

werden, dass bei zu schneller Bewegungsausführung die anvisierten physiologischen Determinanten eventuell nicht optimal angesprochen werden und somit das gewünschte Trainingsziel nicht erreicht wird.

## 10.8 Muskelaufbautraining

Für effektiven Muskelaufbau sind zwei Faktoren besonders wichtig: Eine ausreichend hohe mechanische und metabolische Belastung. Mechanosensoren sind sensitiv für die Intensität und die Dauer der mechanischen Belastung. Der metabolische Stress kann direkt intrazelluläre Signale senden, die wiederum hypertrophe Anpassungen hervorrufen. Um einen für Muskelaufbau trainingswirksamen Reiz zu generieren, muss die Belastungsintensität hoch sein, weshalb nur ein Krafttraining in Frage kommt.

### 10.8.1 Intensität beim Muskelaufbau-Training

Die Trainingsintensität ist eine der bedeutsamsten Faktoren beim Krafttraining. Um Muskelaufbau hervorzurufen, bedarf es eines gezielten Krafttrainings in bestimmten Intensitätsbereichen. Die Intensität wird in der Trainingspraxis in der Regel in Relation zum Einwiederholungsmaximum (One-Repetition-Maximum / 1RM) ausgedrückt. Um Muskelwachstum hervorzurufen, werden klassischerweise Gewichte im Bereich zwischen 60% und 80% des Einwiederholungsmaximums bewegt. In diesen Intensitätsbereichen werden normalerweise 8 bis 15 Wiederholungen erreicht, bis der Muskel erschöpft ist.

Bei sehr hohen Intensitäten (>90% 1RM) werden vermehrt neuro-physiologische Anpassungen hervorgerufen, der Effekt auf das Muskelwachstum ist aber nicht mehr so hoch.

Höhere Wiederholungszahlen (>15) mit niedrigeren Intensitäten führen zu einem höheren metabolischen Stress und induzieren somit vermutlich eine höhere sarkoplasmatische Hypertrophie, aber eine geringere kontraktile Hypertrophie.

Der Intensitätsbereich zwischen 60-80% 1RM scheint daher die optimale Kombination aus mechanischer Spannung und metabolischer Belastung darzustellen.

### 10.8.2 Trainingsumfang beim Muskelaufbau-Training

Der Trainingsumfang bezieht sich auf die Anzahl an Wiederholungen in einem bestimmten Zeitraum bzw. in einer Serie. Grundsätzlich korreliert ein höherer Trainingsumfang mit einem höheren Muskelwachstum – zumindest bis zu einem bestimmten Grad. Letztlich hängt dies wiederum mit dem Leistungsniveau und der Trainingserfahrung ab.

Bei Einsteigern genügt zum Teil eine Übung mit einem Satz je Muskel(-gruppe) und Trainingseinheit, um einen trainingswirksamen Reiz zu erzielen. Bei Fortgeschrittenen wird empfohlen, 3-4 Serien je Übung auszuführen. Wie viele Übungen dann pro Muskel(-gruppe) ausgeführt werden hängt vom Trainingsplan/-system ab. Bei 5 oder mehr Serien pro Übung kann in der Regel kein weiterer Benefit im Hinblick auf zusätzliche Hypertrophie-Effekte beobachtet werden. Bei einem hohen Split können ambitionierte Sportler für große Muskelgruppen durchaus in Regionen von insgesamt 20 Sätzen vordringen (z.B. 5 Übungen mit jeweils 4 Sätzen für die Beine).

Bedeutsam für ein Training zum Muskelaufbau ist, dass die Übungen bis zur erschöpfungsbedingten Aufgabe ausgeführt werden – getreu dem Motto: „No pain no gain“. Daher empfehlen wir keine strikten Vorgaben hinsichtlich der Wiederholungszahl vorzugeben, sondern tatsächlich so viele Wiederholungen wie möglich auszuführen. Letztlich richtet sich so die Anzahl der Wiederholungen an dem zu bewegenden Gewicht. Die Anzahl der Wiederholungen wird erst nach der Ausführung für eine spätere Trainingsanalyse protokolliert.

### 10.8.3 Reizdichte beim Muskelaufbau-Training

Die Belastungs- bzw. Reizdichte ist die zeitliche Aufeinanderfolge einzelner Übungen oder Serien. Die Pause zwischen den Serien sollte in etwa 3 Minuten betragen (lohnende Pause), damit sich der Muskel bis zur nächsten Übung wieder mit energiereichen Phosphaten befüllen kann. Wenn zwei Übungen mit unterschiedlichen Muskelgruppen aufeinander folgen, kann die Pause auch kürzer sein. Je nach Intensität und Größe der Muskelgruppen kann bei manchen Übungen auch eine deutlich längere Pause nötig sein (z.B. bei schweren Kniebeugen) oder bereits nach 1-2 Minuten wieder mit dem nächsten Satz gestartet werden (z.B. Bizepscurls).

Der Einsatz von Supersätzen kann ein Mittel sein, um den Muskel bewusst metabolisch zu erschöpfen. Für ein gezieltes Muskelwachstum sollte die lohnende Pause jedoch eingehalten werden.

### 10.8.4 Trainingshäufigkeit beim Muskelaufbau-Training

Die Trainingshäufigkeit bezieht sich auf die Anzahl der Trainingseinheiten, die in einem bestimmten Zeitraum, in der Regel eine Woche, durchgeführt werden. Um den Effekt der Superkompensation auszunutzen, sollte ein Krafttraining zur Erzielung einer Muskelquerschnittsvergrößerung mindestens 2x pro Woche mit mindestens 3-4 trainingsfreien Tagen zwischen den Trainingseinheiten stattfinden.

Je nach Trainingsplan und Regenerationsfähigkeit kann die ideale Trainingshäufigkeit aber stark variieren, weshalb an dieser Stelle keine pauschalen Aussagen getroffen werden können. Wird eine Muskelgruppe in einem Split-Plan an einem Trainingstag sehr umfangreich ausbelastet können durchaus 5-6 Pausentage sinnvoll sein, ein simples Ganzkörper-Einsatztraining kann im Gegensatz dazu beinahe täglich absolviert werden.

### 10.8.5 Qualität der Bewegungsausführung

Die Qualität der Bewegungsausführung ist zwar nicht Bestandteil der Belastungsnormative, jedoch für die Trainingsdurchführung essentiell. Sie sagt aus, ob eine Übung technisch einwandfrei bzw. nach den Vorgaben des Trainers ausgeführt wird. Vor allem bei Trainingsanfängern ist auf eine technisch saubere Übungsausführung zu achten. Diese ist nicht nur für die Verletzungsprävention von Bedeutung, sondern auch für die Effektivität des Trainings, denn durch eine unsaubere Technik oder durch Ausweichbewegungen bei den Übungen wird der Zielmuskel nicht optimal angesprochen, wodurch der Trainingseffekt sinkt.

Weit fortgeschrittene Athleten entwickeln oftmals eigene Techniken, um die Belastung auf einen Muskel bei den letzten Wiederholungen einer Übung zu intensivieren bzw. den Satz bei positivem Muskelversagen noch um wenige Wiederholungen zu verlängern. Dafür bedarf es aber einem guten Körpergefühl und viel Erfahrung, weshalb bei der Anleitung einer Übung grundsätzlich nur die korrekte Technik vermittelt werden sollte.

### 10.8.6 Übungsauswahl beim Muskelaufbau-Training

Die Übungsauswahl bestimmt maßgeblich, wie isoliert ein Muskel angesprochen wird. Aus funktioneller Sicht ist es ratsam, komplexe Übungen für ganze Muskelketten zu wählen. Aus Sicht des Muskelwachstums lässt sich die Belastung einer Übung auf einen bestimmten Muskel hingegen umso besser abschätzen, je isolierter er angesprochen wird.

Um sowohl funktionelle Aspekte zu berücksichtigen, als auch das Training stabilisierender Muskeln einzubeziehen, sollte ein abwechslungsreicher Mix aus Übungen geplant werden. Die Übungsauswahl sollte aus Übungen mit freien Gewichten und maschinengeführten Übungen, aus ein- als auch aus mehrgelenkigen Übungen bestehen.

### 10.8.7 Übungsreihenfolge beim Muskelaufbau-Training

Aktuelle Empfehlungen für das Krafttraining sehen vor, dass Großmuskel- und Mehrgelenksübungen in einer frühen Phase des Trainings durchgeführt werden. Erst anschließend sollen Kleinmuskel- und Einzelgelenksübungen ausgeführt werden.

Beispiel: Klimmzüge sollten vor Bizepscurls ausgeführt werden.

Diese Empfehlungen basieren auf der Annahme, dass die Leistung von Mehrgelenksübungen beeinträchtigt wird, wenn die kleineren Synergisten durch vorherige Übungen bereits ermüdet sind. Im konkreten Beispiel von oben wäre die Leistung bei den Klimmzügen deutlich geringer, wenn man die Bizepscurls vorher ausgeführt hätte, da die Armmuskulatur bereits ermüdet wäre. Dadurch wäre der Trainingseffekt auf die Rückenmuskulatur geringer, schließlich könnten weniger Wiederholungen ausgeführt werden. Im Gegensatz dazu kann man den Bizeps allerdings auch nach den Klimmzügen noch auslasten bzw. effektiv trainieren, da dem keine andere Muskelgruppe entgegenstehen kann.

Wenn man Muskelwachstum in einem bestimmten Muskel priorisieren will, wäre es sinnvoll, diesen zu Beginn des Trainings zu trainieren. Denn für die maximale Anzahl an Wiederholungen ist nicht nur die lokale Ermüdung relevant, sondern auch die zentral-nervöse. Diese wird mit zunehmender Trainingsdauer größer und die maximale Wiederholungszahl vermindert. Um den Zielmuskel möglichst intensiv zu stimulieren, sollte die höchstmögliche Anzahl an Wiederholungen ausgeübt werden, was nur zu Beginn des Trainings möglich ist.

### 10.8.8 Bewegungsgeschwindigkeit beim Muskelaufbau-Training

Je nach Bewegungsausmaß und Übung stellt die Bewegungsgeschwindigkeit von 2/0/2 ein im Krafttraining klassisches Tempo zur Orientierung dar. Aufgrund der recht hohen Intensitäten ist eine schnelle Bewegung ohnehin nicht möglich. Vor allem mit voranschreitender Ermüdung wird sich das Bewegungstempo in der konzentrischen Phase verlangsamen.

Beim Hypertrophietraining kann auch die exzentrische Phase betont werden, da nach der Theorie des mechanischen Repairs das Zerspleißen der Myofibrillen vorrangig in der exzentrischen Phase erfolgt. So werden teilweise auch Bewegungsgeschwindigkeiten von 3/0/2 oder sogar 4/0/2 angewendet. Ob durch eine langsamere Bewegungsausführung in der exzentrischen Phase tatsächlich ein hypertropher Vorteil ergibt, ist wissenschaftlich bislang nicht eindeutig geklärt und fraglich.

### 10.8.9 Bewegungsausmaß beim Muskelaufbau-Training

Das Bewegungsausmaß (engl. Range of Motion - ROM) beschreibt die Schwingungsweite, mit der Bewegungen ausgeführt werden. Beim Vergleich von partiellen und vollständigen ROMs, liegt der Vorteil, im Hinblick auf den Nutzen für das Muskelwachstum, auf Seiten der vollständigen ROM.

### 10.8.10 Variation des Trainingsprozesses

Im Krafttraining können bestimmte Methoden und Hilfsmittel zur Unterstützung des Trainingsprozesses eingesetzt werden, die der Variation des Trainings und der Ausschöpfung der vorliegenden Energiereerven des Muskels dienen. Durch die Ausschöpfung der muskulären Reserven erhöht sich der anabole Effekt des Trainings. Es sollte allerdings stets beachtet werden, dass bei der Erhöhung der Intensität des Trainingsreizes auch die Regenerationszeit entsprechend vergrößert werden sollte.

### 10.8.11 Supersatz

Bei einem Supersatz werden zwei Sätze ausgewählter Übungen direkt ohne bzw. nur mit einer sehr kurzen Pause hintereinandergeschaltet. Dabei unterscheidet man den Supersatz mit identischen Muskelgruppen vom Supersatz mit unterschiedlichen Muskelgruppen.

#### Supersatz mit identischen Muskelgruppen

Bei dieser Variante des Supersatzes werden zwei Übungen direkt nacheinander ausgeführt, die dieselbe Muskelgruppe trainieren. Häufig werden zunächst komplexe Übungen, an denen mehrere Muskelgruppen beteiligt sind, vorgeschaltet und Isolationsübungen für spezifische Muskeln angeschlossen.

Ein Beispiel für eine klassische Supersatzmethode mit identischen Muskelgruppen für den großen Brustmuskel ist die Ausführung von Bankdrücken gefolgt von Butterfly.

Diese Supersatz-Methode erlaubt ausgewählte Muskeln energetisch auszuschöpfen. Der Trainingsreiz ist für diese Muskeln besonders hoch. Somit kann diesen Zielmuskeln im Trainingsprozess eine besondere Bedeutung und Priorisierung eingeräumt werden.

#### Supersatz mit unterschiedlichen Muskelgruppen

Bei Supersätzen können auch Übungen miteinander kombiniert werden, die nicht auf eine Muskelgruppe abzielen. Es können zum einen völlig unabhängig voneinander arbeitende Muskelgruppen sein (z. B. Oberkörper- und Beinmuskulatur bei der Kombination von Brustpresse und Beinpresse), zum anderen können aber auch antagonistisch arbeitende Muskeln direkt hintereinander trainiert werden (z. B. M. biceps brachii und M. triceps brachii). Diese antagonistischen Supersätze haben gegenüber der isolierten Durchführung der Übungen vornehmlich einen zusätzlichen Trainingseffekt auf das kardiovaskuläre System sowie auf die Laktatverträglichkeit. Zudem wird das zentrale Nervensystem stärker gefordert, das trotz einer potenziellen zentralen Ermüdung die nervale Ansteuerung der Muskulatur aufrechterhalten muss.

Das Training mit Supersätzen ist eine sehr intensive und zeitsparende Trainingsmethode.

### 10.8.12 Forced Repetitions

Als Forced Repetitions oder kurz Forced Reps bezeichnet man die Erhöhung der Wiederholungszahl beim Krafttraining durch die Unterstützung eines Partners oder Trainers.

Grundsätzlich sollte ein Krafttraining mit hohen Gewichten nie allein durchgeführt werden. Es empfiehlt sich vor allem beim Freihanteltraining immer mit Hilfestellung oder entsprechenden Sicherungseinrichtungen zu arbeiten. Aber auch beim Gerätetraining kann eine zweite Person hilfreich sein.

Bei Kraftübungen kommt es ab einer bestimmten Wiederholungszahl in der konzentrischen Phase zur Erschöpfung des Muskels, wodurch die Bewegung nicht weiter ausgeführt werden kann. Zu diesem Zeitpunkt des Muskelversagens hilft meist schon die minimale Unterstützung des Partners oder Trainers, so dass noch ein bis drei weitere Wiederholungen ausgeführt werden können. In der exzentrischen Phase kann die Bewegung passiv mitverfolgt werden, es muss aber keine Gewichtsentlastung durch die hilfeleistende Person erfolgen.

Letztlich wird durch die Forced Reps ein erhöhter Belastungsreiz bewirkt, der eine höhere Anpassungsreaktion im Sinne eines größeren Muskelwachstums nach sich ziehen kann. Da man bei einer derartigen Übungsausführung das ZNS allerdings sehr intensiv belastet, sollte die Methode nicht zu häufig eingesetzt und auf ausreichende Regenerationsphasen geachtet werden.

### 10.8.13 Kumulative Belastung

Bei einer kumulativen Belastung im Krafttraining werden an 2 – 3 Tagen hintereinander die gleichen Muskeln trainiert. Dadurch entsteht ein intensiver Trainingsreiz für diese Zielmuskeln. Dieses Verfahren

kann zur Variation des Trainings eingesetzt werden, so dass erneut ein trainingswirksamer Reiz gesetzt und ein Gewöhnungseffekt verhindert werden kann.

Es ist unbedingt zu beachten: Wer kumulativ belastet, muss sich auch kumulativ erholen. Durch den hohen Belastungsreiz ist eine längere Pause (3 – 7 Tage) als Regeneration von Nöten.

#### **10.8.14 Partial Reps**

Die Methode der Partial Reps im Krafttraining bezieht sich auf eine Trainingsmethode, bei der nur ein Teil der maximalen Bewegungsamplitude bei der Übungsausführung genutzt wird.

In der Regel wird empfohlen die gesamte Bewegungsamplitude (Full Range of Motion) des Muskels zu nutzen. Im Krafttraining kann die bewusste Anwendung von Teilwiederholungen (mit beispielsweise der halben Bewegungsamplitude) als eine spezielle Trainingsform zum Einsatz kommen. Durch den Einsatz der Teilwiederholungen lassen sich Reize generieren, die aufgrund der Spezifität und Variation von bisherigen Reizen trainingswirksam sein können.

Durch die Verkürzung der Amplitude können entweder höhere Gewichte bewegt, oder gezielt biomechanisch schwerere Bereiche der Übung trainiert werden (sog. Totpunkte, beim Bizepscurl z.B. der 90-Grad-Winkel im Ellenbogen), wodurch ein spezifischer Reiz auf das neuromuskuläre System einwirkt.

#### **10.8.15 Ruhepausensätze**

Bei dieser Intensitätstechnik führt man einen Satz bis zum Muskelversagen aus, setzt das Gewicht für einige Sekunden ab und führt dann weitere Wiederholungen aus. Dies kann man mehrmals wiederholen, um so einen Muskel innerhalb kurzer Zeit mehrmals bis zum Muskelversagen zu belasten. Ruhepausensätze kann man bei allen Übungen ausführen, wichtig ist aber, trotz der hohen Erschöpfung und Anstrengung, weiterhin auf eine saubere Ausführung zu achten.

#### **10.8.16 Dropsätze**

Hier wird nach der maximal möglichen Wiederholungszahl anstatt auf Partnerhilfe (wie bei den Forced-Reps) auf Gewichtsreduktion zurückgegriffen. Lässt sich keine weitere Wiederholung mehr ausführen, legt man das Gewicht kurz ab, reduziert es möglichst schnell so weit, dass anschließend noch einige weitere Wiederholungen möglich sind und führt diese aus. Je nach angestrebter Intensität bzw. Erschöpfung kann man das Gewicht auch mehrmals reduzieren.

#### **10.8.17 Negativwiederholungen**

Bei den Negativwiederholungen gibt es zwei Varianten:

Bei der ersten nimmt man von Anfang an ein Gewicht, das man überhaupt nicht selbständig bewältigen kann. Ein Partner hilft, das Gewicht anzuheben, anschließend lässt man das Gewicht langsam ab und kämpft mit aller Kraft gegen das herabsinkende Gewicht an.

Mit der zweiten Variante startet man erst am Ende eines regulären Satzes. Der Partner hilft, nachdem man keine weitere Wiederholung mehr schafft und nimmt das Gewicht schnell nach oben, so dass man es langsam ablassen kann.

Typischerweise macht man 3-4 Wiederholungen auf diese Weise.

#### **10.8.18 Höchstkontraktionen**

Hier wird das Gewicht am Punkt der höchsten Kontraktion statisch gehalten und der Zielmuskel bewusst zusätzlich für zwei bis vier Sekunden maximal angespannt.

Diese Technik lässt sich bei fast allen Übungen ausführen, je nach Hebelverhältnissen und wirkender Kraft am Ende der Bewegung mal besser und mal weniger gut. Viele Maschinenübungen sind dafür gut geeignet, auch Klimmzüge und Bizepsübungen lassen sich damit sehr intensiv gestalten.

### **10.8.19      Loaded Stretching**

Loaded Stretching ist sehr intensives Dehnen mit Gewicht, das den Muskel mit hoher Kraft, direkt nach einer Übung, in die Dehnung zieht. Klassisches Beispiel wäre Bankdrücken und anschließend Flyes mit Kurzhanteln statisch für 20-30 Sekunden in der Dehnposition. Durch die Dehnung sollen in der Muskulatur zusätzliche Mikrotraumata ausgelöst werden.

Loaded Stretching ist nur bei einer geringen Anzahl von Übungen möglich, da der Zielmuskel unter Belastung in eine Dehnposition gebracht werden muss. Da intensives Dehnen nicht während des Trainings absolviert werden sollte, empfiehlt sich Loaded Stretching, wenn überhaupt, bei der letzten Übung einer Muskelgruppe.

### **10.8.20      Vorerermüdung/Nachermüdung**

Die Vorerermüdung kann man nutzen, um einen Zielmuskel vor der eigentlichen Hauptübung, bei der er nicht erschöpft wird (weil Hilfsmuskeln früher ermüden), zu belasten. Ein Beispiel wäre Bankdrücken, bei dem der Trizeps vor der Brust erschöpft ist und die Brust deshalb keinen adäquaten Trainingsreiz erhält. Man könnte als Vorerermüdung einen Satz Butterfly vor dem Bankdrücken absolvieren, so dass die Brust anschließend beim Bankdrücken vor oder zeitgleich mit dem Trizeps versagt.

Über die Sinnhaftigkeit der Vorerermüdung lässt sich streiten. Mit der Isolationsübung raubt man sich vor der wichtigeren Grundübung Kraft und kann bei dieser weniger Gewicht bewegen als ohne Vorerermüdung. Der im Verhältnis zur Brust zu schwache Trizeps erhält evtl. gar keinen Trainingsreiz mehr, da er beim Bankdrücken mit Vorerermüdung der Brust nicht mehr bis zum Muskelversagen belastet wird.

In o.g. Beispiel wäre es deshalb eventuell sinnvoller, so lange regelmäßig Bankdrücken zu trainieren, bis sich die Kraftdifferenz zwischen Brust und Trizeps abgebaut hat. Mit der Vorerermüdung läuft man eher noch Gefahr, die Kraftdifferenz zu vergrößern!

Anders bei der Nachermüdung: Hier wird die gewünschte Muskelgruppe nach einer oder mehreren Komplexübungen mit weiteren Isolationsübungen trainiert. In diesem Fall könnte man Butterfly nach dem Bankdrücken trainieren, so wird die Brustmuskulatur dabei intensiv trainiert und Bankdrücken konnte mit maximalem Gewicht bis zum Versagen des Trizeps ausgeführt werden.

### **10.8.21      Pyramidentraining**

Bei einem Pyramidentraining wird innerhalb einer Trainingseinheit in verschiedenen Intensitätsbereichen trainiert. In der Regel werden Intensitäten über 60 % des 1RM eingesetzt, sodass ein Training der intramuskulären Koordination mit einem Hypertrophietraining kombiniert wird. Ein Pyramidentraining setzt durch die verschiedenen Belastungsintensitäten vielfältige Reize auf das neuromuskuläre System. Das Pyramidentraining kann so gestaltet werden, dass die Belastungsintensität (das zu bewegende Gewicht) zunächst zunimmt und anschließend wieder abnimmt. Bei dieser Form des Pyramidentrainings spricht man von der doppelten Pyramide.

Als Variation kann auch ein einfaches Pyramidentraining eingesetzt werden. Bei der einfachen Pyramide wird zunächst durch hochintensive Belastungsreize das neuromuskuläre System gefordert. Anschließend wird das zu bewegende Gewicht nach und nach verringert, sodass der Muskelmetabolismus angesprochen und somit morphologische Anpassungsreaktionen ausgelöst werden.

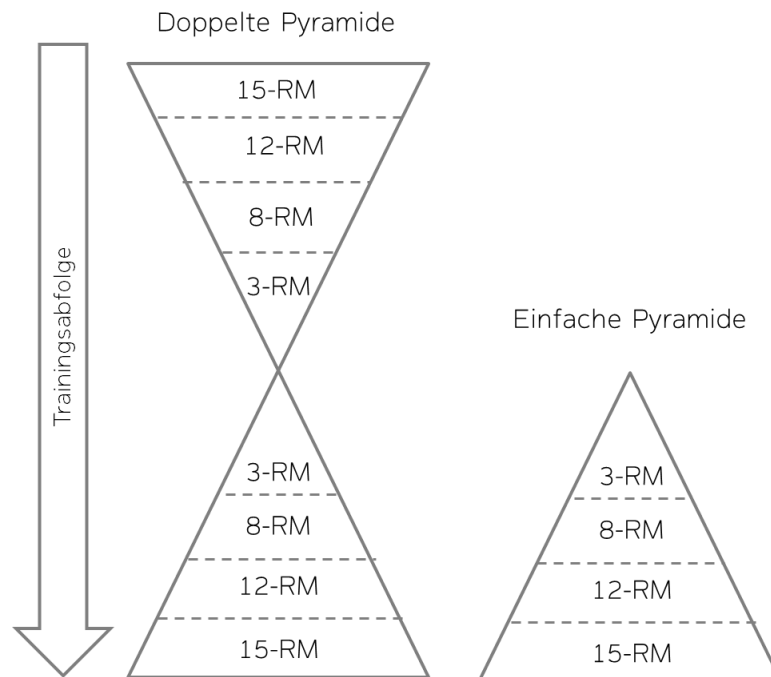


Abbildung 82: Variationsmöglichkeiten des Pyramidentrainings (Eigene Darstellung)

### 10.8.22 Ernährung für Muskelaufbau

Die Ernährung hat einen wesentlichen Einfluss auf den Erfolg beim Muskelaufbau, erhält von vielen allerdings nicht die nötige Aufmerksamkeit. In vielen Artikeln kann man Aussagen wie z.B. „Die Ernährung macht 30% des Erfolgs aus, 70% das Training“ o.ä. lesen. Derartige Bezifferungen sind natürlich Unsinn, mit einer inadäquaten Ernährung kann faktisch überhaupt kein Muskelaufbau erfolgen!

### 10.8.23 Energiebilanz

Die Energiebilanz, die Differenz zwischen Energieaufnahme und Energiebedarf, hat einen entscheidenden Einfluss auf die Fähigkeit, Muskeln aufzubauen.

Eine negative Energiebilanz herrscht vor, wenn die Energieaufnahme geringer ist als der Energiebedarf. Dieser Zustand führt zum Katabolismus, also einer Phase, in der der Organismus körpereigene energiereiche Stoffe abbaut. Bei einer negativen Energiebilanz ist Muskelwachstum, wenn überhaupt, nur sehr eingeschränkt möglich. Bei Anfängern oder übergewichtigen Menschen kann der Muskelaufbau bis zu einem gewissen Grad noch parallel mit einem Fettabbau funktionieren (vorausgesetzt es werden ausreichend Proteine aufgenommen), bei fortgeschrittenen Sportlern eher weniger. Der Trainingseffekt wäre bei ausgeglichener oder positiver Energiebilanz auf jeden Fall größer!

Auch eine ausgeglichene Energiebilanz ist suboptimal für das Muskelwachstum. Denn selbst wenn die Energieaufnahme und der -bedarf über einen bestimmten Zeitraum in Summe ausgeglichen sind, wird es phasenweise Zeiträume geben, in denen ein Energiedefizit vorherrscht.

Der Körper muss sich in einer anabolen Phase befinden, damit das Muskelwachstum stimuliert wird. Dies kann nur erreicht werden, wenn eine positive Energiebilanz vorherrscht. Die Energieaufnahme muss daher konstant höher sein als der Energiebedarf. Die Kombination von Krafttraining mit einem Energieüberschuss verstärkt den anabolen Effekt. Dabei sollte allerdings darauf geachtet werden, dass die Körperfettzunahme im Rahmen bleibt und/oder regelmäßig kleinere Diätphasen eingeplant werden. Untrainierte profitieren im Vergleich zu Trainierten von höheren Energieüberschüssen. Untrainierte ziehen einen Benefit im Hinblick auf das Muskelwachstum bei Energieüberschüssen von bis zu 2.000 kcal



pro Tag. Bei Trainierten genügen hingegen bereits Überschüsse von 500-1.000 kcal pro Tag. Die Gründe für die Unterschiede liegen vermutlich darin, dass Untrainierte „unökonomischer“ mit den vorhandenen Energieträgern umgehen, diese ein höheres hypertrophes Potenzial und eine schnellere Muskelwachstumsrate besitzen.

#### 10.8.24 Makronährstoffverteilung

##### Proteine

Die reine Betrachtung der Energiebilanz ist nicht ausreichend. Denn der Körper braucht nicht nur Energie für die Muskelproteinsynthese, sondern auch die „richtigen Bausteine“. Muskelgewebe besteht in erster Linie aus Proteinen – also Eiweißen. Daher liegt es nahe, dass die Menge des aufgenommenen Eiweißes den Aufbau von Muskelmasse maßgeblich beeinflusst. Die DGE empfiehlt für Erwachsene mit leichter körperlicher Arbeit eine tägliche Eiweißaufnahme von 0,8 Gramm Eiweiß pro Kilogramm Körpergewicht. Sportler haben einen höheren Eiweißbedarf. Dieser liegt bei circa 1,4 bis 1,7g/kg/Tag. Die optimale Menge täglich zugeführter Proteine hängt letztlich sowohl vom Energiehaushalt als auch von der Körperzusammensetzung ab. Vor allem während einer Diät und bei einem niedrigen Körperfettanteil ist der Bedarf erhöht, dann werden bis zu 2,5g/kg/Tag empfohlen.

##### Kohlenhydrate

Die Energie, die der Muskel beim Krafttraining benötigt, stammt in erster Linie aus Kohlenhydraten. Auch wenn Kohlenhydrate über die Glukoneogenese aus Proteinen synthetisiert werden können, ist ein Mangel sicherlich hinderlich für die Erbringung einer hohen Leistungsfähigkeit im Krafttraining. Für die Erbringung von Kraftleistungen scheint allerdings eine niedrige Zufuhr von Kohlenhydraten bereits ausreichend zu sein. Es gibt Hinweise, dass bereits 50g Kohlenhydrate pro Tag ausreichen, um die anaerobe Ausdauerleistungsfähigkeit zu erhalten. Es gibt bislang keine fundierten Aussagen über die optimale Menge an Kohlenhydraten, die aufgenommen werden sollte, um bestmögliche Hypertrophie-Effekte zu induzieren. Die tägliche Einnahme von 3-7g/kg Körpergewicht kann als grobe Orientierung genommen werden. Die Spannweite dieser Empfehlung ist natürlich sehr hoch, aber der interindividuelle Bedarf ist auch stark unterschiedlich.

##### Fette

Fett ist der energiereichste Nährstoff, unser Depotfett ist der größte Energiespeicher im Körper. Fette dienen nicht nur als Energielieferant, sondern auch als Schutz für bewegliche Organe und sind ein unverzichtbarer Baustoff für unsere Zellmembranen. Trotz der hohen Bedeutung von Fetten für den Organismus ist der Einfluss der Fettaufnahme auf das Muskelwachstum gering.

Fettkonsum besitzt jedoch einen Einfluss auf die Testosteronsynthese, sodass ein indirekter Einfluss besteht. Eine zu geringe Fettaufnahme kann entsprechend über geringere Hormonspiegel negativen Einfluss auf den Trainingserfolg ausüben. Omega-3-Fettsäuren bewirken zudem eine Erhöhung der Zellmembranfluidität, was sich ebenfalls positiv auf den Proteinmetabolismus auswirken könnte.

Nach Empfehlungen der DGE gilt, dass etwa 30% der Gesamtenergiezufuhr aus Fetten stammen sollte. Die gesättigten Fettsäuren und Trans-Fettsäuren sollen in geringen Mengen aufgenommen werden, da sie die Blutfettwerte negativ beeinflussen.

Die meisten Zufuhrempfehlungen für Sportler basieren in der Regel auf einer konkreten Angabe der Protein- und/oder der Kohlenhydratmenge. Die Menge des aufzunehmenden Fettes ergibt sich letztlich aus diesen Angaben. Bei Sportlern gilt die Faustformel 1g Fett pro Kilogramm je Tag. Es besteht dabei Spielraum nach unten und oben, jedoch sollte darauf geachtet werden, dass bei niedrigerer Zufuhr nicht zu wenige essentielle Fettsäuren und fettlösliche Vitamine aufgenommen werden und o.g. negative Effekte auftreten können.



### 10.8.25 Nutrient Timing

Neben der Menge an Makronährstoffen ist auch der Zeitpunkt der Aufnahme relevant. Man spricht auch von Nutrient Timing. Vor allem direkt nach dem Training – bis circa 2 Stunden später – befindet sich der Körper in einem anabolen Fenster, in dem die Versorgung mit Kohlenhydraten und Proteinen bedeutsam ist, um den Muskelaufbau zu stimulieren.

Durch die Aminosäuren-Verfügbarkeit und die gleichzeitig stimulierte Insulinausschüttung durch Kohlenhydrate soll die Muskelproteinsynthese maximal angeregt werden. Empfohlen werden bis zu 1g Kohlenhydrate und 0,5g Proteine pro Kilogramm Körpergewicht direkt nach dem Training. Je nach täglichem Kalorienbedarf sollte die Menge evtl. reduziert werden, so dass nicht ein Großteil der täglichen Kalorien in dieser einen (flüssigen) Mahlzeit stecken.

Als positiver Nebeneffekt der gleichzeitigen Kohlenhydratzufuhr ist aufzuführen, dass die entleerten Glykogenspeicher wieder aufgefüllt werden, was die Regeneration begünstigt. Besonders schnell können von unserem Körper kurzkettige Kohlenhydrate (Zucker) und Molkenprotein (whey) aufgenommen werden.

Zusätzlich sollte die Versorgung mit Proteinen möglichst kontinuierlich gegeben sein, damit der Muskelanabolismus stimuliert und der Muskelkatabolismus gehemmt wird. Die anabole Wirkung einer proteinreichen Mahlzeit hält circa 5-6 Stunden an. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Mahlzeiten in diesen Abständen zugeführt werden sollten, damit die Proteine dem Organismus durchweg zur Verfügung stehen und der Körper sich konstant in der anabolen Phase befindet. Im Bodybuilding ist es aus diesem Grund verbreitet, dass direkt vor dem zu Bett gehen nochmals eine kleine proteinreiche Mahlzeit aufgenommen wird.

## 10.9 Funktionelles Training

Functional Training hat seinen Ursprung im Athletiktraining des Hochleistungssports. Ziel dieser Methode ist es, den Athleten durch komplexe Bewegungsabläufe belastbarer zu machen, die Verletzungsanfälligkeit zu verringern und die Leistungsfähigkeit zu steigern.

Functional Training bietet Abwechslung, macht Spaß und ist effektiv, wodurch immer mehr Leute angesprochen werden und diese Form des Trainings in ihre Trainingseinheiten einbauen. Der Aufbau von Muskelmasse steht eher im Hintergrund - bei dieser Trainingsmethode wollen die Menschen gesund bleiben und den Körper auf funktionelle Weise effektiv stärken.

### Wie funktioniert Functional Training?

Im Gegensatz zu Isolationsübungen an Maschinen werden beim Functional Training immer mehrere Muskeln und Muskelgruppen gleichzeitig aktiv beansprucht. Die Funktionalität, im Sinne einer alltagsnahen und natürlichen Belastung des Körpers, wird durch die Beanspruchung ganzer Muskelketten und den Einsatz komplexer Bewegungsabläufe erreicht. Übungen des Functional Trainings werden meist mit dem eigenen Körpergewicht und Kleingeräten wie Gummibändern, Medizinbällen oder Slingtrainern durchgeführt, häufig werden auch labile oder instabile Unterlagen genutzt.

### Für wen eignet sich Functional Training?

Functional Training eignet sich für alle, denen normales Krafttraining zu monoton ist. Bei dieser Methode werden neue Reize gesetzt, welche die Kraft, Kraftausdauer, Ausdauer und Koordination verbessern. Je nach Trainingsfortschritt gibt es Übungen im entsprechenden Schwierigkeitsgrad, zudem können die Übungen z.T. um zusätzliche Gewichte erweitert werden. Aufgrund der, im Vergleich zu Maschinen, technisch anspruchsvolleren Gestaltung des Trainings ist verstärkt darauf zu achten, dass die Übungen technisch korrekt ausgeführt werden.

## Fazit

Functional Training ist ein abwechslungsreiches, modernes (Zirkel-)training für den ganzen Körper und gewinnt immer mehr an Popularität. Viele Fitnessstudios bieten mittlerweile Functional Training an, um den Bedürfnissen der Kunden gerecht zu werden.

Bei allen Vorteilen muss allerdings beachtet werden, dass eine exakte Trainingssteuerung über Intensitäten, so wie beim klassischen Krafttraining, beim Functional Training nicht möglich ist. Zudem können Muskeln in der Regel auch nicht so gezielt aus- und schwer belastet werden. Functional Training sollte entsprechend zielgruppenspezifisch oder als Ergänzung und nicht zu inflationär eingesetzt werden.

## 10.10 Ausdauertraining

### 10.10.1 Methoden des Ausdauertrainings

Bei den Trainingsmethoden im Ausdauerbereich handelt es sich um die Dauermethode, die Intervallmethode, die Wiederholungsmethode und die Wettkampfmethode. Dabei unterscheiden sich die Trainingsmethoden durch die Gewichtung der verschiedenen Belastungsnormative (siehe Tabelle 41) voneinander.

Tabelle 41: Beschreibung der Belastungsnormative im Ausdauertraining

Belastungsnormative	Beschreibung
Belastungsdauer	Die Belastungsdauer kennzeichnet die Dauer einer einzelnen Belastung. Bei einem 30 min Radergometer fahren beträgt die Belastungsdauer beispielsweise 30 min.
Belastungsdichte	Die Belastungsdichte kennzeichnet die Zeitspanne zwischen zwei Belastungen und spielt im Ausdauertraining beispielsweise beim Intervalltraining eine Rolle (z. B. Pause zwischen zwei Intervallen).
Belastungsumfang	Der Belastungsumfang kennzeichnet die Summe aller Belastungen in einer Trainingseinheit (z. B. Gesamtdauer aller Intervalle bei einem Intervalltraining).
Belastungsintensität	Die Belastungsintensität kennzeichnet die Stärke einer Belastung. Im Ausdauertraining kann dies beispielsweise der prozentuale Anteil der maximalen Herzfrequenz sein.
Belastungshäufigkeit	Die Belastungshäufigkeit bezieht sich auf die Anzahl der Trainingseinheiten in einem bestimmten Zeitraum (z. B. innerhalb einer Trainingswoche)

Die Belastungsnormative sind im Ausdauertraining so zu gestalten, dass der jeweils geforderte Energiebereitstellungsmechanismus bzw. dessen physiologische (z. B.  $\text{VO}_2\text{max}$ ) und anatomische (z. B. Muskelfaserzusammensetzung) Determinanten optimal angesprochen werden.

### 10.10.2 Dauermethode

Die Dauermethode ist gekennzeichnet durch eine durchgängige Bewegung ohne Pausen. Dies ist eine der am häufigsten eingesetzten Trainingsformen zur Entwicklung der Grundlagenausdauer sowie zur Förderung der Regeneration.

Methode	Intensität	Pause	Umfang	Dauer
Dauermethode	gering	keine	groß	hoch