerlässlich, um das volle Muskelaufbaupotenzial zu erreichen.



A



B



C

Abb. 7: Trizeps Wachstum signifikanter Wachstum durch zusätzliche Isolationsübung integration

### 10.3 Priorisieren durch optimale Übungsreihenfolge

Um optimal Muskeln aufzubauen, stellt sich die Frage nach der besten Übungsreihenfolge. Es folgt ein Vergleich zweier Trainingspläne in der Praxis: Push-Pull-Beine gegen den Arnold Split. Beim Arnold Split ist das Training in Brust, Rücken, Beine, Schultern und Arme aufgeteilt. Beim Push-Pull-Beine-Split ist das Training in die Bereiche Brust und Trizeps, Schultern, Rücken und Bizeps sowie hintere Schulter aufgeteilt.

Es empfiehlt sich, körperliche Schwachstellen zu priorisieren, um sie gezielt zu verbessern. Doch welcher Trainingsplan Split ist besser? Zu den Vorteilen des Arnold Splits zählt, dass sich die Arme besser priorisieren lassen, da sie mindestens zweimal pro Trainingseinheit trainiert werden, direkt und indirekt durch Brust- und Rückentraining. Grundübungen wie Bankdrücken können dem Trizeps einen guten Trainingsreiz setzen. Vor allem ist die Qualität des Armtrainings besser und könnte daher zu besseren Wachstumsergebnissen führen. Diese Überlegungen werden durch die Datenlage (Simão et al., 2012) gestützt, die zeigt, dass die Übungsreihenfolge das Muskelwachstum beeinflusst. Zu den Vorteilen des Push-Pull-Beine Trainingsplans zählt, dass Brust und Rücken gleichzeitig priorisiert werden. Im Arnold Split Trainingsplan muss zwischen Brust- und Rückentraining ausgewählt werden, was zur Vorer müdung führen kann. Ein weiterer Vorteil ist die potenziell höhere Trainingsfrequenz. Beim Arnold Split Trainingsplan sind mehr als drei aufeinanderfolgende Trainingstage schwer realisierbar. Push-Pull-Beine erlaubt eine höhere Frequenz, was sich besonders in Beinen, Brust und Rücken kann (Nuckols, 2018; Schoenfeld et al. 2016; Miller et al., 2005).

Die Ableitung aus den beiden Trainingsplänen ist, für die Priorisierung von Schultern und Armen und bei maximal 5 Trainingseinheiten pro Woche ist ein Trainingsplan nach Arnold Split besser geeignet. Wenn jedoch Brust und Rücken gleichzeitig priorisiert werden sollen und ein Training von sechs oder sieben aufeinanderfolgenden Tagen bevorzugt wird, ist der Push-Pull-Beine-Split Trainingsplan die bessere Wahl.

Gleiches gilt, wenn die Beine priorisiert werden sollen. Der Push-Pull-Beine-Split Trainingsplan ermöglicht oft eine höhere Trainingsfrequenz pro Woche. Nicht jeder ist jedoch für einen 3er Split wie Push-Pull-Beine Trainingsplan geeignet, gerade für Anfänger wäre dies suboptimal um Muskeln aufzubauen. Für ein Training mit bis zu drei Trainingseinheiten Woche könnte ein Ganzkörperplan oder bei vier Tagen ein 2er Split Trainingsplan besser passen. Wichtig ist, dass man den Plan konsequent durchziehen kann, denn selbst der beste Trainingsplan bringt nichts, wenn er halbherzig oder unvollständig umgesetzt wird (Schoenfeld et al. 2018; Calatayud et al. 2018, Crum et al., 2011; Ariel & Saville, 1972).

### 10.4 Optimaler Wiederholungsbereich für Muskelaufbau

Ein größeres Wiederholungsspektrum von durchschnittlich 5 bis 15 Wiederholungen ist für Hypertrophie sinnvoll, denn somit werden die schnellen sowie die langsamen Muskelfasern beansprucht. Dies sollte gegebenenfalls bei der Übungsauswahl berücksichtigt werden. Dennoch halte ich dies aufgrund meiner persönlichen Erfahrung für eines der weniger wichtigen Kriterien bei der Übungsauswahl. Im Allgemeinen können nahezu alle Übungen in jedem Wiederholungsbereich durchgeführt werden (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 124).

Zu schweres Training sollte vermieden werden und man sollte sich im Wiederholungsbereich von 1-5 bewegen. Training mit weniger als 6 Wiederholungen erhöht das Verletzungsrisiko, ohne dabei einen muskulären Vorteil zu bieten (Morton et al., 2016). Entscheidend ist auch, wie sehr man sich mentalem Stress aussetzt, durch einen Wiederholungsbereich, in dem man sich nicht wohlfühlt (Stults-Kolehmainen et al., 2014). Meine praktische Erfahrung zeigt, dass auch bei weniger als 8 Wiederholungen Vorsicht geboten ist, es sei denn, es bereitet einem Freude, was wiederum den mentalen Aspekt im Bezug auf optimalen Muskelaufbau positiv beeinflusst (Crum et al., 2011; Ariel & Saville, 1972). Insgesamt ist zu beachten, dass diese Ansätze des tiefen Wiederholungsbereichs nicht zwingend zu einem besseren Muskelaufbau führen, während das Verletzungsrisiko tendenziell erhöht wird. Hierbei sollten die langfristigen Perspektiven im Natural Bodybuilding für stetige Hypertrophie berücksichtigt werden.

### 10.4 Der limitierender Faktor

Im Kontext der Übungsauswahl für einen optimalen Muskelaufbau spielt der limitierende Faktor eine entscheidende Rolle. Um Muskeln effektiv aufzubauen, ist es notwendig, nahe ans Muskelversagen zu gehen (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 124). Allerdings ist Muskelversagen nicht gleich Muskelversagen, und dies muss zunächst verstanden werden, bevor auf längere Kontraktionen eingegangen wird und wie diese („Lengthened Partial“) den Muskelaufbau optimieren und wie sie implementiert werden können.

Die Art des Muskelversagens variiert je nach Übung. Z.B. wird bei der Ausführung von Frontkniebeugen das muskuläre Versagen des Oberschenkelmuskels möglicherweise nicht erreicht, da die koordinativen Fähigkeiten vorher versagen oder die Rumpfmuskulatur vorher ermüdet (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 124).

Bei Übungen wie der Beinpresse oder einer Kniebeugenmaschine spielen koordinative Fähigkeiten kaum eine Rolle. Muskelversagen in diesen Übungen deutet darauf hin, dass muskuläres Versagen erreicht wurde und somit ein effektiver Muskelaufbau stattgefunden hat. Jedoch kann in manchen Fällen ein bestimmter Teil der Bewegung selbst zum limitierenden Faktor werden. Beispielsweise ist in der Brustpresse der untere Teil oft schwerer als der obere. Trainiert man über die gesamte Bewegungsamplitude, kann der untere Teil zum limitierenden Faktor werden, obwohl der obere Teil noch weitere Wiederholungen ermöglichen würde (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 124).

Diese Unterschiede in den limitierenden Faktoren sind in bestimmten Kontexten kein Problem, solange der für den Muskelaufbau relevante Bereich des Muskels zum Muskelversagen kommt. Allerdings können Trainingstechniken wie „Lengthened Partial“ eingesetzt werden, um vernachlässigte Bereiche mit erhöhtem Trainingsreiz zu stimulieren. Hier zeigen gleich mehrere Studien (Pedrosa et al., 2022; Sato et al., 2021; Kassiano et al., 2023; Kubo et al., 2019; McMahon et al., 2014a; McMahon et al., 2014b; Bloomquist et al., 2013) darüber ein besseres Bild. „Lengthened Partial“ beziehen sich auf Teilwiederholungen in der gedehnten Position einer Übung. Diese Technik kann den Bereich der Bewegung, der in vielen Übungen vernachlässigt wird, gezielt ans Muskelversagen bringen (Maeo et al., 2023; Pedrosa et al., 2022; Stasinaki et al., 2018). Mit dieser Erkenntnis könnte man zwei gute Ableitungen daraus ziehen, wie diese Technik ins Training integriert werden kann: Unter anderem durch Teilwiederholungen in der gedehnten Position oder nach einem Satz über die volle Bewegungsamplitude, wenn das Muskelversagen nahe ist, so viele Teilwiederholungen wie möglich in der gedehnten Position durchzuführen, um am Ende alle Fasern der Muskulatur einem optimalen stimulus auszusetzen. Bei der Auswahl der Übungen für „Lengthened Partial“ eignen sich besonders Rückenübungen wie Rudern, Klimmzüge, Seitheben sowie Beinstrecker und Beinbeuger, bei denen die verkürzte Position zum limitierenden Faktor wird. Es ist ratsam, diese Technik in einen Trainingszyklus (Mesozyklus) eines Trainingsprogramms zu integrieren, wobei in der Deload- und Einstiegswoche darauf verzichtet werden sollte. Des Weiteren könnten Anpassungen im Gesamt-Trainingsvolumen nötig sein, da hier individuelle Reaktionen in der Regeneration herbeigeführt werden können.

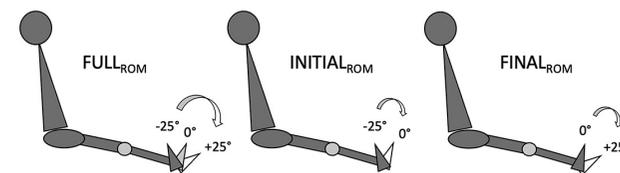


Abb. 8: Wadenheben ROM Vergleich

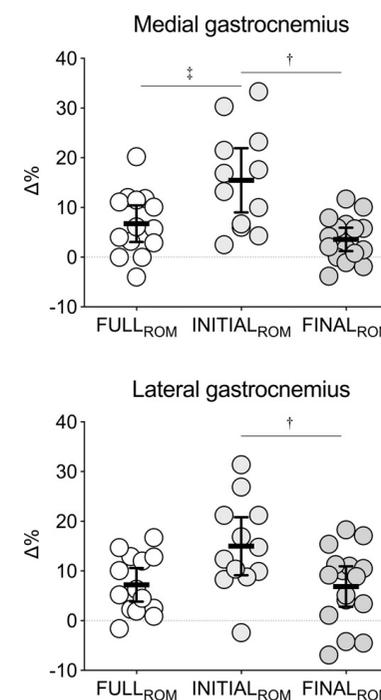


Abb. 9: Wadenheben ROM Vergleich Ergebnisse

Der limitierende Faktor z.B. beim Training des Trizeps ist nicht unbedingt die Muskelkraft selbst, sondern oftmals der Ellenbogen. Um den Trizeps effektiv zu trainieren und dessen Wachstum zu fördern, ist es wichtig, ein angemessenes Volumen zu erreichen (Aube et al., 2022; Heaselgrave et al., 2019; Hackett et al., 2018; Amirthalingam et al., 2017). Es kann vorkommen, dass man an einen Punkt gelangt, an dem der Ellenbogen signalisiert, dass er nicht mehr so viel Belastung verträgt. In diesem Fall sollte man sorgfältig abwägen und alternative Übungen zu suchen, die es ermöglichen, ein ausreichendes Volumen anzuhäufen, ohne den Ellenbogen dabei zu überlasten (Pedrosa et al., 2022; Sato et al., 2021; Kubo et al., 2019). Man könnte in einem höheren Wiederholungsbereich trainieren, um den Ellenbogen weniger zu belasten. Alternativ können Techniken wie „Blood-flow-Restriction“ oder Vorerärmungsübungen in Betracht gezogen werden, um die Belastung auf den Ellenbogen zu reduzieren. Es ist entscheidend, sicherzustellen, dass der limitierende Faktor nicht, wie z.B. in diesem Fall der Ellenbogen, sondern die Muskulatur selbst ist. Hierbei könnte es hilfreich sein, die negative Phase der Übungen langsamer auszuführen. Diese Herangehensweise, wie in Studien (Azevedo et al., 2022; Schoenfeld et al., 2015) beschrieben, kann dazu führen, dass weniger Gewicht bewegt wird, der Trainingsreiz jedoch weiterhin sehr hoch ist. Zudem wird durch die langsamere negative Phase die Belastung auf die Gelenke reduziert.

Diese zusätzliche Erkenntnis aus dieser Betrachtung bietet die Möglichkeit, bei Überlastung eines spezifischen Muskels die entsprechende Übung mit Hilfe dieser Trainingstechnik auf den Teil-Wiederholungsbereich umzustellen. Durch diese Anpassung kann die Belastungskurve der Übung

verändert und der gezielte Stimulus auf andere Muskelfasern oder passive Strukturen gelenkt werden. Dies ermöglicht eine bessere Regeneration der überlasteten passiven Faserstrukturen, während der Muskelaufbau dennoch gefördert wird. Zusätzlich könnte dieser Ansatz den Heilungsprozess von Muskelschäden durch eine verbesserte Blutzirkulation beschleunigen. Insgesamt könnten diese Strategien dazu beitragen, den Fokus weg vom limitierenden Faktor hin zur Muskulatur zu verschieben. Es ist wichtig, dass die regenerativen Grenzen der Muskulatur ausgereizt werden, um das maximale Muskelwachstum zu fördern.

# Kontrolle der Bewegungsausführung

## 11

### **11.1 Einfluss der Range of Motion auf Muskelaufbau und Kraftentwicklung**

In der jüngsten Metaanalyse, einer Studie von Pallarés et al., (2021), die den Einfluss der Range of Motion (ROM) auf den Muskelaufbau untersucht, wurden insgesamt 16 Studien eingehend analysiert. Die Ergebnisse dieser umfassenden Untersuchung lassen darauf schließen, dass eine vollständige Bewegungsamplitude (ROM) in der Regel zu überlegenen Muskelaufbau- und Kraftresultaten führt. Interessanterweise ergab sich dieser Vorteil trotz der Tatsache, dass Teilwiederholungsgruppen in der Regel ein deutlich höheres Gewicht bewegen konnten.

Es ist wichtig anzumerken, dass die Mehrheit der Probanden in diesem Studienteil Wiederholungen im Bereich der Kontraktion durchführte. Bei einer Kniebeuge würde dies beispielsweise den oberen Teil der Bewegung umfassen. Es ist jedoch genauso möglich, Teilwiederholungen im unteren Bereich, also im Dehnungsbereich, auszuführen. Hier zeigen Daten jedoch ein etwas differenzierteres Bild (Pedrosa et al., 2022).

Ob Teilwiederholungen im Bereich der Dehnung tatsächlich effektiver sind als die volle Bewegungsamplitude, bedarf weiterer Untersuchungen (Pedrosa et al., 2022). Es steht jedoch fest, dass dabei deutlich weniger Gewicht verwendet werden kann. In der Praxis werden Teilwiederholungen oftmals genutzt um höhere Gewichte zu bewältigen.

### **11.1 Einfluss der Range of Motion auf Muskelaufbau und Kraftentwicklung**

### **11.2 Kontrollierte Negative in der Bewegungsausführung für besseren Muskelzuwachs**

Doch letztendlich führt dies zu suboptimalen Ergebnissen sowohl in Bezug auf Kraftentwicklung als auch auf den Muskelaufbau (Pallarés et al., 2021; Sato et al., 2021; Pedrosa et al., 2022).

Zusammenfassend sollte angestrebt werden, die volle Bewegungsamplitude (ROM) eines Muskels zu nutzen, um optimale Ergebnisse im Muskelaufbau zu erzielen. Diese Empfehlung gilt natürlich nur, wenn die individuelle Mobilität dies zulässt. Andernfalls besteht ein erhöhtes Verletzungsrisiko und es wird nicht zwangsläufig ein zusätzlicher Trainingsreiz gesetzt. In der Praxis bietet es sich beispielsweise an, die "aktive" Bewegungsamplitude (ROM) zuerst bei einer Übung ohne Gewicht zu ermitteln. Andernfalls ist es ratsam, sich auf den Bereich zu konzentrieren, in dem eine gute Bewegung möglich ist. Es ist ebenso wichtig, kontinuierlich an der Verbesserung der Mobilität zu arbeiten, um die Vorteile vollständig nutzen zu können.

### 11.2 Kontrollierte Negative in der Bewegungsausführung für besseren Muskelzuwachs

Die negative Phase einer Übung sollte kontrolliert werden indem man sich während der Ausführung dieser etwas mehr Zeit bei der Ausführung lässt. Denn laut der Metaanalyse von Schoenfeld et al. (2015) geht aus wissenschaftlichen Daten hervor, dass diese Anpassung die bisherige aufgebaute Muskulatur nicht beeinträchtigt wenn dadurch folglich nur noch ein geringeres Gewicht bewältigt werden kann. Im Gegenteil, es entsteht der Vorteil, dass durch eine kontrollierte Bewegung das Verletzungsrisiko abnimmt (Schoenfeld et al., 2015). Aktuelle Studien zeigen, dass dieser Ansatz sogar stimulativer sein kann (Azevedo et al., 2022). Demnach ist es empfehlenswert, die negative Phase einer Übung kontrollierter auszuführen, da dies den gleichen Trainingsreiz für den Muskelaufbau setzt und gleichzeitig die Belastung auf den passiven Bewegungsapparat verringert. weitere Wiederholungen ermöglichen würde (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 124).

## 12.1 Zyklisches Training im Vergleich zu konventionellem Training

Ist ein Muskelaufbau mit zyklischem Training (Blockperiodisierung) oder konventionellem Training effektiver realisierbar? Zuerst einmal eine Definition der beiden Begriffe. Zyklisches Training (Blockperiodisierung) besteht aus wiederholenden Blöcken von vier bis fünf Wochen, auch Mesozyklus genannt, in denen verschiedene Trainingsvariablen wie Sätze pro Muskel, Intensität und Nähe zum Muskelversagen variiert werden (Nuckols, 2018) (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 236 - 238). Konventionelles Training folgt einem festen Plan, der regelmäßig wiederholt wird (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 57 - 65 & 146 - 152).

Der Muskelaufbau ist ein Anpassungsprozess, bei dem der Körper auf den Stress des Trainings reagiert (Nuzzo, 2023; Morton et al., 2019) (Pürzel & Pürzel, 2020, S.41). Die entscheidende Frage ist, wie viel Stress benötigt wird. Hier punktet zyklisches Training, da es eine genaue Bestimmung des Trainingstresses ermöglicht. Dies ist schwierig, da individuelle Unterschiede und Veränderungen im Laufe der Zeit eine Rolle spielen. Ein zyklischer Ansatz erlaubt eine schnelle Anpassung an veränderte Parameter (Nuckols, 2018) (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 236 - 238).

Die Initiierung erfolgt mithilfe einer schrittweisen Steigerung des Trainings und der Beobachtung von Überlastungssymptomen. Hierbei ist wichtig zu beachten, dass zu viel Stress zu Muskelabbau führen kann. Die Bewertung, wie viel Training optimal ist, erfolgt durch die Identifikation von Überlastungssymptomen (Damas et al., 2016).

## 12.1 Zyklisches Training im Vergleich zu konventionellem Training

## 12.2 Anwendung eines "Deloads" bei Überlastungssymptomen

Ein Vorteil des zyklischen Trainings ist die Möglichkeit der Superkompensation. D.h. durch erzwungenes leichtes Überlasten kann eine bessere Anpassung provoziert werden. Eine Studie (Bjørnsen et al., 2019) belegt, dass nach einem Deload mehr Muskeln aufgebaut werden können als in der letzten Woche des vorherigen Blocks (zusätzliche Einblicke dazu befinden sich im Abschnitt "Anwendung eines Deload bei Überlastungssymptomen"). Solche Überlastungsanstrebungsmodelle sind im Powerlifting etabliert (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 236 - 238), im Natural Bodybuilding jedoch weniger erforscht.

Abschließend die Vor- und Nachteile des konventionellen Trainings: Es ist einfacher, erfordert weniger Überlegung und ist für Anfänger ausreichend. Zyklisches Training bietet jedoch Teilziele und motiviert möglicherweise stärker und man weiß aus der Datenlage des mentalen Aspekts, dass dieser den Muskelaufbau positiv beeinflussen kann (Crum et al., 2011; Ariel & Saville, 1972). Für Anfänger ist es nicht zwingend notwendig, da die regelmäßige Progression bereits eine gewisse Bestätigung des passenden Trainingsstresses gibt. Abschließend sei zu benennen, dass die Entscheidung auch von individuellen Präferenzen und der Lebensqualität abhängt.

## 12.2 Anwendung eines "Deloads" bei Überlastungssymptomen

Die Notwendigkeit eines Deloads (reduzierter Trainingstress) ergibt sich aus der Tatsache, dass nach dieser Phase der Erholung eine Dekonditionierung stattfindet. Dies bedeutet, dass nach einem Deload deutlich weniger Intensität benötigt wird, um einen optimalen Reiz zu setzen. Wenn man z.B. nach einem Deload wieder in die Beinpresse einsteigt, könnte man sich ohne angemessene Vorbereitung für etwa zwei Wochen nicht mehr bewegen, aufgrund intensiven Muskelkaters. Dies würde die Trainingsfrequenz und das Gesamtvolumen beeinträchtigen. Der Wiedereinstieg nach einem Deload ermöglicht es, sanfter einzusteigen und im Laufe des Trainingszyklus die Intensität zu steigern, insbesondere wenn mehr Stress für einen effektiven Reiz benötigt wird (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 259-260). Hierbei spielt die Variabilität des Stressbedarfs eine zentrale Rolle, die von verschiedenen Faktoren wie dem individuellen Trainingsniveau, der Konditionierung und der Sensibilisierung abhängt.

Der Deload dient als präventive Maßnahme gegen Überlastung. Bei intensivem Training und dem Erreichen des Muskelversagens besteht das Risiko, stark in den Bereich der Überlastung zu gelangen (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 259-260). Ohne einen angemessenen Deload könnte dies zu einer Schwächung, Muskelverlust, Verletzungen oder Krankheiten führen (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 259-260). Ein Deload ermöglicht es, die Erschöpfung zu reduzieren und dem Körper eine notwendige Erholung zu erlauben (Bjørnsen et al. 2019).

Dies steht den gängigen Annahmen, dass das Training immer bis zum Muskelversagen geführt werden sollte, gegenüber (Refalo et al., 2023; Grgic et al., 2022; Vieira et al., 2021; Lacerda et al., 2020; Carroll et al., 2019).

Muskelversagen ohne Kontext und angemessene Erholung kann zu schwerwiegenden Konsequenzen führen, unter anderem Verletzungen (Damas et al., 2016). Studien, insbesondere Bjørnsen et al. (2019), deuten darauf hin, dass eine Deload-Woche nach vorheriger Überlastung nicht nur die Erschöpfung normalisiert, sondern sogar Muskelaufbau ermöglichen kann. Darüber hinaus wird argumentiert, dass die Integration einer leichten Trainingswoche in einem zyklischen Training (Mesozyklus) in der Periodisierung die Produktivität steigert und das Verletzungsrisiko reduziert. Die Vernachlässigung eines Deloads kann dazu führen, dass der Körper eine Erholungsphase erzwingt, was wiederum das Verletzungsrisiko erhöht (Pürzel & Pürzel, 2020, S. 259-260), wie von (Damas et al. 2016) dargelegt.

In Fällen, in denen Überlastungssymptome auftreten, das Gewicht oder Volumen von Woche zu Woche steigt und keine Schmerzen auftreten, ist eine Deload-Woche nicht notwendig. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass bei fortgesetzter Überlastung durch schweres, hochvolumiges Training die Gefahr besteht, überlastet zu werden. In solchen Fällen ist eine strukturierte Deload-Woche ratsam, um Verletzungen vorzubeugen und optimale Muskelzuwächse zu erzielen.

# Nährstoffbedarf fürs Muskelaufbautraining

## 12

### 13.1 Proteinsynthese maximieren für optimalen Muskelaufbau

Um optimalen Muskelaufbau zu erreichen, ist es entscheidend, sowohl die Proteinsynthese zu maximieren als auch den Proteinabbau zu minimieren. Der Prozess des Muskelaufbaus wird als Proteinsynthese bezeichnet, während der Prozess des Muskelabbaus als Proteinabbau bekannt ist. Wenn die Proteinsynthese größer ist als der Proteinabbau, erfolgt Muskelaufbau; ist sie jedoch kleiner, baut man Muskeln ab. Die zentrale Frage lautet nun, wie man sowohl die Proteinsynthese maximieren als auch den Proteinabbau minimieren kann (Pürzel, 2023, S.27-29).

Dazu fallen die Veränderungen in der Proteinsynthese bei gesunden Menschen deutlich größer aus als Veränderungen im Proteinabbau. Daher ist die Proteinsynthese von entscheidender Bedeutung (Pürzel, 2023, S.27-29). Zusätzlich können Maßnahmen, die die Proteinsynthese maximieren, den Proteinabbau durch Insulin hemmen (Greenhaff et al., 2008). Eine Studie (Staples et al., 2011) zeigt beispielsweise, dass 25 Gramm Proteine den Proteinabbau genauso effektiv hemmen wie 25 Gramm Protein und 50 Gramm Kohlenhydrate.

Es existieren Hinweise, dass ein gewisser Proteinabbau notwendig ist, um optimal Muskeln aufzubauen (Bell et al., 2016). Dennoch sollte man sich diesbezüglich keine Gedanken machen und man sich nicht auf diesen Teil des Proteinabbaus konzentrieren, sondern Maßnahmen ergreifen, um die Proteinsynthese zu maximieren.

### 13.1 Proteinsynthese maximieren für optimalen Muskelaufbau

Die wichtigsten drei Erkenntnisse sind, um die Proteinsynthese durch eine Mahlzeit zu maximieren, benötigt man laut Daten von Norton & Wilson (2009) 0,05 Gramm Leucin pro Kilogramm Körpergewicht. Die Absorptionsgeschwindigkeit ist jedoch entscheidend. Eine Studie (Pennings et al., 2011) zeigt, dass 20 Gramm Whey erklären Protein die Proteinsynthese besser stimulieren können als 20 Gramm Casein, aufgrund der schnelleren Absorption. Daher sollte man darauf achten, Leucin durch eine schnelle Proteinquelle wie Whey Protein aufzunehmen, um die Proteinsynthese zu maximieren (Pürzel, 2023, S.30).

Zusammenfassend ist Leucin zwar entscheidend, reicht jedoch allein nicht aus, um die maximal aktivierte Proteinsynthese über einen längeren Zeitraum aufrechtzuerhalten. Es wird empfohlen, nicht isoliertes Leucin ohne Proteinquelle zu konsumieren. Es gilt sicherzustellen, dass man entweder durch vorherige Mahlzeiten genügend Proteine im Körper hat oder Leucin in eine kleine Proteinmenge hinzu zu geben, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

# Fazit und Schlussfolgerung

15

Zusammenfassend lässt sich ableiten, dass die diskutierten wissenschaftlichen Erkenntnisse aus verschiedenen Studien wertvolle Einsichten in die Optimierung von Krafttraining und Muskelaufbau bieten. Die Untersuchung zum Einfluss unterschiedlicher Bewegungsradien auf Muskelhypertrophie und Kraftentwicklung verdeutlicht, dass die Wahl des Bewegungsradius in Widerstandsübungen spezifische Auswirkungen auf die Muskulatur haben kann. Insbesondere zeigte sich, dass ein Training mit einem erweiterten Bewegungsradius zu einer relativen Zunahme der Hypertrophie in bestimmten Muskelregionen führte.

Ebenso verdeutlichte die Studie zur exzentrischen Phase in isotonischen Kontraktionen, dass die Variation der Dauer der exzentrischen Phase eine differenzierte Wirkung auf die Hypertrophie bestimmter Muskeln hat. Dabei wurde festgestellt, dass unterschiedliche exzentrische Dauern zu ähnlichen Zunahmen der Hypertrophie in bestimmten Muskeln führen können, während andere Muskeln unterschiedlich darauf reagieren.

Die Erkenntnisse aus der Vergleichsstudie zu verschiedenen Tiefen im Kniebeugen-Training bieten Einsichten in die gezielte Entwicklung der unteren Extremitäten. Hierbei zeigte sich, dass das Training mit vollem Bewegungsumfang effektiver für die Entwicklung der unteren Extremitäten war, insbesondere für bestimmte Muskelgruppen wie den Vastus medialis.

# Fazit und Schlussfolgerung

15

In Bezug auf das vorgestellte Training mit unterschiedlichen Ellbogengelenkwinkeln im Armcurl wurde deutlich, dass die Auswahl des Start- und Endwinkels in isotonischen Übungen spezifische Auswirkungen auf die Muskelkraft und Hypertrophie haben kann. Das Training mit einem erweiterten Ellbogengelenkwinkel zeigte sich als effektiver für die Entwicklung der Muskulatur und erzeugte auch einen Überkreuzungseffekt auf die nicht trainierte Seite. Praktisch gesehen können diese Erkenntnisse dazu beitragen, gezielte Trainingsprogramme zu entwickeln, die auf individuelle Ziele und Bedürfnisse zugeschnitten sind. Dabei ist es wichtig, die spezifischen Anforderungen der Muskulatur und die unterschiedlichen Reaktionen auf verschiedene Trainingsparameter zu berücksichtigen. Personalisiertes Training, das sich an wissenschaftlichen Erkenntnissen orientiert, könnte somit effizientere Ergebnisse für Kraftaufbau und Muskelaufbau liefern.

Es ist jedoch zu betonen, dass die Umsetzung dieser Erkenntnisse individuell angepasst werden sollte und weitere Forschung notwendig ist, um ein umfassendes Verständnis der komplexen Wechselwirkungen im Krafttraining zu erreichen.

# 15 Literaturverzeichnis

Amirthalingam, T., Mavros, Y., Wilson, G. C., Clarke, J. L., Mitchell, L., & Hackett, D. A. (2017). Effects of a Modified German Volume Training Program on Muscular Hypertrophy and Strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(11), 3109. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001747>

Ariel, G., & Saville, W. (1972). Anabolic steroids: The physiological effects of placebos. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 4(2), 124.

Aube, D., Wadhi, T., Rauch, J., Anand, A., Barakat, C., Pearson, J., Bradshaw, J., Zazzo, S., Ugrinowitsch, C., & De Souza, E. O. (2022). Progressive Resistance Training Volume: Effects on Muscle Thickness, Mass, and Strength Adaptations in Resistance-Trained Individuals. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(3), 600. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003524>

Azevedo, P. H. S. M., Oliveira, M. G. D., & Schoenfeld, B. J. (2022). Effect of different eccentric tempos on hypertrophy and strength of the lower limbs. *Biology of Sport*, 39(2), 443-449. <https://doi.org/10.5114/biolsport.2022.105335>

Barbosa-Netto, S., d'Acelino-e-Porto, O. S., & Almeida, M. B. (2021). Self-Selected Resistance Exercise Load: Implications for Research and Prescription. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35, S166. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002287>

Bell, R. A. V., Al-Khalaf, M., & Megoney, L. A. (2016). The beneficial role of proteolysis in skeletal muscle growth and stress adaptation. *Skeletal Muscle*, 6(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s13395-016-0086-6>

Brandão, L., de Salles Painelli, V., Lasevicius, T., Silva-Batista, C., Brendon, H., Schoenfeld, B. J., Aihara, A. Y., Cardoso, F. N., de Almeida Peres, B., & Teixeira, E. L. (2020). Varying the Order of Combinations of Single- and Multi-Joint Exercises Differentially Affects Resistance Training Adaptations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(5), 1254. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003550>

# 15 Literaturverzeichnis

Bloomquist, K., Langberg, H., Karlsen, S., Madsgaard, S., Boesen, M., & Raastad, T. (2013). Effect of range of motion in heavy load squatting on muscle and tendon adaptations. *European Journal of Applied Physiology*, 113(8), 2133-2142. <https://doi.org/10.1007/s00421-013-2642-7>

Bjørnsen, T., Wernbom, M., Løvstad, A., Paulsen, G., D'Souza, R. F., Cameron-Smith, D., Flesche, A., Hisdal, J., Berntsen, S., & Raastad, T. (2019). Delayed myonuclear addition, myofiber hypertrophy, and increases in strength with high-frequency low-load blood flow restricted training to volitional failure. *Journal of Applied Physiology*, 126(3), 578-592. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00397.2018>

Breitenstein, B. (2022, April 5). Anti-Doping | GNBf - German Natural Bodybuilding und Fitness Federation e.V. [Verein]. <https://gnbf.net/anti-doping/>

Campos, G. E. R., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K. E., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1-2), 50-60. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>

Calatayud, J., Vinstrup, J., Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Colado, J. C., & Andersen, L. L. (2018). Influence of different attentional focus on EMG amplitude and contraction duration during the bench press at different speeds. *Journal of Sports Sciences*, 36(10), 1162-1166. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1363403>

Carroll, K. M., Bernards, J. R., Bazylar, C. D., Taber, C. B., Stuart, C. A., DeWeese, B. H., Sato, K., & Stone, M. H. (2019). Divergent Performance Outcomes Following Resistance Training Using Repetition Maximums or Relative Intensity. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(1), 46-54. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0045>

Cheung, K., Hume, P. A., & Maxwell, L. (2003). Delayed Onset Muscle Soreness. *Sports Medicine*, 33(2), 145-164. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333020-00005>

# 15 Literaturverzeichnis

Corbin, C., Pangrazi, R., & Franks, B. (2000). Definitions: Health, Fitness, and Physical Activity. President's Council on Physical Fitness and Sports Research Digest, 3.

Crum, A. J., Corbin, W. R., Brownell, K. D., & Salovey, P. (2011). Mind over milkshakes: Mind-sets, not just nutrients, determine ghrelin response. *Health Psychology: Official Journal of the Division of Health Psychology, American Psychological Association*, 30(4), 424-429; discussion 430-431. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21574706/>

Damas, F., Phillips, S. M., Libardi, C. A., Vechin, F. C., Lixandrão, M. E., Jannig, P. R., Costa, L. A. R., Bacurau, A. V., Snijders, T., Parise, G., Tricoli, V., Roschel, H., & Ugrinowitsch, C. (2016). Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. *The Journal of Physiology*, 594(18), 5209-5222. <https://doi.org/10.1113/JP272472>

Escamilla, R. F., Fleisig, G. S., Zheng, N., Barrentine, S. W., Wilk, K. E., & Andrews, J. R. (1998). Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(4), 556-569. <https://doi.org/10.1097/00005768-199804000-00014>

Eliasson, J., Elfegoun, T., Nilsson, J., Köhnke, R., Ekblom, B., & Blomstrand, E. (2006). Maximal lengthening contractions increase p70 S6 kinase phosphorylation in human skeletal muscle in the absence of nutritional supply. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 291(6), E1197-E1205. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00141.2006>

Finn, C. (2014, Februar 24). A Closer Look at the Norwegian Frequency Project. *Muscle Evo*. <https://muscleevo.net/norwegian-frequency-project/>

Greenhaff, P. L., Karagounis, L. G., Peirce, N., Simpson, E. J., Hazell, M., Layfield, R., Wackerhage, H., Smith, K., Atherton, P., Selby, A., & Rennie, M. J. (2008). Disassociation between the effects of amino acids and insulin on signaling, ubiquitin ligases, and protein turnover in human muscle. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 295(3), E595-E604. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.90411.2008>

# 15 Literaturverzeichnis

Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science*, 11(2), 202-211. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.007>

Hackett, D. A., Amirthalingam, T., Mitchell, L., Mavros, Y., Wilson, G. C., & Halaki, M. (2018). Effects of a 12-Week Modified German Volume Training Program on Muscle Strength and Hypertrophy—A Pilot Study. *Sports*, 6(1), Article 1. <https://doi.org/10.3390/sports6010007>

Hackett, D. A., Cobley, S. P., Davies, T. B., Michael, S. W., & Halaki, M. (2017). Accuracy in Estimating Repetitions to Failure During Resistance Exercise. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(8), 2162. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001683>

Heaselgrave, S. R., Blacker, J., Smeuninx, B., McKendry, J., & Breen, L. (2019). Dose-Response Relationship of Weekly Resistance-Training Volume and Frequency on Muscular Adaptations in Trained Men. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 14(3), 360-368. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30160627/>

Helms, E. R., Storey, A., Cross, M. R., Brown, S. R., Lenetsky, S., Ramsay, H., Dillen, C., & Zourdos, M. C. (2017). RPE and Velocity Relationships for the Back Squat, Bench Press, and Deadlift in Powerlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(2), 292. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001517>

Helms, E. R., Aragon, A. A., & Fitschen, P. J. (2014). Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: Nutrition and supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11(1), 20. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-11-20>

Hollstein, T. (2019). Sport als Prävention Fakten und Zahlen für das individuelle Maß an Bewegung. *Deutsches Ärzteblatt*, 116. [https://www.researchgate.net/publication/335542152\\_Sport\\_als\\_Praevention\\_Fakten\\_und\\_Zahlen\\_fur\\_das\\_individuelle\\_Mass\\_an\\_Bewegung](https://www.researchgate.net/publication/335542152_Sport_als_Praevention_Fakten_und_Zahlen_fur_das_individuelle_Mass_an_Bewegung)

# 15 Literaturverzeichnis

Hirono, T., Ikezoe, T., Taniguchi, M., Tanaka, H., Saeki, J., Yagi, M., Umehara, J., & Ichihashi, N. (2022). Relationship Between Muscle Swelling and Hypertrophy Induced by Resistance Training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(2), 359. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003478>

Jenkins, N. D. M., Housh, T. J., Buckner, S. L., Bergstrom, H. C., Cochrane, K. C., Hill, E. C., Smith, C. M., Schmidt, R. J., Johnson, G. O., & Cramer, J. T. (2016). Neuromuscular Adaptations After 2 and 4 Weeks of 80% Versus 30% 1 Repetition Maximum Resistance Training to Failure. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(8), 2174. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001308>

Kassiano, W., Costa, B., Kunevaliki, G., Soares, D., Zacarias, G., Manske, I., Takaki, Y., Ruggiero, M. F., Stavinski, N., Francsuel, J., Tricoli, I., Carneiro, M. A. S., & Cyrino, E. S. (2023). Greater Gastrocnemius Muscle Hypertrophy After Partial Range of Motion Training Performed at Long Muscle Lengths. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(9), 1746. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004460>

Krieger, J. (o. J.). Set Volume for Muscle Size: The Ultimate Evidence Based Bible. *Weightology*. Abgerufen 26. November 2023, von <https://weightology.net/the-members-area/evidence-based-guides/set-volume-for-muscle-size-the-ultimate-evidence-based-bible/>

Krivickas, L. S., Dorer, D. J., Ochala, J., & Frontera, W. R. (2011). Relationship between force and size in human single muscle fibres. *Experimental Physiology*, 96(5), 539-547. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2010.055269>

Kubo, K., Ikebukuro, T., & Yata, H. (2019). Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. *European Journal of Applied Physiology*, 119(9), 1933-1942. <https://doi.org/10.1007/s00421-019-04181-y>

Lacerda, L. T., Marra-Lopes, R. O., Diniz, R. C. R., Lima, F. V., Rodrigues, S. A., Martins-Costa, H. C., Bembem, M. G., & Chagas, M. H. (2020). Is Performing Repetitions to Failure Less Important Than Volume for Muscle Hypertrophy and Strength? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(5), 1237. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003438>

# 15 Literaturverzeichnis

Maeo, S., Huang, M., Wu, Y., Sakurai, H., Kusagawa, Y., Sugiyama, T., Kanehisa, H., & Isaka, T. (2021). Greater Hamstrings Muscle Hypertrophy but Similar Damage Protection after Training at Long versus Short Muscle Lengths. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 53(4), 825. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002523>

Maeo, S., Wu, Y., Huang, M., Sakurai, H., Kusagawa, Y., Sugiyama, T., Kanehisa, H., & Isaka, T. (2023). Triceps brachii hypertrophy is substantially greater after elbow extension training performed in the overhead versus neutral arm position. *European Journal of Sport Science*, 23(7), 1240-1250. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2100279>

Mayhew, T. P., Rothstein, J. M., Finucane, S. D., & Lamb, R. L. (1995). Muscular adaptation to concentric and eccentric exercise at equal power levels. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 27(6), 868.

MacDougall, J. D., Gibala, M. J., Tarnopolsky, M. A., MacDonald, J. R., Interisano, S. A., & Yarasheski, K. E. (1995). The Time Course for Elevated Muscle Protein Synthesis Following Heavy Resistance Exercise. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 20(4), 480-486. <https://doi.org/10.1139/h95-038>

McMahon, G. E., Morse, C. I., Burden, A., Winwood, K., & Onambélé, G. L. (2014). Impact of Range of Motion During Ecologically Valid Resistance Training Protocols on Muscle Size, Subcutaneous Fat, and Strength. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(1), 245. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318297143a>

McMahon, G., Morse, C. I., Burden, A., Winwood, K., & Onambélé, G. L. (2014). Muscular adaptations and insulin-like growth factor-1 responses to resistance training are stretch-mediated. *Muscle & Nerve*, 49(1), 108-119. <https://doi.org/10.1002/mus.23884>

Miller, B. F., Olesen, J. L., Hansen, M., Døssing, S., Crameri, R. M., Welling, R. J., Langberg, H., Flyvbjerg, A., Kjaer, M., Babraj, J. A., Smith, K., & Rennie, M. J. (2005). Coordinated collagen and muscle protein synthesis in human patella tendon and quadriceps muscle after exercise. *The Journal of Physiology*, 567(Pt 3), 1021-1033. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.093690>

# 15 Literaturverzeichnis

Mitchell, C. J., Churchward-Venne, T. A., West, D. W. D., Burd, N. A., Breen, L., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2012). Resistance exercise load does not determine training-mediated hypertrophic gains in young men. *Journal of Applied Physiology*, 113(1), 71-77. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00307.2012>

Morton, R. W., Oikawa, S. Y., Wavell, C. G., Mazara, N., McGlory, C., Quadriatero, J., Baechler, B. L., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2016). Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *Journal of Applied Physiology*, 121(1), 129-138. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4967245/>

Morton, R. W., Oikawa, S. Y., Wavell, C. G., Mazara, N., McGlory, C., Quadriatero, J., Baechler, B. L., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2016). Neither load nor systemic hormones determine resistance training-mediated hypertrophy or strength gains in resistance-trained young men. *Journal of Applied Physiology* (Bethesda, Md.: 1985), 121(1), 129-138. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27174923/>

Morton, R. W., Colenso-Semple, L., & Phillips, S. M. (2019). Training for strength and hypertrophy: An evidence-based approach. *Current Opinion in Physiology*, 10, 90-95. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2019.04.006>

Norton, L., & Wilson, G. (2009). Optimal protein intake to maximize muscle protein synthesis: Examinations of optimal meal protein intake and frequency for athletes. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 20, 54-57.

Nuckols, G. (2018, August 10). Training Frequency for Muscle Growth: What the Data Say. *Stronger by Science*. <https://www.strongerbyscience.com/frequency-muscle/>

Ogborn, D., & Schoenfeld, B. J. (2014). The Role of Fiber Types in Muscle Hypertrophy: Implications for Loading Strategies. *Strength & Conditioning Journal*, 36(2), 20. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000030>

# 15 Literaturverzeichnis

Ogasawara, R., Loenneke, J. P., Thiebaud, R. S., & Abe, T. (2013). Low-Load Bench Press Training to Fatigue Results in Muscle Hypertrophy Similar to High-Load Bench Press Training. *International Journal of Clinical Medicine*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.4236/ijcm.2013.42022>

Pallarés, J. G., Hernández-Belmonte, A., Martínez-Cava, A., Vetrovsky, T., Steffl, M., & Courel-Ibáñez, J. (2021). Effects of range of motion on resistance training adaptations: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(10), 1866-1881. <https://doi.org/10.1111/sms.14006>

Pedrosa, G. F., Lima, F. V., Schoenfeld, B. J., Lacerda, L. T., Simões, M. G., Pereira, M. R., Diniz, R. C. R., & Chagas, M. H. (2022). Partial range of motion training elicits favorable improvements in muscular adaptations when carried out at long muscle lengths. *European Journal of Sport Science*, 22(8), 1250-1260. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1927199>

Peterson, M., Rhea, M., & Alvar, B. (2005). Applications of the Dose-Response for Muscular Strength Development: A Review of Meta-Analytic Efficacy and Reliability for Designing Training Prescription. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 19, 950-958. [https://www.researchgate.net/publication/7481798\\_Applications\\_of\\_the\\_Dose-Response\\_for\\_Muscular\\_Strength\\_Development\\_A\\_Review\\_of\\_Meta-Analytic\\_Efficacy\\_and\\_Reliability\\_for\\_Designing\\_Training\\_Prescription](https://www.researchgate.net/publication/7481798_Applications_of_the_Dose-Response_for_Muscular_Strength_Development_A_Review_of_Meta-Analytic_Efficacy_and_Reliability_for_Designing_Training_Prescription)

Pürzel, A., & Pürzel, A. (2020). TRAININGSPLANUNG 3. AUFLAGE (3. Auflage). Intelligent Strength. <https://shop.dasgym.com/collections/trainingsbucher-neu/products/trainingsplanung-3-auflage>

Phillips, S. M., Tipton, K. D., Aarsland, A., Wolf, S. E., & Wolfe, R. R. (1997). Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 273(1), E99-E107. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1997.273.1.E99>

Plotkin, D., Coleman, M., Every, D. V., Maldonado, J., Oberlin, D., Israetel, M., Feather, J., Alto, A., Vigotsky, A. D., & Schoenfeld, B. J. (2022). Progressive overload without progressing load? The effects of load or repetition progression on muscular adaptations. *PeerJ*, 10, e14142.

# 15 Literaturverzeichnis

Pürzel, A. (2023). EAT RIGHT (2. Auflage). Intelligent Strength. <https://shop.dasgym.com/products/eat-right>

Pürzel, A., & Pürzel, A. (2020). TRAININGSPLANUNG 3. AUFLAGE (3. Auflage). Intelligent Strength. <https://shop.dasgym.com/collections/trainingsbuecher-neu/products/trainingsplanung-3-auflage>

Sato, S., Yoshida, R., Kiyono, R., Yahata, K., Yasaka, K., Nunes, J. P., Nosaka, K., & Nakamura, M. (2021). Elbow Joint Angles in Elbow Flexor Unilateral Resistance Exercise Training Determine Its Effects on Muscle Strength and Thickness of Trained and Non-trained Arms. *Frontiers in Physiology*, 12. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fphys.2021.734509>

Schoenfeld, B. J., Vigotsky, A., Contreras, B., Golden, S., Alto, A., Larson, R., Winkelman, N., & Paoli, A. (2018). Differential effects of attentional focus strategies during long-term resistance training. *European Journal of Sport Science*, 18(5), 705-712. <https://doi.org/10.1080/17461391.2018.1447020>

Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 35(11), 1073-1082. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1210197>

Schoenfeld, B. J., Wilson, J. M., Lowery, R. P., & Krieger, J. W. (2016). Muscular adaptations in low- versus high-load resistance training: A meta-analysis. *European Journal of Sport Science*, 16(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.989922>

Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2016). Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1689-1697. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0543-8>

# 15 Literaturverzeichnis

Schoenfeld, B., & Contreras, B. (2014). The Muscle Pump: Potential Mechanisms and Applications for Enhancing Hypertrophic Adaptations. *Strength and Conditioning Journal*, 36, 21-25. [https://www.researchgate.net/publication/285754036\\_The\\_Muscle\\_Pump\\_Potential\\_Mechanisms\\_and\\_Applications\\_for\\_Enhancing\\_Hypertrophic\\_Adaptations](https://www.researchgate.net/publication/285754036_The_Muscle_Pump_Potential_Mechanisms_and_Applications_for_Enhancing_Hypertrophic_Adaptations)

Schoenfeld, B. J. (2012). Does Exercise-Induced Muscle Damage Play a Role in Skeletal Muscle Hypertrophy? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(5), 1441. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31824f207e>

Schoenfeld, B. J., Ogborn, D. I., & Krieger, J. W. (2015). Effect of Repetition Duration During Resistance Training on Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 45(4), 577-585. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0304-0>

Schoenfeld, B. J., Peterson, M. D., Ogborn, D., Contreras, B., & Sonmez, G. T. (2015). Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(10), 2954. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000958>

Schuenke, M., Herman, J., Gliders, R., Hagerman, F., Hikida, R., Perry, S., Ragg, K., & Staron, R. (2012). Early-phase muscular adaptations in response to slow-speed versus traditional resistance-training regimens. *European journal of applied physiology*, 112, 3585-3595. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2339-3>

Simão, R., de Salles, B. F., Figueiredo, T., Dias, I., & Willardson, J. M. (2012). Exercise Order in Resistance Training. *Sports Medicine*, 42(3), 251-265. <https://doi.org/10.2165/11597240-000000000-00000>

# 15 Literaturverzeichnis

Sutanto, D., Ho, R. S. T., Poon, E. T. C., Yang, Y., & Wong, S. H. S. (2022). Effects of Different Trunk Training Methods for Chronic Low Back Pain: A Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052863>

Sutanto, D., Ho, R. S. T., Poon, E. T. C., Yang, Y., & Wong, S. H. S. (2022). Effects of Different Trunk Training Methods for Chronic Low Back Pain: A Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052863>

Staples, A. W., Burd, N. A., West, D. W. D., Currie, K. D., Atherton, P. J., Moore, D. R., Rennie, M. J., Macdonald, M. J., Baker, S. K., & Phillips, S. M. (2011). Carbohydrate does not augment exercise-induced protein accretion versus protein alone. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(7), 1154-1161. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31820751cb>

Stasinaki, A.-N., Zaras, N., Methenitis, S., Tsitkanou, S., Krase, A., Kavvoura, A., & Terzis, G. (2018). Triceps Brachii Muscle Strength and Architectural Adaptations with Resistance Training Exercises at Short or Long Fascicle Length. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 3(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/jfmk3020028>

Stults-Kolehmainen, M. A., Bartholomew, J. B., & Sinha, R. (2014). Chronic Psychological Stress Impairs Recovery of Muscular Function and Somatic Sensations Over a 96-Hour Period. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(7), 2007. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000335>

Snyder, B. J., & Leech, J. R. (2009). Voluntary Increase in Latissimus Dorsi Muscle Activity During the Lat Pull-Down Following Expert Instruction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(8), 2204. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181bb7213>

Roux, W. (1895). *Gesammelte Abhandlungen über die Entwicklungsmechanik der Organismen*. Band I: Funktionelle Anpassung. Leipzig: Wilhelm Engelmann.

# 15 Literaturverzeichnis

efalo, M. C., Helms, E. R., Trexler, Eric. T., Hamilton, D. L., & Fyfe, J. J. (2023). Influence of Resistance Training Proximity-to-Failure on Skeletal Muscle Hypertrophy: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Medicine*, 53(3), 649-665. <https://doi.org/10.1007/s40279-022-01784-y>

Van Roie, E., Delecluse, C., Coudyzer, W., Boonen, S., & Bautmans, I. (2013). Strength training at high versus low external resistance in older adults: Effects on muscle volume, muscle strength, and force-velocity characteristics. *Experimental Gerontology*, 48(11), 1351-1361. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2013.08.010>

van Wessel, T., de Haan, A., van der Laarse, W. J., & Jaspers, R. T. (2010). The muscle fiber type-fiber size paradox: Hypertrophy or oxidative metabolism? *European Journal of Applied Physiology*, 110(4), 665-694. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1545-0>

Veihelmann, J. (2006). *Methoden im Krafttraining: Hypertrophietraining* (1. Aufl.). GRIN Verlag. <https://www.grin.com/document/54449>

Vieira, A. F., Umpierre, D., Teodoro, J. L., Lisboa, S. C., Baroni, B. M., Izquierdo, M., & Cadore, E. L. (2021). Effects of Resistance Training Performed to Failure or Not to Failure on Muscle Strength, Hypertrophy, and Power Output: A Systematic Review With Meta-Analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(4), 1165. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003936>

Vinogradova, O. L., Popov, D. V., Netreba, A. I., Tsvirkun, D. V., Kurochkina, N. S., Bachinin, A. V., Bravyĭ, I. R., Liubaeva, E. V., Lysenko, E. A., Miller, T. F., Borovik, A. S., Tarasova, O. S., & Orlov, O. I. (2013). [Optimization of training: Development of a new partial load mode of strength training]. *Fiziologija Cheloveka*, 39(5), 71-85. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25509874/>

Weineck, J. (2007). *Optimales Training: Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings* (15. Aufl.). Spitta-Verl. <https://www.bisp-surf.de/Record/PU200708002394>

# 15 Literaturverzeichnis

Wakahara, T., Fukutani, A., Kawakami, Y., & Yanai, T. (2013). Nonuniform Muscle Hypertrophy: Its Relation to Muscle Activation in Training Session. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 45(11), 2158. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182995349>

Wakahara, T., Miyamoto, N., Sugisaki, N., Murata, K., Kanehisa, H., Kawakami, Y., Fukunaga, T., & Yanai, T. (2012). Association between regional differences in muscle activation in one session of resistance exercise and in muscle hypertrophy after resistance training. *European Journal of Applied Physiology*, 112(4), 1569-1576. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2121-y>

Zabaleta-Korta, A., Fernández-Peña, E., Torres-Unda, J., Garbisu-Hualde, A., & Santos-Concejero, J. (2021). The role of exercise selection in regional Muscle Hypertrophy: A randomized controlled trial. *Journal of Sports Sciences*, 39(20), 2298-2304. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1929736>

Zourdos, M. C., Klemp, A., Dolan, C., Quiles, J. M., Schau, K. A., Jo, E., Helms, E., Esgro, B., Duncan, S., Garcia Merino, S., & Blanco, R. (2016). Novel Resistance Training-Specific Rating of Perceived Exertion Scale Measuring Repetitions in Reserve. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(1), 267. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001049>

# Abbildungsverzeichnis

Abb.1: Oberschenkelmuskel, Trend in Richtung der Wiederholungsgruppe. Abgerufen am 22.11.2023, von <https://peerj.com/articles/14142/>

Abb.2: 3er Frequenz im Vergleich zu 6er Frequenz

Abgerufen am 21.11.2023, von <https://mennohenselmans.com/wp-content/uploads/2016/01/Norwegian-Frequency-Project-results.jpg>

Abb.3: 3er Frequenz im Vergleich zu 6er Frequenz mit Oberschenkelmuskelatur

Abgerufen am 21.11.2023, von <https://mennohenselmans.com/wp-content/uploads/2016/01/Norwegian-Frequency-Project-results.jpg>

Abb. 4: Settingshormon Grehlin Vergleich mit Shakes

Abgerufen am 18.11.2023, von <https://www.semanticscholar.org/paper/Mind-over-milks-hakes%3A-mindsets%2C-not-just-nutrients%2C-Crum-Corbin/65cf435e7b562c99f5c-c3dbca020d873c92504ad/figure/3>

Abb. 5: myofibrilläre MPS Anhaltung in Stunden bei Trainingsreiz Setzung

Abgerufen am 15.11.2023, von <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16002437/#&gid=article-figures&pid=figure-4-uid-3>

Abb. 6: Rectus Femoris signifikant besseres Wachstum

Abgerufen am 24.11.2023, von [https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2021/04000/greater\\_hamstrings\\_muscle\\_hypertrophy\\_but\\_similar.18.aspx](https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/2021/04000/greater_hamstrings_muscle_hypertrophy_but_similar.18.aspx)

Abb. 7: Trizeps Wachstum signifikanter Wachstum durch zusätzliche Isolationsübung integration, Abgerufen am 24.11.2023, von [https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2020/05000/varying\\_the\\_order\\_of\\_combinations\\_of\\_single\\_\\_and.8.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2020/05000/varying_the_order_of_combinations_of_single__and.8.aspx)

Abb. 8: Wadenheben ROM Vergeleich Abgerufen am 27.11.2023, von [https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2023/09000/greater\\_gastrocnemius\\_muscle\\_hypertrophy\\_after.3.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2023/09000/greater_gastrocnemius_muscle_hypertrophy_after.3.aspx)

Abb. 9: Wadenheben ROM Vergeleich Ergebnisse Abgerufen am 28.11.2023, von [https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2023/09000/greater\\_gastrocnemius\\_muscle\\_hypertrophy\\_after.3.aspx](https://journals.lww.com/nsca-jscr/fulltext/2023/09000/greater_gastrocnemius_muscle_hypertrophy_after.3.aspx)

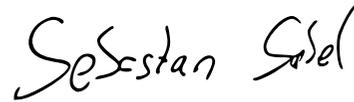
# Erklärungen

## Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle sinngemäß und wörtlich übernommenen Textstellen aus fremden Quellen wurden kenntlich gemacht.

Darmstadt, 01.12.2023

Ort, Datum



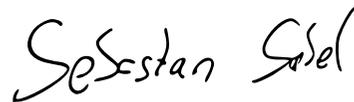
Unterschrift

## Erklärung zur Archivierung

Hiermit erkläre ich mich mit der Archivierung dieses Research Projekts einverstanden.

Darmstadt, 01.12.2023

Ort, Datum



Unterschrift