

JAN PAULS

Krafttraining

DIE 100 PRINZIPIEN

Handbuch für Trainer,
Betreuer und Athleten



COPRESS
SPORT

JAN PAULS

Krafttraining

DIE 100 PRINZIPIEN

Handbuch für Trainer,
Betreuer und Athleten





Jan Pauls arbeitet als Sportwissenschaftler in der Trainingstherapie eines ambulanten Rehabilitationszentrums und war Lehrbeauftragter am Sportinstitut der Uni Göttingen. Seit seiner Jugend trainiert er selbst mit Gewichten und verfügt über langjährige Erfahrung als Trainer im Breitensport. Er ist Autor des ebenfalls im Copress Verlag erschienenen Titels »Das große Buch vom Krafttraining«, ISBN 978-3-7679-1062-1

Impressum

Vollständige eBook-Ausgabe der im Copress-Verlag erschienenen Printausgabe.

Umschlaggestaltung: Stiebner Verlag

Covermotiv: Wombat4ever/Fotolia.com

Alle Abbildungen Innenteil vom Autor, außer (Seitenzahlen beziehen sich auf die Printausgabe):

Bundesverband Deutscher Gewichtheber e. V.: S. 11, 137, 143;

SVEN SIMON: S. 39, 67;

Eckehard Radehose: S. 48;

Fotolia.com: S. 64 (ohnisko), 196 (Printemps), 204 (Elenathewise);

Jasmin Leopold: S. 128;

Volker Herrig: S. 172.

**Bibliografische Information
der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Trainingsprogramme und Empfehlungen stellen die Meinung und Erfahrung des Autors dar. Sie können eine individuelle Trainingsberatung nicht ersetzen. Eine medizinische Beratung vor dem Beginn intensiver sportlicher Betätigung wird dringend empfohlen. Weder Autor noch Verlag können für eventuelle Schäden, die aus den gegebenen Empfehlungen hervorgehen könnten, in Haftung genommen werden.

1. Auflage 2011

© 2011 Copress Verlag
in der Stiebner Verlag GmbH, München
Alle Rechte vorbehalten.
Wiedergabe, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags.

Gesamtherstellung: Stiebner, München

ISBN 978-3-7679-1130-7

www.copress.de

Inhalt

Zu diesem Buch

- Danksagung
- Abkürzungsverzeichnis

Grundlagen

- 1** Kraft
- 2** Das Prinzip des überschwelligen Reizes
- 3** Trainingsplanung
- 4** Das S.A.I.D.-Prinzip
- 5** Individualisierung
- 6** Belastung und Erholung
- 7** Kontinuität
- 8** Variation
- 9** Periodisierung
- 10** Superkompensation
- 11** Trainingssteuerung
- 12** Gewichtssteigerung
- 13** Meisterlehrten
- 14** Schnelligkeit
- 15** Motivation und Willenskraft
- 16** Kraft und Körpergewicht
- 17** Beweglichkeit
- 18** Wiederholungszahl und Intensität

Muskelphysiologie

- 19** Winkelspezifische Kraft
- 20** Muskelfasertypen
- 21** Rekrutierung
- 22** Endkontraktionen
- 23** Crossing-Effekte
- 24** Muskelkater

Methodik

- 25** Maximalkrafttraining

- 26** Muskelaufbautraining
- 27** Schnellkraft
- 28** Kraftausdauer
- 29** Plyometrisches Training
- 30** Sanftes Krafttraining
- 31** Sensomotorisches Krafttraining
- 32** Isometrisches Training
- 33** Exzentrisches Training
- 34** Pyramidentraining
- 35** Intensivtechniken
- 36** Eklektisches Prinzip
- 37** High-Intensity-Training
- 38** Bewegungstechnik
- 39** Serienanzahl
- 40** Serienpause
- 41** Das Prinzip der Vorermüdung
- 42** Serienkopplung und Variation

Organisation

- 43** Trainingshäufigkeit
- 44** Aufbau der Trainingseinheit
- 45** Aufwärmen
- 46** Abwärmen
- 47** Dauer der Trainingseinheit
- 48** Prioritätsprinzip
- 49** Widerstandsarten
- 50** Hantel oder Maschine?
- 51** Körpergewicht
- 52** Krafttraining ist unisex
- 53** Split-Training
- 54** Muskelgruppen-Splitting
- 55** Konditionstraining
- 56** Zirkeltraining
- 57** Das Schockprinzip

Trainingspraxis

- 58** Bewegungstempo
- 59** Atmung
- 60** Dehnen

- 61** Sprungkraft
- 62** Gewichthebertechniken
- 63** Bewegungsbegrenzung
- 64** Dokumentation
- 65** Instinkt
- 66** Muskelbeherrschung
- 67** Trainingspartner
- 68** Kommunikation und Aufmerksamkeit
- 69** Rechts und Links
- 70** Referenzwerte
- 71** Kniebeugen
- 72** Liegestütz
- 73** Kreativität ist Trumpf

Spezielle Ziele und Zielgruppen

- 74** Anfängertraining
- 75** Frauen und Männer
- 76** Fettabbau
- 77** Nachwuchs
- 78** Ältere Menschen
- 79** Bauchmuskeltraining

Verletzungsprophylaxe

- 80** Gesundheit vor Leistung
- 81** Wirbelsäulenschutz
- 82** Dysbalance
- 83** Übertraining
- 84** Gelenkstabilität
- 85** Drei-Jahres-Regel
- 86** Schulterbeschwerden
- 87** Hebergürtel

Trainingsbegleitende Maßnahmen

- 88** Ernährung
- 89** Protein
- 90** Trinken
- 91** Fleisch und Kraft
- 92** Schlaf
- 93** Anabolika

94 Ausdauertraining

Krafttraining und Medizin

- 95** Rehabilitation
- 96** Krafttraining und Blutdruck
- 97** Medizinisches Krafttraining
- 98** Haltung
- 99** Knochenfestigkeit
- 100** Rückenschmerzen

Glossar

Literatur

Elektronische Quellen (Internet)

Zu diesem Buch

Muskuläre Kraft ist die Voraussetzung für jede willkürliche Bewegung in Alltag und Sport. Ein Krafttraining zielt auf die Erhöhung der Kraftleistungsfähigkeit ab, die sich in verschiedenen Formen zeigt, z. B. Maximalkraft, Schnellkraft oder Kraftausdauer. Es wird eingesetzt, um höhere Leistungen im Sport zu erzielen, um Gesundheit und Fitness zu fördern, um Wohlbefinden und Attraktivität zu erhöhen oder einfach um Spaß am Training zu erleben.

Wie man durch ein gezieltes Trainieren effektiv die Kraft steigern kann und seine gesteckten Ziele erreicht, ohne negative Beeinträchtigungen (Verletzungen, Überlastungen, Schmerzen) zu riskieren, ist seit vielen Jahrzehnten Gegenstand intensiver Forschung. Aus trainingswissenschaftlichen Erkenntnissen und den praktischen Erfahrungen von Trainern und Sportlern haben sich im Laufe der Zeit zahlreiche Prinzipien für die Durchführung eines erfolgreichen Kraftrainings entwickelt. Eine sehr bekannte Prinzipiensammlung stammt z. B. von Joe Weider, dem Mitbegründer des Bodybuilding-Weltverbandes IFBB. Viele seiner Trainingsprinzipien haben Eingang in verschiedenste Anwendungsformen des Kraftrainings gefunden und erfahren daher auch hier eine entsprechende Berücksichtigung. Aktuell ist auf die *National Association of Strength and Conditioning* (Colorado Springs/USA) zu verweisen, eine Organisation, die bemüht ist, Trainern und Trainierenden praktische Empfehlungen mit entsprechendem wissenschaftlichen Hintergrund zur Verfügung zu stellen. Krafttraining hat in den USA eine lange und intensive wissenschaftliche und praktische Tradition, ähnlich wie in Osteuropa, insbesondere Russland. In (West-) Deutschland begann man erst ab den 1980er Jahren, angetrieben von der Bodybuilding- und Fitness-Bewegung, sich auf breiter gesellschaftlicher und wissenschaftlicher Basis intensiver mit dem Krafttraining zu befassen.

Wie in jeder Sportart so gibt es auch im Kraftsport seit jeher Meisterlehrten, hartnäckige Behauptungen und Vorurteile, die nicht unbedingt der wissenschaftlichen Prüfung standhalten. Allerdings fehlen uns noch heute viele Antworten auf grundlegende Fragen der Kraftrainingslehre, so dass auch die aktuellen Empfehlungen keinen Anspruch auf uneingeschränkte Gültigkeit erheben dürfen.

Dieses Buch ist der Versuch, die wichtigsten Prinzipien des Kraftrainings zusammenzutragen und in Kürze ihre Praxisrelevanz darzustellen. Es ist als Überblick konzipiert und soll die Grundlage für ein

praktisches Erproben und eine eigene Meinungsbildung sein. Einige Prinzipien sind nicht als allgemeine Grundsätze verbreitet, erschienen dem Autor jedoch aufgrund eigener Erfahrung und Recherche als relevant. Neben Prinzipien, die direkt den praktischen Vollzug des Trainings betreffen, sind auch Prinzipien zu trainingsbegleitenden Maßnahmen, z. B. Ernährung, Schlaf oder Doping, zu finden. Ein Anspruch auf Vollständigkeit kann aufgrund der Komplexität des Themas nicht erhoben werden. Dennoch wurde versucht, die wichtigsten Gebiete, auf denen Krafttraining heutzutage eine bedeutende Rolle spielt, zu berücksichtigen, z. B. Leistungssport, Fitness, Bodybuilding, Gesundheit und Medizin.

Ich hoffe, dass in diesem Buch den Leser neues Wissen erwartet, vielleicht auch nur ein vertieftes Verständnis von Zusammenhängen oder wenigstens eine interessierte Auseinandersetzung mit dem eigenen Erfahrungsschatz und Fachwissen. Es ist ein Buch für Trainer, Sportler, Therapeuten und für alle, die Freude und Interesse an Training und Bewegung haben.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen

Jan Pauls

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Rainer Junge und dem gesamten Team des Göttinger Rehazentrums und Gesundheitstrainings. Ferner danke ich meinen Fotomodellen für ihr Engagement und meiner Familie für ihre Geduld. Für die Überlassung von Fotos danke ich dem Bundesverband Deutscher Gewichtheber e. V. sowie Volker Herrig, Jasmin Leopold und David Walli.

Abkürzungsverzeichnis

AT	Ausdauertraining
Dtsch Z Sportmed	Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin
JAMA	Journal of the American Medical Association
J Appl Physiol	Journal of Applied Physiology

ME	Motorische Einheit
MVC	Maximal Voluntary Contraction
RM	Repetition Maximum
ROM	Range of Motion
RPE	Rate of Perceived Exertion
SAID	Specific Adaptations to imposed demands

1 Kraft

Kraft ist Muskelarbeit gegen Widerstand

Ein Muskel ist in der Regel durch seine Sehnen an Knochen befestigt, die gelenkig miteinander verbunden sind. Die Anheftungspunkte am Knochen nennt man Ursprung und Ansatz. Der Ursprung befindet sich am relativ unbeweglichen, meist rumpfnahen Knochen, der Ansatz am relativ beweglichen, meist rumpffernen Knochen. Wenn ein Muskel angespannt wird, ziehen sich seine Fasern zusammen (Kontraktion) und bewirken dadurch eine Veränderung oder Fixierung der Stellung der Knochen zueinander. Dabei unterscheidet man eine

- konzentrische,
- exzentrische,
- isometrische Kontraktion.

Bei der konzentrischen (überwindenden) Kontraktion nähern sich Ursprung und Ansatz einander an. Bei der exzentrischen (nachgebenden) Kontraktion entfernen sie sich voneinander. Bei der isometrischen Kontraktion bleibt der Abstand der Knochen zueinander konstant (Haltearbeit). In der Trainingslehre kann man demnach definieren:

Kraft ist die Fähigkeit des Nerv-Muskel-Systems, Widerstände zu überwinden oder ihnen entgegenzuwirken.

Die Widerstände, gegen die Muskeln arbeiten, sind vielfältig. Je nach Höhe des Widerstands, der gewünschten Bewegungsgeschwindigkeit und Dauer der Anspannung sind unterschiedliche Kraftfähigkeiten der Muskulatur gefordert. Demgemäß unterscheidet man die

- Maximalkraft,
- Schnellkraft,
- Kraftausdauer.

Eine zentrale Rolle für die Kraftentwicklung spielt die Aktivierung der Muskulatur über das Nervensystem in Form der inter- und intramuskulären Koordination. Wie viel Kraft der Muskel bei optimaler neuronaler Ansteuerung entfalten kann, hängt allerdings auch maßgeblich von seinem physiologischen Querschnitt, also von seiner kontraktile Masse ab. Schließlich sind auch psychische Mobilisationsprozesse (Motivation,

Willenskraft) von großer Bedeutung. Im Sport bewundern wir die Maximalkraftleistungen von Kraft-Dreikämpfern, das technische Geschick und die Schnellkraft von Gewichthebern, Kugelstoßern und Hochspringern, die Kraftausdauer von Kanuten und Ruderern oder die Haltekraft von Turnern oder Kraftakrobaten. Letztendlich hat jede Sportart ihr spezielles Anforderungsprofil an die motorische Fähigkeit Kraft und kann demgemäß von einem spezifischen Krafttraining profitieren.



Gewichtheben ist eine typische Kraftsportart.

Foto: Bundesverband Deutscher Gewichtheber e. V.

VERWEISE:

- Maximalkrafttraining (25)
- Schnellkraft (27)
- Kraftausdauer (28)
- Plyometrisches Training (29)
- Muskelfasertypen (20)
- Motivation und Willenskraft (15)

2 Das Prinzip des überschwelligen Reizes

Nur Anstrengung bringt Fortschritt

Die Fähigkeit sich an wechselnde Umweltreize anzupassen, ist ein Grundprinzip biologischer Organismen. Ende des 19. Jahrhunderts beschäftigten sich der Pharmakologe Hugo Schulz und der Psychiater Rudolf Arndt mit dem Phänomen der Reaktion des menschlichen Körpers auf unterschiedliche Reizstufen. Auf ihre Forschungen geht folgender Merksatz der Trainingslehre – abgeleitet aus der Arndt-Schulz-Regel (1899) – zurück:

*Gebrauch erhält
Anstrengung fördert
Überanstrengung schadet*

Ein Reiz gewohnter Stärke führt gemäß dieser Regel dazu, dass die Funktion des Organsystems, das diesem Reiz ausgesetzt wird, auf ihrem jeweiligen Niveau verharrt, also erhalten bleibt. Es findet weder eine Verbesserung noch eine Verschlechterung statt. Setze ich meine Muskeln gewohnten Belastungen aus, z. B. Treppe steigen, Radfahren, Einkaufstasche tragen oder meinem üblichen Fitness-Programm, bleibt demgemäß mein muskuläres Leistungsniveau unverändert. Soll der Muskel stärker werden, muss ich ihn einer *ungewohnten* Belastung aussetzen. Dies ist in der Regel mit einer erhöhten Anstrengung verbunden, da ich ihn mit höheren Lasten konfrontieren muss und/oder einer längeren Belastungsdauer als üblich. Diese Anstrengung fördert seine Funktion und macht den Muskel leistungsfähiger. Bin ich allerdings eine hohe Anstrengung gewohnt, muss ich mich noch mehr anstrengen, um noch stärker zu werden. Dabei muss eine Überanstrengung vermieden werden, da zu starke Reize die Funktion der Muskulatur herabsetzen. Sie führen zu einem Übertraining, zu Verletzungen oder zu chronischen Überlastungsschäden. Daher liegt der optimale Trainingsreiz über der Schwelle, die gewohnte und ungewohnte Beanspruchungen trennt, jedoch unter der Belastbarkeitsgrenze.

Das Prinzip des überschwelligen Reizes besagt dementsprechend, dass der Belastungsreiz eine bestimmte Reizschwelle übersteigen muss, damit überhaupt eine leistungsfördernde Anpassungsreaktion erfolgt.

Die Reizschwelle liegt beim Untrainierten relativ niedrig, so dass mit

geringen Trainingsintensitäten bereits gute Erfolge hinsichtlich eines Muskel- und Kraftzuwachses erzielt werden können. Beim Trainierten steigt die Reizschwelle mit zunehmender Dauer im langjährigen Trainingsprozess kontinuierlich, so dass dieser mit höheren Intensitäten trainieren muss, um immer weitere Leistungssteigerungen zu erreichen. Die Reizschwelle steigt nicht nur absolut (Trainingslast), sondern auch relativ (erforderliche Anstrengung und Höhe der Intensität bezogen auf die maximale Leistungsfähigkeit). Da die Methoden und Reizstärken, die er als Trainingsanfänger erfolgreich angewendet hat, nun keinen Fortschritt mehr bringen, muss der Trainierte vermehrt Spezialmethoden einsetzen, um einen weiteren Leistungszuwachs zu erzielen.

VERWEISE:

- Superkompenstation (10)
- Gewichtssteigerung (12)
- Trainingssteuerung (11)
- Variation (8)
- Intensivtechniken (35)
- Serienkopplung und Variation (42)
- Das Schockprinzip (57)

3 Trainingsplanung

Ohne eine differenzierte Trainingsplanung ist keine optimale Leistungsentwicklung möglich

Training ist ein zielgerichteter, planmäßiger Prozess zur Erzeugung erwünschter Anpassungsreaktionen des Organismus. Die erwünschten Anpassungen beziehen sich im sportlichen Training vor allem auf die Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit. Voraussetzung für die Erfolgsaussichten eines Trainings ist die Trainierbarkeit der Eigenschaften, die man beeinflussen möchte. Kraft, Ausdauer, Beweglichkeit, Schnelligkeit und Koordination sind trainierbar, d.h. sie sind durch körperliches Training veränderbar. Die Trainierbarkeit eines Menschen wird durch seine individuellen Merkmale bestimmt.

Die Zielformulierung ist der erste Schritt in einer differenzierten Trainingsplanung. Der Weg wie die gewünschten Ziele erreicht werden können, wird durch die Erkenntnisse der Trainingslehre, durch die Analyse der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten sowie durch die individuellen Voraussetzungen geprägt. Nur eine systematische Konzeption des Trainings kann ökonomisch und effizient optimale Ergebnisse für das Erreichen der Ziele unter den gegebenen Rahmenbedingungen sicherstellen. Wichtige Schritte in der Planung sind dementsprechend:

- Formulierung der Ziele des Trainings (z. B. Kraft, Schnellkraft, Muskelzuwachs)
- Analyse des individuellen Ist-Zustands des Sportlers (z. B. Trainingszustand, bisherige Leistungsentwicklung, Alter, Geschlecht etc.)
- Analyse der zeitlichen Bedingungen (z. B. Breiten-, Leistungs-, Hochleistungssport)
- Analyse der räumlich-materiellen Bedingungen (z. B. Fitnessstudio, Leistungszentrum, Sporthalle und deren Geräteausstattung)

Diese Analysen führen zur Auswahl der geeigneten Methoden, Trainingsmittel, Trainingshäufigkeiten und Übungen. Trainingshygienische Maßnahmen wie Ernährung und Regeneration müssen ebenfalls in der Planung berücksichtigt werden. Man unterscheidet eine langfristige Trainingsplanung, z. B. Jahres- oder Mehrjahrespläne, und eine kurzfristige, z. B. Wochenpläne oder die einzelne Trainingseinheit. Entscheidend ist eine Orientierung des Trainings an den

wichtigsten Grundprinzipien der Trainingslehre. Diese sind vor allem:

- Das Prinzip des überschwelligen Reizes
- Das Prinzip der individualisierten Belastung
- Das Prinzip der Belastungsprogression
- Das Prinzip der optimalen Relation von Belastung und Erholung
- Das Prinzip der Spezifität der Anpassung
- Das Prinzip der variierenden Belastung
- Das Prinzip der Periodisierung

Die Erstellung der Trainingsplanung obliegt dem Trainer bzw. dem Betreuerstab des Sportlers. Im Fitnesstraining und Bodybuilding ist der (erfahrene) Sportler häufig sein eigener Trainer. In diesem Fall ist die Aneignung eines umfangreichen Wissens über die Grundlagen der Trainingslehre, über trainingsbegleitende Maßnahmen sowie über anatomische bzw. funktionell-anatomische Gegebenheiten seitens des Athleten dringend angeraten.

VERWEISE:

- Das Prinzip des überschwelligen Reizes (2)
- Individualisierung (5)
- Gewichtssteigerung (12)
- Belastung und Erholung (6)
- Das S.A.I.D.-Prinzip (4)
- Variation (8)
- Periodisierung (9)
- Trainingssteuerung (11)
- Referenzwerte (70)

4 Das S.A.I.D.-Prinzip

Spezifische Anpassungen erfordern spezifische Reize

Das Prinzip, dass die Inhalte eines Trainings an der jeweiligen Zielsetzung ausgerichtet werden müssen, ist eine Grundvoraussetzung für jedes erfolgreiche Training und gilt in allen Sportarten. Wer schnell laufen will, muss das schnell Laufen üben. Wer im Fußball Tore erzielen will, muss ein Schusstraining absolvieren. Im Krafttraining gilt dieses Prinzip genauso. S.A.I.D. ist die Abkürzung für *Specific Adaptation to Imposed Demands*, was in der deutschen Übersetzung etwa »eine spezifische Anpassung an auferlegte Anforderungen« bedeutet.

Die Anforderungen an den Muskel im Training bewirken also ganz spezielle Veränderungen, die sich qualitativ und quantitativ sehr eng an dem orientieren, was der Muskel leisten musste. Wurden in der Übungseinheit die muskulären Energiespeicher entleert, wird der Muskel diese Energiespeicher nach dem Training wieder auffüllen und – sofern die Erschöpfung intensiv genug war – vorsorglich erweitern (Superkompensation). Fand diese Erschöpfung des Muskels gleichzeitig unter einer hohen Spannung statt, d. h. durch die Verwendung schwerer Gewichte, kommt es zusätzlich zu einer Vermehrung der Proteinstrukturen im Muskel, also zur Muskelhypertrophie. Wurden die Speicher unter geringen Lastbedingungen entleert, z. B. durch intensives Ausdauertraining (Laufen, Radfahren etc.), gibt es für den Muskel jedoch keinen Grund, seine kraft erzeugenden Proteine zu vermehren, da keine hohe Kontraktionskraft abgefordert wurde, sondern lediglich eine hohe Umsatzrate an Energie.

Die Veränderungen im Muskel richten sich also nach der Art seiner Beanspruchung. Bei einem Muskeltraining mit sehr hohen Lasten (90–100 % MVC), die nur wenige Wiederholungen zulassen und zur Steigerung der Maximalkraft dienen, verbessert sich vor allem die neuronale Ansteuerung der Muskulatur (intramuskuläre Koordination), wodurch der Muskel in die Lage gesetzt wird, eine hohe Kontraktionskraft zu erzeugen, indem er sehr viele Muskelfasern synchron aktiviert, und diese mit einer hohen Frequenz von Nervenimpulsen befeuert. Ein Muskelhypertrophie-Training bewirkt hingegen vor allem eine Vermehrung der kraft erzeugenden Proteine sowie der Enzyme und Energieträger für eine anaerobe Glykolyse (Energiegewinnung ohne Sauerstoff).

Wer Krafttraining betreibt, muss sich also genau überlegen, welche

Anpassungsscheinungen für seine Ziele erwünscht sind und muss dementsprechend sein Training gestalten. Wer stark werden will, muss mit hohen Gewichten trainieren. Wer Kraftausdauer braucht, muss seine Muskeln durch lange Serien und eine hohe Übersäuerung quälen. Das S.A.I.D.-Prinzip gilt insbesondere auch für die Bewegungstechniken. Die anspruchsvolle Technik des Reißens im Gewichtheben kann nur durch spezifische Übungen erlernt werden. Wer eine hohe Leistung in der Kniebeuge erreichen will, muss auch Kniebeugen trainieren. Es reicht nicht, sich regelmäßig an der Beinpresse zu quälen. Je koordinativ anspruchsvoller die Zielübung ist, in der eine Leistungsverbesserung erfolgen soll, desto enger müssen sich die Übungsformen an ihrem Bewegungs- und Beschleunigungsverlauf orientieren.

Das S.A.I.D.-Prinzip sagt aber nicht, dass es nutzlos ist, ergänzende Übungen durchzuführen. Die Forderung nach spezifischen Trainingsreizen schließt weniger spezifische Übungen nicht aus. Manche individuelle Schwachstelle benötigt ein isoliertes Training, auch wenn der Bewegungsablauf der Isolationsübung mit der eigentlichen Zielbewegung nicht in direkter Verbindung steht. Hat ein Sportler eine mangelhafte Rumpfstabilität, kann er diese mit isolierten Rumpfrotationen und Rückenstreckbewegungen an einer Maschine sehr wohl verbessern, da er in seinem spezifischen Übungsprogramm lernt, diese erhöhte, isoliert erworbene Rumpfkraft, für eine Leistungssteigerung nutzbar zu machen. Diese Aspekte werden oft übersehen, wenn Trainer sich darauf versteifen, nur in »funktionellen Bewegungsketten« arbeiten zu wollen und Isolationsübungen als »unfunktionell« ablehnen.

VERWEISE:

- Das Prinzip des überschwelligen Reizes (2)
- Muskelaufbautraining (26)
- Maximalkrafttraining (25)
- Kraftausdauer (28)
- Schnellkraft (27)
- Plyometrisches Training (29)

5 Individualisierung

Die Individualität des Sportlers beeinflusst das Training

Das Prinzip der Individualisierung bedeutet, dass das sportliche Training in seinen Inhalten und Methoden an die speziellen Bedürfnisse und Eigenschaften des jeweiligen Sportlers angepasst werden muss. Nicht allein eine abstrakte Zielsetzung, z. B. Muskelaufbau oder Sprungkraftraining bestimmt den Trainingsplan. Vielmehr muss dieser in Einklang mit der Individualität des Trainierenden gebracht werden, um optimale Ergebnisse zu erzielen und eine Unter- oder Überforderung zu verhindern. Dieses Prinzip führt dazu, dass trotz gleicher Sportart und Zielsetzung ein Anfänger nach anderen Plänen trainiert als ein Fortgeschrittenener, ein Fortgeschrittenener wiederum nach anderen als ein Meister seiner Disziplin. Der Trainingsplan des Meisters würde den Anfänger völlig überfordern und Verletzungen, Überlastungsschäden und Frustration provozieren.

Im Kraftsport arbeitet das Grundlagentraining gegenüber dem speziellen Leistungstraining z. B. mit geringeren Lastintensitäten (40–60 % MVC statt 80–100 %), weniger Trainingseinheiten (2-mal statt 5- bis 6-mal pro Woche), anderen Organisationsformen (Zirkeltraining statt Stationstraining) und anderen Übungen (»Hopserlauf« statt Tiefsprungtraining). Im Training mit Kindern und Jugendlichen sind sensible Wachstumsphasen gesondert zu berücksichtigen, da die Belastbarkeit des Bewegungsapparates herabgesetzt ist. Ebenso muss ihren entwicklungsbedingten kognitiven, psychischen und motivationalen Bedingungen Rechnung getragen werden. Im Training mit Senioren (> 60 Jahre) dominiert hingegen eine Rücksichtnahme auf die abnehmende Leistungs- und Anpassungsfähigkeit durch einen langsameren Stoffwechsel und veränderte Hormonspiegel sowie ggf. degenerative Erkrankungen des Bewegungsapparates.

Wichtige Einflussfaktoren einer individualisierten Trainingsplanung sind

- Zielsetzung und Motivation,
- Trainingszustand,
- Belastbarkeit,
- Erholungsfähigkeit,
- Persönlichkeit,

- Geschlecht,
- Alter,
- Gesundheitsstatus,
- Veranlagung/Talent,
- Zeitliche und organisatorische Ressourcen.

Durch eine individuell angepasste Trainingsplanung werden im Rahmen der Gesetzmäßigkeiten der Trainingslehre die persönlichen Bedingungen des Sportlers, seine Stärken und Schwächen, berücksichtigt, um eine optimale Leistungsentwicklung zu ermöglichen. Je höher das Leistungsniveau und der Leistungsanspruch, desto enger wird der Rahmen, in dem individuelle Merkmale gegenüber den leistungsphysiologischen Gesetzmäßigkeiten den Trainingsprozess bestimmen. Dennoch entscheiden selbst auf höchster internationaler Ebene letztendlich auch die individuellen Merkmale über Sieg oder Niederlage.

VERWEISE:

- Nachwuchs (77)
- Ältere Menschen (78)
- Frauen und Männer (75)
- Das S.A.I.D.-Prinzip (4)
- Meisterlehrten (13)
- Instinkt (65)

6 Belastung und Erholung

Nur ein sinnvoller Wechsel von Training und Erholung maximiert den Leistungsfortschritt

Das Prinzip vom optimalen Verhältnis zwischen Belastung und Erholung ist grundlegend für den Trainingserfolg und Leistungsfortschritt in jeder Sportart. In der Erholungsphase nach der Belastung finden wesentliche Anpassungsvorgänge des Körpers statt und nur ein ausgeruhter Sportler kann seine maximale Leistung abrufen.



Ausreichende Erholungsphasen sind eine Voraussetzung für die optimale Umsetzung von Trainingsreizen.

Im Krafttraining ist es wichtig, dass nach der Belastung die Energiespeicher aufgefüllt und Proteinstrukturen neu aufgebaut werden. Ferner muss der Körper wieder ein Gleichgewicht in seinem Flüssigkeits- und Elektrolyt haushalt herstellen. Auch die psychische Erholung des Sportlers von der Überwindung und Willensanstrengung im Training (oder Wettkampf) ist zu berücksichtigen. Die für diese physiologischen und psychologischen Prozesse erforderliche Regenerationszeit hängt im Wesentlichen von der Intensität und Dauer der vorangegangenen Belastung sowie vom Trainingszustand des Athleten ab. Der Energieabbau

ist bei hohen Trainingsumfängen besonders intensiv, der Proteinabbau bei hohen Intensitäten mit maximal möglicher Belastungsdauer. Findet keine ausreichende Erholung statt, wirken sich die Ermüdungsrückstände kurzfristig in Form einer Leistungsreduktion aus. Langfristig führt eine wiederholte unzureichende Regeneration zu einem Übertrainingszustand. Leistungsverlust, Müdigkeit und Trainingsunlust können erste Symptome einer unzureichenden Regeneration sein. Zu einer optimalen Erholung gehört neben der Abwesenheit körperlicher Anstrengung eine gesunde, bedarfsgerechte Ernährung, ausreichender Flüssigkeits- und Elektrolytersatz, ausreichender Nachschlaf und psychische Entspannung. Leichte körperliche Aktivitäten sind nützlicher als vollständige Ruhe, da Stoffwechselprozesse gefördert werden. Warme Bäder, Duschen und Massagen wirken ebenfalls regenerationsfördernd. Für ein übliches Krafttraining werden Erholungszeiten von 48 Stunden als ausreichend angesehen. Ein hochintensives Krafttraining kann Erholungszeiten von bis zu 7 (selten 10) Tagen erfordern. Diese Zeiträume beziehen sich natürlich nur auf die zuvor belasteten Muskelgruppen. Die nachfolgende Tabelle zeigt mögliche Zeiträume für eine vollständige Wiederherstellung nach Krafttrainingseinheiten für die jeweils belasteten Muskelgruppen.

Methode	Beanspruchung	Zeitintervall zur nächsten gleichartigen Reizsetzung
• Bewegungslernen,	überwiegend neuronal,	3–6 Stunden
• Techniktraining	gering metabolisch	
• extensives Kraftausdauertraining	mittelgradig metabolisch	24 Stunden
• intensives Kraftausdauertraining		
• moderates Hypertrophietraining	intensiv metabolisch, moderat strukturell,	48 Stunden
• moderates Innervationstraining	moderat neuronal	
• moderates Sprungtraining		
• intensives Hypertrophietraining		
• intensives Innervationstraining	intensiv metabolisch, intensiv strukturell, intensiv neuronal	72–96 Stunden
• intensives		

Sprungtraining

- High-Intensity-Training
- hochintensives Sprungtraining (Tiefsprünge) hochgradig metabolisch, hochgradig strukturell > 96 Stunden bis 7 (10) Tage

Empfohlene Regenerationszeiten bis zur nächsten gleichartigen Reizsetzung im Krafttraining

VERWEISE:

- Superkompenstation (10)
- Trainingshäufigkeit (43)
- Übertraining (83)
- Muskelgruppen-Splitting (54)
- Schlaf (92)
- Abwärmen (46)

7 Kontinuität

»Wie gewonnen, so zerronnen«

Das Prinzip der Kontinuität im Trainingsprozess sagt aus, dass nur ein regelmäßiges Training über einen langen Zeitraum einen großen und dauerhaften Leistungsgewinn ermöglicht. Gemäß dem Prinzip der Superkompensation kann in jeder Trainingseinheit ein Leistungszuwachs erzielt werden, der jedoch nur genutzt werden kann, wenn die nächste Trainingseinheit spätestens nach sechs bis zehn Tagen erfolgt, da ansonsten die Leistungsfähigkeit auf das Ausgangsniveau zurückfällt. Genauso verhält es sich auch im längerfristigen Trainingsaufbau. Verletzungen, unregelmäßiges Training und zu lange Pausen zwischen den Trainingseinheiten behindern einen Leistungsfortschritt bzw. führen zu einem Leistungsabfall. Auch das saisonale Training ist daher wenig effektiv. Dabei gilt das Prinzip »Wie gewonnen, so zerronnen«. Es bedeutet, dass in kurzer Zeit erworbene Leistungszuwächse sich auch schnell zurückentwickeln, wenn das Training ausgesetzt wird. Andersherum wird ein über Jahre erworbenes Leistungsniveau vom Körper selbst bei längeren Trainingspausen nur langsam absinken und lässt sich umso schneller wieder aufbauen.

Wer bereits lange trainiert hat, kann sich also trainingsfreie Phasen leisten, ohne empfindliche Leistungseinbußen fürchten zu müssen. Im Anfängertraining sind die Leistungsgewinne pro Zeiteinheit zwar sehr hoch, während der auf höchstem Niveau Trainierende um jeden weiteren Zuwachs hart kämpfen muss. Dafür verliert der Anfänger den Leistungsgewinn allerdings auch schnell wieder, wenn das Training nach wenigen Wochen bzw. Monaten abgebrochen wird. Im leistungsorientierten Krafttraining muss also das ganze Jahr über – im langfristigen Verlauf über Jahre hinweg – trainiert werden. Die Phasen höherer und geringerer Belastung werden dabei über das Prinzip der Periodisierung gesteuert.

Bei einem kontinuierlichen und gezielten Trainingsaufbau in Wettkampfsportarten durchläuft der Sportler zunächst das Grundlagentraining, dann das Aufbautraining. In diesen Abschnitten findet die Ausbildung allgemeiner technischer und konditioneller Grundlagen mit zunehmender Spezialisierung für die jeweilige Sportart statt. Im darauf folgenden Anschlusstraining wird durch eine vertiefte Spezialisierung die Phase des Hochleistungstrainings vorbereitet. Für das Erreichen der

individuellen Höchstform können etwa 10–15 Jahre Training veranschlagt werden, d. h. 3–4 Jahre pro Entwicklungsstufe. Irgendwann erreicht der Trainierende die Grenzkraft, das heißt das höchste Kraftniveau, das ihm von seiner genetischen Veranlagung her möglich ist. Beim Kraftsportler (z. B. Kugelstoßer, Hammerwerfer, Gewichtheber, Bodybuilder) liegt das Alter der optimalen Leistungsfähigkeit zwischen Anfang und Ende 20. Höchstleistungen lassen sich in einigen Kraftsportarten allerdings auch bis weit in das vierte Lebensjahrzehnt noch erbringen.

Als Einstiegsalter für ein Krafttraining mit Zusatzlasten wie Langhanteln oder Kurzhanteln eignet sich die frühe Adoleszenz (15–16 Jahre), wobei die Besonderheiten der Belastbarkeit der im Wachstum befindlichen Jugendlichen berücksichtigt werden müssen. Im Leistungssport (z. B. Gewichtheben) wird häufig bereits in der Pubeszenz begonnen, d. h. mit 11–14 Jahren. Vorab sollte ein Kraftaufbau mit Technikübungen sowie einer spielerischen und gymnastischen Kräftigung erfolgt sein. Ein Krafttraining mit Kindern und Jugendlichen gehört immer unter die Aufsicht erfahrener Trainer.

VERWEISE:

- Superkompensation (**10**)
- Periodisierung (**9**)
- Trainingshäufigkeit (**43**)

8 Variation

Das Variationsprinzip verhindert eine Leistungsstagnation

Das Variationsprinzip ist ein sehr wichtiges Prinzip im Krafttraining, das besagt, dass Trainingsreize in regelmäßigen Abständen verändert werden müssen, um weitere Fortschritte zu ermöglichen. Es ist allerdings ein häufig missachtetes Prinzip, da viele Trainierende ihr gleiches Programm monatelang einfach herunterspulen und ineffizient trainieren. Am häufigsten werden im Trainingsprozess die Gewichte verändert, was zumindest dem Prinzip der progressiv ansteigenden Belastung entspricht.

Die Forderung des Variationsprinzips geht jedoch wesentlich weiter und fordert eine regelmäßige Veränderung der Übungsauswahl, Übungsreihenfolge, Trainingsintensität und des Belastungsumfangs (Anzahl der Serien und Wiederholungen). Auch die Reizdichte kann variiert werden, indem man z. B. Serienpausen verkürzt oder mehr Trainingseinheiten in einer Woche absolviert als üblich. Durch diese Variationen zwingt man den Körper, sich ständig an die neuen Belastungsreize anzupassen, wodurch eine Leistungs stagnation durch Gewöhnung verhindert wird. Insbesondere beim fortgeschrittenen Kraftathleten sind Variationen unverzichtbar, um weitere Veränderungen herbeizuführen.

Neben dem Leistungsaspekt verhindert die Variation von Trainingsinhalten auch die Langeweile im Training, was für die Aufrechterhaltung der Motivation unabdingbar ist. Die Trainingsmonotonie kann neben dem Ausbleiben von erhofften Trainingserfolgen gerade im Breitensport ein wichtiger Grund sein, warum Trainierende ihre Mitgliedschaft in einer Trainingsinstitution kündigen. Ein weiterer Aspekt eines variationsreichen Trainings ist die Verhinderung einer einseitigen Ausbildung der Muskulatur. Wer immer nur die gleichen 10 Übungen macht, vernachlässigt in der Regel bestimmte Gelenkwinkelpositionen und Muskelgruppen und fördert dadurch unter Umständen muskuläre Ungleichgewichte oder provoziert Überlastungssyndrome. Für einen Bodybuilder ist es besonders wichtig, die Gesamtheit der körperperformenden Muskeln zu trainieren, wodurch in diesem Sport auch eine enorme Übungsvielfalt notwendig ist. Viele Argumente sprechen also für die regelmäßige Umstellung von Trainingsplänen.

Wenn man nicht als Leistungssportler ohnehin schon einen gut durchdachten Periodisierungsplan absolviert, sollte man als Krafttrainierender spätestens alle drei Monate deutliche Veränderungen im Trainingsplan vornehmen. Ein Abstand von 6–8 Wochen ist, insbesondere bei fortgeschrittenen »Eisensportlern« noch günstiger, da diese die neuen Reize schneller verarbeiten als Neuanfänger und entsprechend schneller eine Gewöhnung eintritt. Die einfachste Art der Variation ist der Austausch von Übungen: Wenn bislang die Oberschenkel an den Maschinen Beinpresse, Beinbeuger und Beinstrecker trainiert wurden, kann man diese Übungen durch Nackenkniebeugen (mit Langhantel), Kreuzheben mit fast gestreckten Beinen und einen Leg-Kick am Seilzug (einbeiniges Beinstrecken im Stehen bei angebeugtem Hüftgelenk) austauschen. Wenn der breite Rückenmuskel (Latissimus) bislang mit Latissimus-Ziehen am Seilzug und Rudern an einer Rudermaschine trainiert wurde, setzt man neue Reize durch Klimmzüge im Untergriff oder Pull-Downs mit gestreckten Armen am Seilzug in Oberkörpervorneige.

Eine Variation der Trainingsintensität kann über eine verminderte (oder erhöhte) Wiederholungszahl erreicht werden, wenn bis zum Ermüdungsabbruch der Serie trainiert wird. Dazu führt man z. B. statt der üblichen 10–12 Wiederholungen nur 6 durch, wodurch die Gewichtslast deutlich steigt und neue Reize auf das Nerv-Muskel-System einwirken. Intensivierungstechniken zur Serienverlängerung und ein High-Intensity-Training sind ebenfalls eine hervorragende Möglichkeit zur Variation, da der Belastungsumfang wechselt (weniger Serien) aber dennoch intensive, neue Reize auf das gesamte Faserspektrum des Muskels und dessen Stoffwechselleage ermöglicht werden. Eine Sonderform des Variationsprinzips ist das Schockprinzip.

VERWEISE:

- Periodisierung (9)
- Dysbalancen (82)
- Intensivtechniken (35)
- High-Intensity-Training (37)
- Das Schockprinzip (57)

9 Periodisierung

Höchstleistungen müssen vorbereitet und nachbereitet werden

Ein Sportler kann nicht das ganze Jahr über in Hochform sein. Dies ist eine grundlegende Erkenntnis aus dem Leistungssport. Vielmehr ist es sinnvoll, durch einen periodischen Wandel der Trainingsumfänge und -intensitäten auf eine maximale Leistungsfähigkeit an gewissen Zeitpunkten im Jahr, z. B. an Wettkämpfen, hinzuarbeiten. Dies schützt einerseits vor einem schleichenden Überlastungsprozess (Übertraining) und führt andererseits zu außerordentlichen Spitzenleistungen. Ein einseitiger, monotoner Trainingsaufbau begünstigt hingegen eine Leistungsstagnation. Aus diesen Gründen fordert die Trainingslehre eine Periodisierung des Trainings im Jahresverlauf.

Das Jahr gliedert sich üblicherweise in ein bis drei sogenannte Makrozyklen, die drei grundlegende Phasen mit unterschiedlichen Zielsetzungen enthalten:

- Vorbereitungsphase,
- Wettkampfphase,
- Übergangsphase.

In der frühen Vorbereitungsphase stehen im Kraftsport Muskelaufbaumethoden im Vordergrund. In der späten Vorbereitungsphase werden die Intensitäten deutlich erhöht und die Umfänge reduziert, wodurch ein verstärktes Training der intramuskulären Koordination und der wettkampfspezifischen Beanspruchung erzielt wird. Technische Übungen werden in der gesamten Vorbereitungsphase durchgeführt. In der Wettkampfphase findet ein Training mit wettkampfnahen Übungen und Intensitäten zur Erhaltung bzw. Weiterentwicklung der Höchstform statt. In der Übergangsphase steht die Erholung von den anstrengenden, vorangegangenen Phasen im Vordergrund, z. B. alternative sportliche und regenerative Aktivitäten.

Ein Makrozyklus wird in mehrere Mesozyklen untergliedert, die meist etwa 4–6 Wochen dauern. Dies ermöglicht eine differenziertere Trainingsplanung, indem in jedem Mesozyklus bestimmte Trainingsschwerpunkte eingeplant werden. Die Mesozyklen werden wiederum in Mikrozyklen mit einer Dauer von mehreren Tagen bis zu einer Woche unterteilt. Die kleinste Planungseinheit ist schließlich die

einzelne Trainingseinheit.

Man unterscheidet eine lineare und eine wellenförmige, nonlineare Periodisierung. Bei der linearen Periodisierung steigt vom Beginn der Vorbereitungsperiode bis zum Wettkampf die Trainingsintensität ständig an, während der Trainingsumfang stetig sinkt. Eine wellenförmige Periodisierung arbeitet mit wechselnd steigenden und fallenden Intensitäten wodurch in der einzelnen Trainingsperiode eine größere Variabilität und Individualisierung in der Planung möglich ist und einer Stagnation durch eine Trainingsmonotonie, insbesondere im Hochleistungsbereich, effektiver entgegengewirkt werden kann. Im Fitnesstraining, bei dem es häufig keine Wettkämpfe gibt, ist eine Periodisierung ebenfalls sinnvoll, um einer Frustration durch Trainingsmonotonie und Leistungsstagnation vorzubeugen. Im rehabilitativen Training ergibt sich eine Periodisierung häufig automatisch durch die sich verändernde Belastbarkeit des Patienten aufgrund fortschreitender bzw. abgeschlossener Heilungsprozesse. Die Vorteile einer Periodisierung sind allgemein anerkannt und werden im Hochleistungssport konsequent genutzt.

VERWEISE:

- Kontinuität (7)
- Variation (8)
- Maximalkrafttraining (25)
- Übertraining (83)

10 Superkompensation

Die Verarbeitung von Trainingsreizen folgt dem Prinzip der Superkompensation

Das Prinzip der Superkompensation ist eine grundlegende Erklärung für die Anpassungsvorgänge des Körpers durch Training. Superkompensation kann übersetzt werden als »übermäßiger Ausgleich«, was soviel heißt wie eine Anpassungsreaktion des Körpers, die über die Wiederherstellung der ursprünglichen Verhältnisse vor dem Training hinausgeht.

Zunächst wird im Training ein so genannter überschwelliger Trainingsreiz gesetzt, z. B. eine Kraftübung mit ungewohnt hohen Gewichten oder einer ungewohnt langen Belastungsdauer. Durch die intensive Beanspruchung werden die Energiereserven des Muskels aufgebraucht bzw. Gewebestrukturen (z. B. die Integrität des Sarkomers) zerstört. Dadurch sinkt die Leistungsfähigkeit während einer intensiven Belastung stetig ab und ist am Ende der Trainingsübung bzw. Trainingseinheit an einem Tiefpunkt angelangt. In der nun folgenden Ruhephase für den Muskel nach dem Training, gleicht der Körper diese intensive Störung seines Gleichgewichts (Homöostase) aus, indem er die Energiespeicher wieder auffüllt und verschlissenes Gewebe erneuert. Dies dauert einige Stunden bis Tage.

Das Entscheidende ist jedoch, dass der Körper nicht nur den Zustand vor dem Trainingsreiz wieder herstellt, sondern darüber hinaus für künftige Beanspruchungen vorsorgt und mehr Energieträger einlagert bzw. mehr krafterzeugende Proteinstrukturen aufbaut als vor dem Training vorhanden waren. Dies wird z. B. über die Erhöhung der Kohlenhydratspeicher (Glykogen) und eine Vermehrung der Myofibrillen in der Muskelzelle erreicht. Dadurch entsteht für eine gewisse Zeit eine erhöhte Leistungsfähigkeit. Wenn in dieser Phase ein erneutes Training stattfindet, kann der Sportler nun auf diese erhöhte Funktionskapazität zurückgreifen, was sich in besseren Leistungen zeigt. Setzt er erneut einen überschwälligen Trainingsreiz, kann der Ablauf von vorn beginnen, so dass Schritt für Schritt – über einen längeren Zeitraum betrachtet – die Leistungsfähigkeit stetig anwächst. Wird allerdings längere Zeit kein erneuter Trainingsreiz gesetzt, sinkt die kurzfristig durch die Superkompensation erhöhte Leistungsfähigkeit wieder ab. Erfolgt die nächste intensive Trainingsbelastung zu früh, das heißt vor dem Abschluss der Erholungsphase, ist die Funktionskapazität sogar verringert, da die

Energiespeicher noch nicht wieder voll aufgefüllt und die krafterzeugenden Proteinstrukturen noch nicht wieder voll hergestellt sind. Die Superkompensation – das sei nochmals betont – läuft nur dann ab, wenn der Trainingsreiz entsprechend überschwellig war, d. h. hoch genug, um den Muskel derart aus dem Gleichgewicht zu bringen, dass er zur Anpassung gezwungen wird.

Wie lange die Wiederherstellung bzw. Superkompensationsphase dauert, hängt von der Erholungsfähigkeit des Trainierenden sowie von der Intensität und Art des Trainingsreizes ab. Das Prinzip der Superkompensation wurde anhand der Belastungsreaktion der Energieträger im Muskel entwickelt und ist auf Mechanismen der Proteinsynthese (Muskelwachstum) übertragbar. Neuronale Trainingsanpassungen (z. B. das Bewegungslernen) zeigen andersartige Verläufe, so dass das Prinzip der Superkompensation in seiner »klassischen Form« diesbezüglich nicht angewendet werden kann.

VERWEISE:

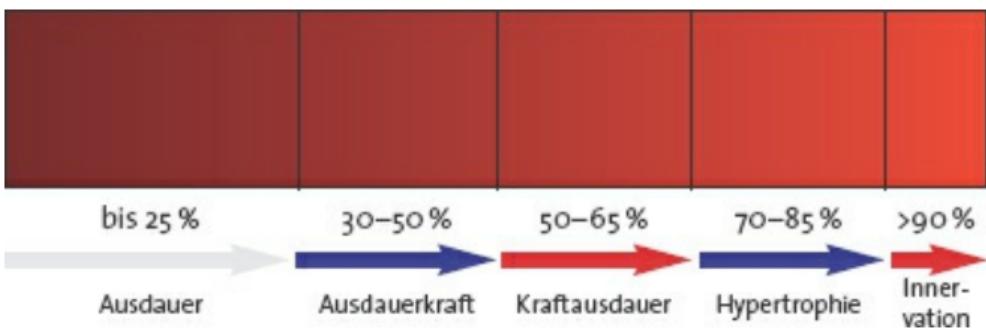
- Das Prinzip des überschweligen Reizes (2)
- Belastung und Erholung (6)
- Trainingshäufigkeit (43)
- Kontinuität (7)

11 Trainingssteuerung

Krafttests optimieren die Belastungssteuerung im Training

Die Trainingslast, die im Krafttraining bewegt wird, entscheidet im Wesentlichen über die Art des Trainingsreizes und entsprechend über die Anpassungsreaktion. Sehr hohe Trainingslasten verbessern die Maximal- und Schnellkraft, hohe bis mittlere Lasten steigern die Muskelmasse, mittlere bis niedrigere Lasten die Kraftausdauer bzw. Ausdauerkraft. Im Krafttraining gibt man die Trainingslast, die verwendet werden soll, gewöhnlich in Prozent der dynamischen Maximalkraft an. Kann der Sportler im Bankdrücken 100 Kilogramm mit höchster Anstrengung einmal drücken, entspricht dies 100 % seiner dynamischen Maximalkraft. Soll er nun ein Muskelaufbautraining mit 80 % der Maximalkraft absolvieren, trainiert er in den folgenden Trainingseinheiten das Bankdrücken mit 80 kg. Diese 80 % nennt man auch 80 % MVC.

MVC ist die Abkürzung für *Maximal Voluntary Contraction*, was soviel bedeutet wie »höchste, willkürliche Muskelanspannung«. Statt MVC wird auch die Bezeichnung 1-RM (*One-Repetition-Maximum*) verwendet. Die Kenntnis der dynamischen Maximalkraft in einer Übung ist also nützlich, da auf ihr eine differenzierte Trainingssteuerung aufbauen kann. So sind z. B. einige muskelphysiologische Regeln bei Kenntnis der Maximalkraft für die Trainingsplanung nutzbar: Bei Lasten unter 25 % MVC arbeitet der Muskel nahezu rein aerob (ausdauernd). Das Training hat keine Wirkung auf die Kraft eigenschaften. Über 50 % MVC ist die Blutzufuhr für den Muskel unterbrochen und der Muskelstoffwechsel nahezu rein anaerob, d. h. die Energiegewinnung findet ohne Sauerstoff statt, wobei große Mengen Milchsäure (Laktat) anfallen. Ab 80–85 % MVC sind fast alle motorischen Einheiten in den Kontraktionsvorgang einbezogen. Ab 90 % MVC sind im höchsten Maße auch die neuronalen Fähigkeiten des Muskels gefordert, eine maximale Anspannung zu erzeugen.



Übliche Einteilung der Intensitätsbereiche (MVC) und ihrer typischen Zielsetzung

Um die dynamische Maximalkraft zu ermitteln, führt man ein gründliches Aufwärmnen derjenigen Muskelgruppen durch, die getestet werden sollen. In das Aufwärmnen ist die Übung, die getestet werden soll, bereits einzubeziehen. Dabei sollte der Sportler die Testübung schon des Öfteren in früheren Trainingseinheiten durchgeführt haben und die Bewegungstechnik sicher beherrschen. Ist der Aufwärmprozess abgeschlossen, wählt man das höchste Gewicht, das der Sportler bisher in dieser Übung bewältigt hat. Dies soll er *einmal* mit sauberer Technik meistern und kontrolliert wieder absetzen. Ist der Versuch erfolgreich, wird das Gewicht solange weiter gesteigert, bis der Versuch fehlschlägt. Das höchste Gewicht, das mit sauberer Technik bewältigt worden ist, entspricht 100 % der dyna-mischen Maximalkraft.

Ein weiteres probates Mittel der Testung ist ein Wiederholungen-Maximum-Test: Nach einem gründlichen Aufwärmnen wird dasjenige Gewicht ermittelt, mit dem der Sportler die für das Training gewünschte Wiederholungszahl (pro Serie) mit sauberer Technik gerade noch bewältigen kann. Dies können bei einem Muskelaufbautraining z. B. 10 Wiederholungen sein. Das Gewicht, bei dem mit größter Anstrengung 10 Wiederholungen möglich sind, entspricht 100 % 10-RM (*Repetition-Maximum*). Für das nachfolgende Training kann z. B. mit 70–80 % des 10-RM-Gewichts trainiert werden. Da die Intensität nun im Training niedriger liegt als im Test, wird statt mit einer, mit 3 Serien trainiert. In der Folgezeit kann man alle 14 Tage die Intensität um 5–10 Prozentpunkte erhöhen bis man die 100 % 10-RM (in drei Serien!) erreicht. Statt die Seriendauer über die Wiederholungszahl festzulegen, kann man auch die Zeit stoppen und beispielsweise für ein Kraftausdauertraining ein Gewicht ermitteln, dass man 90 Sekunden lang bewegen kann. Schafft man es, das Gewicht deutlich länger zu bewegen, wird im nächsten Training die Last erhöht. Man führt somit quasi in jedem Training einen Test durch. Diese Methode wird häufig in Ein-Satz-Trainingskonzepten angewendet.

Da die subjektiv empfundene Anstrengung grundsätzlich ein wichtiger Parameter in der Trainingssteuerung ist, wird manchmal auch das subjektive Belastungsempfinden des Sportlers am Ende der Serie auf einer RPE-Skala ermittelt, um das passende Trainingsgewicht zu bestimmen. RPE steht für *Rate of Perceived Exertion*, was soviel heißt wie »Grad der empfundenen Anstrengung«. Diese Methode findet man z. B. im sanften Krafttraining und in Rehabilitationsmaßnahmen. Das subjektive Belastungsempfinden sollte dabei im Bereich »mittel« bis »schwer« angesiedelt sein, um Trainingseffekte zu erzielen. Für ein Leistungstraining mit hoher Effizienz sollten allerdings eher die beiden erstgenannten Testverfahren angewendet werden. Für einen dynamischen Maximalkraft-Test ist jedoch immer sorgfältig zu prüfen, ob Sportler (Belastbarkeit) und Übung (Überlastungsrisiko) hierfür geeignet sind.

Trainingsziel/Methode	Geeignete Steuerungsverfahren
Muskelaufbautraining	Wiederholungen-Maximum-Test Dynamischer Maximalkrafttest RPE-Skala (Anfänger)
Innervationstraining (Maximalkraft)	Dynamischer Maximalkrafttest
Schnellkrafttraining Kraftmaschinen	an Dynamischer Maximalkrafttest
Kraftausdauertraining	Wiederholungen-Maximum-Test Dynamischer Maximalkrafttest RPE-Skala (Anfänger)
Rehabilitatives Training Verletzungen und Operationen	nach Wiederholungen-Maximum-Test RPE-Skala

Geeignete Testverfahren gemäß der Zielsetzung des Krafttrainings

VERWEISE:

- Trainingsplanung (3)
- Das S.A.I.D.-Prinzip (4)
- Referenzwerte (70)
- Maximalkrafttraining (25)
- Schnellkraft (27)
- Kraftausdauer (28)

12 Gewichtssteigerung

Das Prinzip der progressiv ansteigenden Belastung

Das Prinzip der progressiv ansteigenden Belastung ist ein sehr wichtiges Prinzip in der allgemeinen Trainingslehre. Es bezieht sich nicht nur auf das Krafttraining, sondern auf alle Aspekte der körperlichen Leistungsfähigkeit, die durch Training verbessert werden sollen. Das Prinzip besagt, dass die Anforderungen im Training in regelmäßigen Abständen gesteigert werden müssen, damit ein weiterer Leistungszuwachs möglich ist. Gleichbleibende Anforderungen verlieren mit der Zeit ihre Trainingswirkung, denn der Körper passt sich nur an, solange die Belastungen überschwellig sind. Nach wenigen Trainingseinheiten ist der Trainingsreiz, der zunächst zu Leistungsverbesserungen führte, jedoch nicht mehr überschwellig, da das Leistungsniveau erhöht wurde. Ist dieser Punkt erreicht, muss eine Steigerung der Belastung erfolgen, damit der Körper gezwungen wird, sich an die erhöhte Anforderung anzupassen.

Im Krafttraining bezieht sich das Prinzip in erster Linie auf eine Erhöhung des Widerstands. Ein Trainingsplan enthält ein bestimmtes Spektrum an zielführenden Übungen. Jede Übung wird mit einem festgelegten Reizumfang in Form von Wiederholungszahlen und Serienzahlen absolviert. Diese Reizumfänge stehen in enger Verbindung zur Trainingsintensität und entscheiden über die Art der Reizsetzung (Muskelaufbau, Kraftausdauer, neuronale Aktivierung). Sie werden in der Regel über einen längeren Zeitraum konstant gehalten, während das Trainingsgewicht in regelmäßigen Abständen erhöht wird. Es empfehlen sich dabei relativ kleine Steigerungen im Bereich von 5–10 %. Da viele Trainingsmaschinen nur relativ grobe Abstufungen des Gewichts ermöglichen, kann man durch das Einhängen von Zwischengewichten fein dosierte Anpassungen des Widerstands erreichen.

Bei effektiver Trainingsmethodik liegen die Kraftgewinne pro Trainingseinheit zwischen 0,5 und 2 %. Das bedeutet, dass alle 3–10 Trainingseinheiten Steigerungen erfolgen können, sofern die Sportler nicht bereits langjährig leistungsorientiert trainieren, da in diesen Fällen die Zuwächse deutlich niedriger liegen können. Die Erhöhung der Trainingslast bei gleich bleibender Übungsanordnung und konstantem Reizumfang fördert vor allem den Muskel- und Kraftaufbau (vorausgesetzt es werden übliche Wiederholungszahlen von 8–12 eingesetzt). Eine Erhöhung der Serienzahl oder der Wiederholungen fördert vor allem die

Stoffwechselleistung. Nur im Anfängertraining werden zunächst eher die Umfänge gesteigert, um Überlastungen des Bewegungsapparates zu vermeiden.

Im Training des Fortgeschrittenen dominiert die Laststeigerung (Ausnahme: Trainingsziel Kraftausdauer). Diese steigt im langfristigen Verlauf nicht nur absolut, sondern auch relativ: Während Trainingsanfänger mit niedrigen Intensitäten (z. B. 60 % der Maximalkraft) beginnen und hierdurch Kraft- und Massezuwächse erreichen können, müssen erfahrene Kraftathleten für den gleichen Effekt in deutlich höheren Intensitätsbereichen trainieren (z. B. 80 %). Dass Fortgeschrittene dennoch insgesamt betrachtet deutlich größere Gesamtumfänge als Anfänger trainieren, liegt in erster Linie an der gestiegenen Zahl der Trainingseinheiten, am vergrößerten Übungsspektrum und an der zunehmenden Spezialisierung, weniger an einer Erhöhung der Serien pro Übung und keinesfalls an einer Erhöhung der Wiederholungszahlen pro Serie.

Die regelmäßige Steigerung der Gewichtslast allein reicht auf Dauer nicht aus, um über einen langen Zeitraum (viele Monate bis Jahre) mit höchster Effektivität kontinuierliche Fortschritte zu erzielen. Hierfür ist zusätzlich die Anwendung der Prinzipien der Variation und der Periodisierung entscheidend.

VERWEISE:

- Das Prinzip des überschwelligen Reizes (2)
- Kontinuität (7)
- Periodisierung (9)
- Variation (8)

13 Meisterlehrn

Das Kopieren von Meisterplänen macht noch keinen Meister

Eine Meisterlehre im Sport ist die personenbezogene Trainingslehre eines erfolgreichen Athleten, die zum Teil auf seiner individuellen Erfahrung und zum Teil auf seinen trainingswissenschaftlichen Kenntnissen beruht. Je mehr eine Meisterlehre der wissenschaftlichen Grundlage entbehrt, desto geringer sind die Erfolgsaussichten durch eine strikte Befolgung ebenfalls erfolgreich zu werden.

»Arnold hat gesagt ...« ist im Bodybuilding-Studio ein Garant für die Aufmerksamkeit des Zuhörers und allein ein Argument für die Glaubwürdigkeit für das, was in der Fortsetzung des Satzes gesagt wird. Immerhin war Arnold Schwarzenegger einer der erfolgreichsten Bodybuilder aller Zeiten, der auf seinen Muskeln sogar eine unglaublich erfolgreiche Karriere außerhalb des Sports aufbauen konnte. Dennoch ist in der Trainingslehre bekannt, dass das Kopieren und strikte Befolgen von Trainingsplänen oder Ratschlägen von Champions nicht notwendigerweise einen neuen Champion hervorbringt. Dies gilt nicht nur für das Bodybuilding, sondern auch für das Gewichtheben, den Kraft-Dreikampf und alle anderen Sportarten. Sportler sind Individuen und bringen als solche völlig unterschiedliche Voraussetzungen mit. Dies betrifft ihre Anatomie, ihre Physiologie und ihre Psyche. Die unterschiedlichen Voraussetzungen führen zu einer unterschiedlichen Auswahl an Übungen, Methoden und Trainingsumfängen, die individuell optimale Ergebnisse erbringen. Natürlich kann sich kein Sportler über die grundlegenden Trainingsprinzipien hinwegsetzen, die eine bestimmte Zielsetzung erfordert. Wer hohe Gewichte im Wettkampf stemmen will, muss mit schweren Lasten trainieren und zur Verbesserung der maximalen Sprungkraft braucht niemand ein Kraftausdauertraining zu betreiben. Doch die Feinheiten der Trainingsplanung sind auf die individuellen Bedürfnisse zuzuschneiden, damit aus dem ehrgeizigen Nachwuchssportler ein Champion werden kann.

Mögliche individuelle Unterschiede, die zu einer differenzierten Trainingsgestaltung führen sind:

- Körperkonstitution (endomorph, mesomorph, ektomorph)
- Verhältnis der Körpermaße (Länge der Arme und Beine, des Rumpfes)

- Muskelfaserprofil in der leistungsbestimmenden Muskulatur
- Anatomische Besonderheiten (Muskelursprung, -ansatz, Hebelverhältnisse)
- Metabolische Aspekte (Energiestoffwechsel, Sauerstofftransport)
- Neuronale Aspekte (neuronale Vernetzung, koordinatives Potential)
- Hormonelle Aspekte (z. B. hoher oder niedriger Testosteronspiegel)
- Psychische Aspekte (Leistungsbereitschaft, emotionale Stabilität)
- Körpergröße und Körbergewicht
- Geschlecht
- Alter

Unter Umständen hat der erfolgreiche Athlet auch spezielle trainingsbegleitende Maßnahmen durchgeführt, die seinen Erfolg begünstigt haben, z. B. eine individuell abgestimmte Ernährung, besondere Regenerationsmaßnahmen, Nahrungsergänzungsmittel oder gar Dopingsubstanzen. Eventuell hat auch eine besondere psychische Stabilität und Stressresistenz dem Champion in Wettkämpfen den entscheidenden Vorteil gebracht. Dies sind weitere mögliche Gründe dafür, warum man durch das penible Kopieren von Trainingsmethoden und Übungsplänen der großen Meister nicht erwarten kann, ein solcher zu werden. Ein Meister ist eben mehr als die Summe seiner Trainingsinhalte. Dennoch ist die Kenntnis der Methoden der Meister hilfreich, um den Kreis möglicher Wege zum Erfolg einzuschränken oder gegebenenfalls zu erweitern. In erster Linie lohnt es sich allerdings, die grundlegenden Erkenntnisse der Trainingswissenschaft zu berücksichtigen.

VERWEISE:

- Individualisierung (5)
- Das S.A.I.D.-Prinzip (4)
- Trainingsplanung (3)
- Instinkt (65)

14 Schnelligkeit

Krafttraining macht schneller

Dass Krafttraining einen Sportler langsam mache, ist ein Vorurteil, das sich lange in der Trainerwelt halten konnte. Durch zahlreiche Studien und Praxisbeispiele ist dies mittlerweile widerlegt. Alle Weltklasse-Sprinter betreiben heutzutage ein Krafttraining als wichtigen Bestandteil ihres Trainingsprogramms. Dabei werden sowohl Hantelübungen eingesetzt als auch Laufübungen gegen höhere Widerstände. Verschiedene Varianten der Kniebeuge, Gewichthebertechniken wie Umsetzen und Reißen, Rumpfkräftigung, Sprünge und Läufe bergauf oder gegen Widerstände, die gezogen oder geschoben werden, sind Inhalte des Krafttrainings zur Steigerung der Sprint- und Antrittskraft.

Das Körpergewicht des Sportlers ist ein hoher Widerstand, den die Muskulatur der Beine zunächst beschleunigen und dann maximal schnell weitertragen muss. Mit zunehmender Höhe einer Last, nimmt die mögliche Geschwindigkeit, mit der sie – bei einer gegebenen Muskelkraft – bewegt werden kann, ab. Im Umkehrschluss lässt sich die Bewegungsgeschwindigkeit gegen eine hohe Last durch eine Steigerung der Muskelkraft erhöhen. Es ist eine bekannte Regel, dass bei hohen Widerständen (z. B. Körpergewicht) die Maximalkraft für die Bewegungsschnelligkeit eine wichtige Rolle spielt. Bewegungen gegen sehr leichte Widerstände sind hingegen weniger von der Maximalkraft abhängig.

Für Schnelligkeitsleistungen sind die Fähigkeiten des Nervensystems von großer Bedeutung. Reaktions- und Aktionsschnelligkeit sind in großem Maße genetisch beeinflusst. Hierbei spielt auch das genetisch bedingte Muskelfaserprofil eine Rolle: Je höher der Anteil weißer, schnell zuckender Muskelfasern in der leistungsrelevanten Muskulatur ist, desto größer ist das Potential des Sportlers für Schnelligkeits- und Schnellkraftleistungen. Auch wenn der berühmte Satz »Der Sprinter wird geboren« berechtigerweise die genetischen Voraussetzungen betont, sind dennoch einige neuronale Komponenten und die Funktionskapazität der weißen Muskelfasern durch Krafttraining trainierbar.



Sprinter nutzen Krafttraining zur optimalen Leistungsentwicklung.

Bei der Auswahl der Methoden dominieren jedoch explosive und reaktive Krafteinsätze mit maximal möglicher Bewegungsgeschwindigkeit gegen mittlere (50–60 % MVC) und sehr hohe Lasten (90– 100 % MVC) bei geringer Wiederholungszahl. Betont langsame Kontraktionen, hohe Wiederholungszahlen und eine völlige energetische Erschöpfung des gesamten Muskelfaserspektrums sind hingegen nicht sinnvoll und wirken eher kontraproduktiv. Auch spielt vor allem eine Optimierung der Muskelmasse des Athleten eine Rolle, nicht eine Maximierung (wie sie im Bodybuilding angestrebt wird). Für den Nutzen eines Krafttrainings für die Schnelligkeit von Sportlern ist also die Auswahl der geeigneten Übungen und Methoden von entscheidender Bedeutung, ob eine Leistungsverbesserung oder -minderung eintritt.

VERWEISE:

- Plyometrisches Training (29)
- Schnellkraft (27)
- Muskelfasertypen (20)
- Das S.A.I.D.-Prinzip (4)

15 Motivation und Willenskraft

Kraftleistungen erfordern und fördern die Willenskraft

Motivation ist »die Orientierung des aktuellen Verhaltens auf ein bestimmtes, positiv bewertetes Ziel« (Meyer 2011, S. 86). Sie ist der Antrieb für das Anstreben einer bestimmten Handlung, z. B. die Bewältigung einer schweren Last beim Krafttraining. Das Erreichen dieses Ziels kann mit der Hoffnung auf das Erreichen weiterer positiv bewerteter Ziele verknüpft werden, z. B. ein Kraftzuwachs für künftige Wettkampferfolge, Lob, Anerkennung etc. Die Motivation für ein Krafttraining resultiert jedoch nicht nur aus dem Leistungsgedanken und dem Streben nach Erfolg. Auch Motive wie Gesundheit, Wohlbefinden, Geselligkeit oder Attraktivität spielen bei vielen Trainierenden, insbesondere im Fitnesstraining, eine bedeutende Rolle.

Die Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung einer (motivierten) Handlung ist der Wille. Der Wille mobilisiert und konzentriert die Energien, die für die Bewältigung einer bestimmten Aufgabe freigesetzt werden müssen. Die Willenskraft bestimmt (neben dem Trainingszustand) die Ausprägung der Mobilisation. Für kurzzeitige, hohe Beanspruchungen (z. B. Hebeversuch beim Gewichtheben mit maximaler Last) wird eine hohe Willensstoßkraft benötigt. Muss eine längere Belastung eingegangen werden (z. B. Kraftausdauerbelastungen mit hohen Wiederholungszahlen) ist die Willensspannkraft von entscheidender Bedeutung. Aus der trainingspraktischen Erfahrung und wissenschaftlichen Untersuchungen mit Krafttests weiß man, wie stark sich Motivation und Willenskraft auf eine Kraftleistung auswirken können. Eine mangelnde psychische Mobilisation ist vielleicht der größte wahrscheinliche Messfehler bei wissenschaftlichen Studien zum Krafttraining mit Untrainierten. Große Kraftleistungen erfordern also eine hohe Motivation und ausgeprägte Willenskraft. Im Gegenzug stärkt die erfolgreiche Bewältigung einer anspruchsvollen Aufgabe, z. B. das Erreichen einer neuen persönlichen Bestleistung, das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit, führt zu neuen Zielsetzungen und fördert durch eine positive Rückkopplung wiederum Motivation und Willenskraft. Erfolge im Sport sind eine intensive Erfahrung von Selbstwirksamkeit, d. h. aufgrund eigener Fähigkeiten gewünschte Handlungen erfolgreich bewältigen zu können. Die im Sport gestärkte Selbstwirksamkeitserwartung und Willenskraft

kann schließlich auch in anderen Lebenssituationen nutzbringend angewendet werden. Der Wille spielt natürlich nicht nur bei kurzzeitigen Krafteinsätzen eine Rolle, sondern bestimmt auch das langfristige, allgemeine leistungsrelevante Verhalten, z. B. die Einhaltung regelmäßiger Trainingszeiten sowie gezielter Ernährungs- und Regenerationsmaßnahmen. Er steht damit in engster Verbindung mit dem, was landläufig als »Selbstdisziplin« bezeichnet wird. Für den Leistungssportler ist es jedoch von großer Wichtigkeit, nicht nur langfristig, sondern vor allem zum Zeitpunkt des Wettkampfes seine Energien auf sein Ziel konzentrieren zu können.

Als entscheidend wichtige psychische Voraussetzungen für kurzzeitige, hochintensive Kraftleistungen, nennt Rolf Frester (1991, S. 83)

- ein richtiges internes Abbild vom Bewegungsablauf,
- eine spezielle Mobilisationsfähigkeit,
- eine hohe emotionale Stabilität.

Entscheidend sei für die psychische Mobilisation »die schnelle Herbeiführung eines Zustands der optimalen Leistungsbereitschaft« *vor* der Ausführung (Frester 1991, S. 86) und schließlich die Ausprägung der aktiven Mobilisation *während* der Ausführung. Viele Athleten verharren z. B. sehr lange an der Hantel bevor sie einen entscheidenden Hebeversuch starten. Dies zeigt die Wichtigkeit der psychischen Vorbereitung direkt vor der Ausführung. Unter emotionaler Stabilität wird in erster Linie Nervenstärke verstanden, im Sinne einer Resistenz gegen den negativen Einfluss von Störfaktoren, die durch äußere Bedingungen (organisatorische Probleme, Publikum, hohe Erwartungen) auftreten können.

VERWEISE:

- Trainingsplanung (3)
- Individualisierung (5)
- Dokumentation (64)

16 Kraft und Körpergewicht

Die relative Kraft macht Kraftleistungen vergleichbar

Wenn ein Sportler 100 Kilogramm (kg) im Bankdrücken bewältigen kann, so sagt dies etwas über seine *absolute* Kraft in dieser Disziplin aus. Will man diese Leistung mit anderen Sportlern vergleichen, muss man einige Parameter berücksichtigen, die die Ausprägung der Kraft maßgeblich beeinflussen. Neben dem Trainingszustand sind dies insbesondere das Alter, das Geschlecht und das Körpergewicht. Im Laufe des Erwachsenenalters kommt es ab dem 30. Lebensjahr zu einem langsamem Absinken der Kraftleistungsfähigkeit. Im 6. Lebensjahrzehnt tritt ein besonders deutlicher Verlust ein. Daher kann man die Kraftleistungen junger Männer nicht mit denen von 60-Jährigen vergleichen, ohne dies zu berücksichtigen. Dieser Tatsache trägt man durch die Bildung von Altersklassen Rechnung. Dass Männer und Frauen unterschiedliche Voraussetzungen für Kraftleistungen haben, führt zu einer Trennung der Geschlechter in Wettkämpfen. Innerhalb der Geschlechter und einer gleichen Altersgruppe wird die Kraft jedoch maßgeblich durch das Körpergewicht bestimmt, da der schwerere Sportler normalerweise auch mehr Muskelmasse besitzt. Die absoluten Kraftleistungen werden deshalb in relative umgerechnet, indem man das erzielte Ergebnis auf das Körpergewicht bezieht:

$$\text{Relative Kraft} = \frac{\text{(absolute) Kraftleistung in kg}}{\text{Körpermasse in kg}}$$

Im Beispiel oben hatte ein Sportler 100 kg gedrückt. Wegt er 80 Kilogramm beträgt seine relative Kraft im Bankdrücken 1,25. Drückt ein 65 kg schwerer Sportler dasselbe Gewicht, ist dessen Leistung höher zu schätzen, da seine relative Kraft 1,5 beträgt. Üblicherweise nimmt mit dem Anstieg des Körpergewichts die absolute Kraft zu, während sich die relative verringert. Im Gewichtheben, Kraft-Dreikampf, Bodybuilding und in Kampfsportarten wird der Beziehung zwischen Kraft und Körpergewicht durch die Bildung von Gewichtsklassen Rechnung getragen. Ein Sportler mit 75 kg Körpergewicht startet in einer anderen Gewichtsklasse als der mit 95 kg. Daher hat jeder Wettkämpfer Konkurrenten mit ähnlicher Körpermasse, was die Chancengleichheit verbessert. Im Kraft-Dreikampf wird sogar bei einem gleichen

Hebeergebnis innerhalb der Gewichtsklasse derjenige zum Sieger erklärt, der beim Wiegen vor dem Wettkampf weniger auf die Waage gebracht hat. Zudem wird in dieser Sportart der Gesamtsieger eines Wettkampfs durch die Berechnung einer relativen Leistung, bei der man das Verhältnis von gehobener Last und Körpergewicht berücksichtigt, ermittelt (sogenannte Wilks-Punkte). Im Kraft-Dreikampf gibt es bei den Männern zehn, bei den Frauen neun Gewichtsklassen, im Gewichtheben acht bzw sieben. Bei einigen Kräftigungsübungen kann man die relative Kraft direkt aus der erzielten Leistung ablesen, nämlich dort wo das eigene Körpergewicht bewegt werden muss, z. B. beim Klimmzug, beim Barrenstütz (Dips) oder beim Liegestütz. Auch in Sprungleistungen fließt das Verhältnis von Kraft und Körpergewicht direkt ein.

Klasse	Name	Nation	Alter	Körper-gewicht	Leistung*	Relative Kraft
-56 kg	Long Qingguan	China	17	55,37	292	5,27
-62 kg	Zhang Xiangxiang	China	25	61,91	319	5,15
-67 kg	Liao Hui	China	20	68,97	348	5,05
-77 kg	Sa Jae-Hyuk	Südkorea	23	76,46	366	4,79
-85 kg	Lu Yong	China	22	84,41	394	4,67
-94 kg	Ilya Ilin	Kasachstan	20	93,64	406	4,34
-105 kg	Andrej Aramnau	Weißrussland	20	104,76	436	4,16
105+ kg	Matthias Steiner	Deutschland	25	145,93	461	3,16

* Gesamtleistung im Olympischen Zweikampf (Reißen und Stoßen) in kg

Relative Kraft der Olympischen Goldmedaillengewinner im Gewichtheben der Männer 2008 in Peking; Quelle: Institute of Applied Training Science (IAT) unter www.bvdg-online.com

VERWEISE:

- Referenzwerte (70)
- Körpergewicht (51)
- Frauen und Männer (75)

17 Beweglichkeit

Nutze große Bewegungssumplituden im Training

Bei der Ausführung von Übungen im Krafttraining gilt das Prinzip, dass man grundsätzlich über den gesamten Bewegungsbereich eines Gelenks trainiert und Teilbewegungen vermeidet. Den Bewegungsbereich einer Übung nennt man auch R.O.M. (engl. *range of motion*). Die Forderung nach einem Training über den *full R.O.M.* ergibt sich aus der Erkenntnis, dass ein Muskel sich in seiner Funktion und Struktur spezifisch an die jeweiligen Anforderungen im jeweiligen Bewegungsbereich (also bei unterschiedlichen Gelenkwinkelstellungen) anpasst. Das bedeutet z. B., dass eine isometrische Halteübung im 90°-Kniewinkel vor allem die Oberschenkelkraft in diesem Winkelbereich trainiert, die Übertragungseffekte auf andere Winkelbereiche (z. B. 120° bzw. 60°) jedoch relativ gering sind. Zudem ist ein Muskel bestrebt, sich in seiner strukturellen Länge an die geforderten Belastungen anzupassen. Dies kann z. B. durch eine Verlängerung (Sarkomeranbau) oder eine Verkürzung (Sarkomerabbau) geschehen. Legt man dem Arm aufgrund einer Verletzung einen Gipsverband an, in dem der Ellbogenwinkel auf 90° fixiert ist, verkürzt sich der Bizepsmuskel strukturell, weil er ständig angenähert ist. Lässt man umgekehrt Mäuse auf einem Laufband ständig bergauf laufen, verlängert sich ihre Wadenmuskulatur, um für die neuen Belastungsbedingungen eine optimale Kraftentwicklung zu ermöglichen.

Trainiert man also nur einen kleinen Bereich einer möglichen Bewegungssumplitude, können Verkürzungen und einseitige Anpassungen eine vielseitige und variable Leistungsfähigkeit des Muskels behindern. Zwar ist es für den Leistungssportler wichtig, bestimmte Winkelbereiche speziell zu trainieren, wenn er gerade diese für seine Wettkampfleistung benötigt. Dennoch ist es mindestens aus gesundheitlicher und verletzungsprophylaktischer Sicht wichtig, im Krafttraining möglichst große Winkelbereiche zu trainieren. Die Muskulatur kann dadurch in jeder Gelenkstellung eine optimale Stabilität und Schutzspannung zur Verfügung stellen. In der Regel ist es aber auch leistungsphysiologisch von Vorteil. Insbesondere Spielsportler, viele Kampfsportler oder Leichtathletik-Mehrkämpfer benötigen aufgrund der vielfältigen Bewegungsmuster im Wettkampf eine optimale Muskelfunktion im gesamten Winkelbereich von Knie-, Schulter-, Hüftgelenk und Wirbelsäule, um sich im Wettkampf effektiv, schnell und variabel bewegen zu können. Im Bodybuilding gilt das

Training über den vollen Bewegungsumfang als notwendig für eine harmonische, vollständige Ausbildung der Muskulatur.

Die Anpassung des Nerv-Muskel-Systems an unterschiedliche Bewegungsbereiche im Training hat neben dem Kraftaspekt auch eine deutliche Wirkung auf die Beweglichkeit. Ein Krafttraining über den *full range of motion* macht also beweglicher. Ein Training an einer Butterfly-Maschine (Brustumkeltraining) kann z. B. die Beweglichkeit des Schultergelenks verbessern. Tiefe oder Ausfallschritt-Kniebeugen verbessern die Beweglichkeit der Hüftgelenke, Rumpfrotationen die der Wirbelsäule. Ein Krafttraining setzt nur dort die Beweglichkeit herab, wo die Weichteilhemmung durch eine extrem hypertrophierte Muskulatur die Gelenkbewegung behindert. Moderne Leistungsturner und viele Gewichtheber sind allerdings ein Beispiel für die Verbindung einer großen Muskelmasse mit einer hervorragenden Beweglichkeit. Das Vorurteil vom unbeweglichen Kraftsportler passt nur dort, wo einseitig und falsch trainiert wird.

Eine Einschränkung der Forderung nach einem vollen Bewegungsumfang ergibt sich dort, wo die endgradige Gelenkwinkelstellung eine vollständige Entspannung der trainierten Muskulatur bewirkt (z. B. Durchdrücken der Knie an der Beinpresse) oder wo die Sicherheit und Gesundheitsverträglichkeit nicht mehr gewährleistet ist. Dies ist häufig bei Vorschädigungen oder im rehabilitativen Training der Fall bzw. bei dem Problem einer biomechanischen Zwangslage. In diesen Fällen ist von dem Prinzip eines möglichst großen R.O.M. abzusehen.

VERWEISE:

- Bewegungsbegrenzung (63)
- Dysbalancen (82)
- Dehnen (60)
- Endkontraktionen (22)
- Wirbelsäulenschutz (81)
- Haltung (98)

18 Wiederholungszahl und Intensität

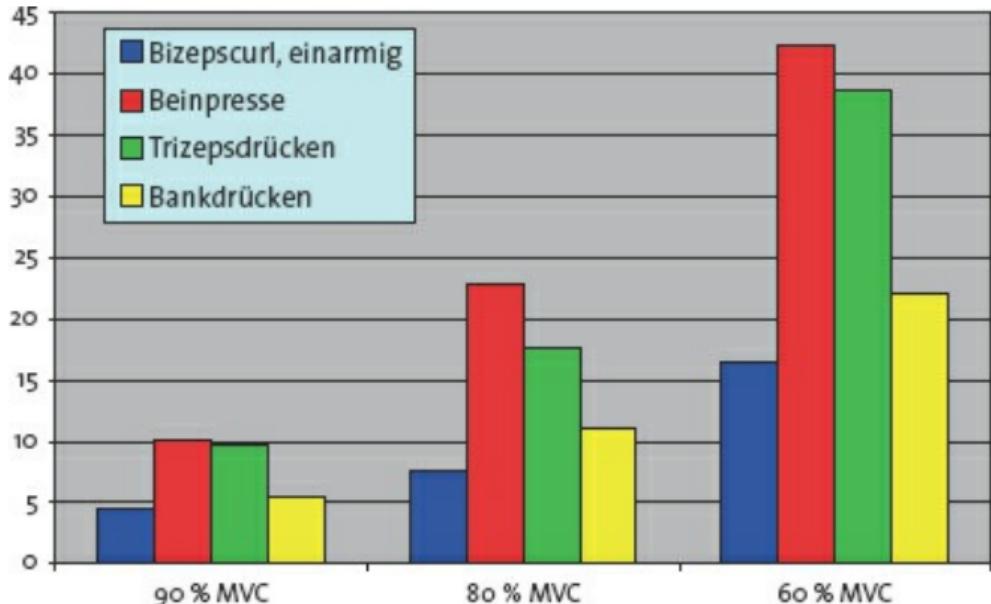
Die Wiederholungszahl pro Serie hängt von der Intensität ab

Die Lastintensität im Krafttraining zeigt einen deutlichen Zusammenhang mit der Anzahl der Wiederholungen, die in einer einzelnen Serie bei maximaler Anstrengung möglich sind. Daraus leiten sich die üblichen Trainingsempfehlungen ab, z. B.: »Trainiere mit einem Gewicht, das 80 % deiner Maximalkraft entspricht, und absolviere 8–10 Wiederholungen pro Serie.« Solche Angaben sind zur Orientierung durchaus hilfreich, jedoch haben Studien gezeigt, dass der tatsächliche Zusammenhang eine deutlich größere Schwankungsbreite zeigt als einige Tabellen und Umrechnungsformeln suggerieren.

Ein exakter, zwischen verschiedenen Sportlern gleicher Zusammenhang ist allein deshalb schon unwahrscheinlich, da die Lastintensität sich aus einem Maximalkrafttest ergibt, der andere leistungsphysiologische Voraussetzungen hat als eine Kraftausdauerleistung. Im ersten Fall bestimmen Muskelquerschnitt und neuronale Aktivierung die Leistungsfähigkeit, im zweiten Fall Stoffwechselvorgänge der anaeroben Energiebereitstellung. Überdies ist die Ermüdung der Muskulatur abhängig von ihrem Faserprofil. Weiße Muskelfasern ermüden schnell, rote langsam. Die Verteilung der Muskelfasertypen ist jedoch bei jedem Menschen und jedem Muskel unterschiedlich. Dementsprechend fanden mehrere Studien übereinstimmend eine große Schwankungsbreite möglicher Wiederholungszahlen bei einer gegebenen Lastintensität, die sich sowohl zwischen den einzelnen Testpersonen als auch zwischen den einzelnen Übungen zeigte.

So konnten die Testpersonen bei der Übung Beinpressen bei 80 % MVC wesentlich mehr Wiederholungen absolvieren als beim Latissimus-Ziehen. Bei der Beinpresse lag die durchschnittliche Wiederholungszahl bei 17,5, beim Latissimus-Ziehen bei 9,8 (Marschall & Fröhlich 1999, S. 313, Tab. 2). Auch die Streubreite der Werte innerhalb einer Übung ist grundsätzlich hoch. Unterschiede von 6–10 oder mehr Wiederholungen zwischen einzelnen Testpersonen sind keine Seltenheit (Buskies & Boeckh-Behrens 1999, S. 5, Tab.2). Je weiter sich die Intensität vom maximalen Bereich entfernt, desto geringer ist die Vorhersagbarkeit der möglichen Wiederholungszahl pro Serie. Aus diesen Erkenntnissen ergibt sich die trainingspraktische Forderung nicht von einem Wiederholungen-

Maximum-Test auf die Maximalkraft zu schließen und sich bei Kenntnis der Maximalkraft nicht an Empfehlungen zur Wiederholungszahl bei bestimmten Intensitäten zu klammern, sondern die subjektive Erschöpfung bzw. die Qualität der Ausführung bei der Festlegung des Serienumfangs zu berücksichtigen. Tabellen zum Zusammenhang von Lastintensität und Wiederholungszahl sind hilfreiche Orientierungen, aus denen jedoch keine Rückschlüsse auf tatsächliche – womöglich exakt erreichbare – Gegebenheiten gezogen werden dürfen.



Durchschnittliche Wiederholungszahlen bei drei unterschiedlichen Belastungsintensitäten in vier verschiedenen Übungen (modifiziert nach Buskies & Boeckh-Behrens 1999, S.6, Tab. 3).

VERWEISE:

- Trainingssteuerung (11)
- Das S.A.I.D.-Prinzip (4)
- Muskelfasertypen (20)
- Bewegungstempo (58)

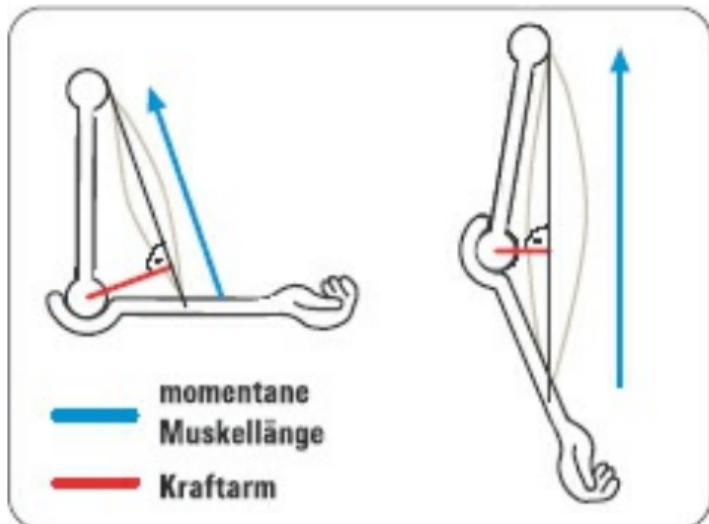
19 Winkelspezifische Kraft

Beachte die Kraftkurve des Muskels

Muskeln bewegen Gelenke. Die Kraft, die ein Muskel entwickeln kann, ist allerdings in hohem Maße von der Winkelstellung des Gelenks abhängig, das er bewegt. Die Winkelstellung beeinflusst die momentane Länge des Muskels und den Hebelarm (= Kraftarm) mit dem er arbeiten kann. Die momentane Länge bestimmt die für eine Kontraktion bedeutsame Überlappung der Filamente des Aktomyosins im Sarkomer, der kleinsten kontraktilen Einheit im Muskel. Bei einer Kontraktion gleiten die Filamente stärker ineinander, während sie bei einer Dehnung auseinander gezogen werden. Bei starker Verkürzung (Endkontraktion) oder starker Dehnung ist infolgedessen die Überlappung der Filamente ungünstig, was dazu führt, dass der Muskel nur wenig Kraft entwickeln kann.

Bei einer *leichten* Dehnung des Muskels ist die Überlappung jedoch noch günstig und es addieren sich zu der reinen Kontraktionskraft zusätzlich elastische Rückstellkräfte, die die Kraftentwicklung unterstützen. Viele Muskeln können daher in einer leicht gedehnten Stellung (= günstige Überlappung + elastische Rückstellkräfte) eine besonders hohe Kraft entwickeln. Bei starker Verkürzung entfällt der Vorteil elastischer Kräfte und die Filament-Überlappung ist sehr ungünstig. Daher ist in dieser Position (Endkontraktion) die effektive Kontraktionskraft häufig am geringsten.

Der Kraftarm, das heißt der Abstand der Kraftwirkungslinie der Muskelkontraktion zur Gelenkkopfachse wird durch unterschiedliche Winkelstellungen verkürzt oder verlängert. Ein großer Abstand (= langer Kraftarm) bewirkt ein großes (günstiges) Drehmoment, ein geringer Abstand ein kleines (ungünstiges).

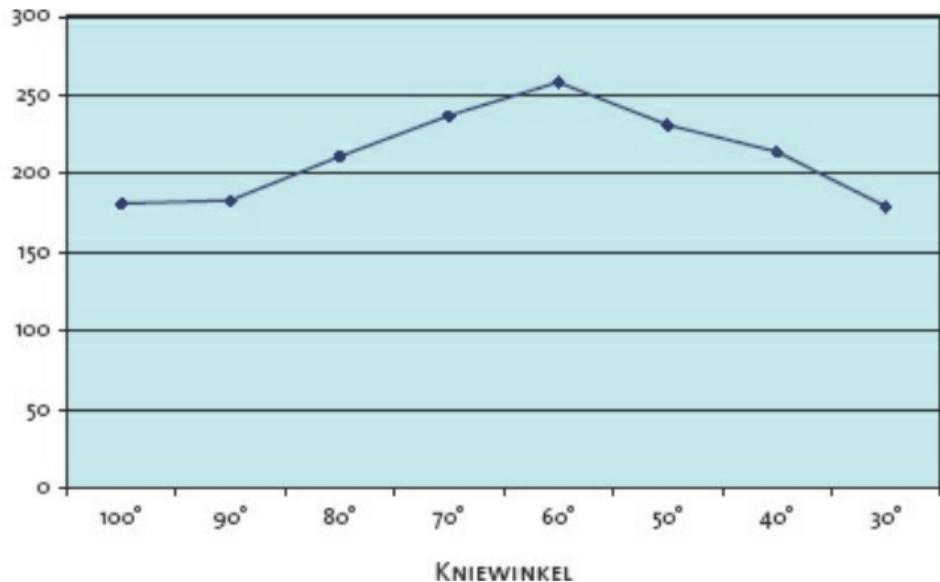


Kraftarm- (rot) und Muskellängenänderung (blau) bei unterschiedlichen Gelenkwinkeln bei der Armbeugung (schematisch).

Wie hoch nun die Krafterzeugung des Muskels im jeweiligen Gelenkwinkel unter den genannten Voraussetzungen ist, kann durch Tests ermittelt werden. Diese Tests ergeben die Kraftkurve eines Muskels (siehe Diagramm). Wie die Kraftkurve sich in der Bewegung einer Last tatsächlich auswirkt, hängt allerdings zusätzlich von der Länge des Lastarms ab, d. h. vom Abstand des Lastschwerpunkts zur Gelenkachse. Der Bizeps hat z. B. die größte Kraftentwicklung im 90° -Ellbogenwinkel (Zatsiorsky 1996, S. 74). Beim Bicepscurl mit senkrecht herabhängendem Oberarm ist in diesem Gelenkwinkel allerdings auch der längste Lastarm wirksam, was den muskelphysiologischen Vorteil aufhebt.

Im Training ist die Kenntnis der Kraftkurven von Muskeln nützlich, um den Widerstand gezielt auf Schwachpunkte im Bewegungsablauf zu konzentrieren (z. B. Prinzip der Spitzenkontraktion) oder ihn an die Kraftkurve anzupassen, damit in jedem Gelenkwinkel eine maximale Ausbelastung des Muskels ermöglicht wird. Letzteres wird durch Exzenter-Vorrichtungen an Kraftmaschinen angestrebt.

KRAFT IN NEWTONMETER



Kraftkurve der Beinstreckerkraft im Sitzen (offenes System)

VERWEISE:

- Endkontraktionen (22)
- Beweglichkeit (17)
- Hantel oder Maschine? (50)
- Widerstandsarten (49)

20 Muskelfasertypen

Muskelfasertypen beeinflussen die Krafteigenschaften der Muskulatur

Große Muskeln bestehen aus vielen Tausend Muskelfasern. Die Muskelfasern enthalten Myofibrillen, die sich zusammenziehen können und dadurch eine Kontraktion des Gesamt Muskels bewirken. Doch haben die Muskelfasern unterschiedliche Eigenschaften, nach denen sie eingeteilt werden. Es gibt rote Muskelfasern, die sich nur langsam zusammenziehen, dafür aber eine große Ausdauer besitzen. Ihre Farbe entsteht durch das Myoglobin, das einen innerzellulären Sauerstoffspeicher darstellt. Die roten Fasern haben ein ausgeprägtes Potential zur aeroben Energiegewinnung. Die weißen Muskelfasern ziehen sich schneller zusammen, ermüden aber auch früher als die roten Fasern. Sie sind für eine anaerobe Energiegewinnung ausgelegt, die ohne Sauerstoff abläuft, dafür mit einer erheblichen Milchsäurebildung einhergeht. Unter den weißen Fasern unterscheidet man Typ-IIa und Typ-IIx. Die IIx-Fasern sind die schnellsten Fasern, während die IIa-Fasern etwas langsamer sind, dafür aber auch etwas später ermüden. Die Verteilung der unterschiedlichen Fasertypen in der Muskulatur ist von Mensch zu Mensch und von Muskel zu Muskel verschieden.

Viele Muskeln haben ein annähernd ausgewogenes Verhältnis von roten zu weißen Fasern, andere zeigen ein Überwiegen eines bestimmten Fasertyps. Extreme Verhältnisse können 90:10 betragen, d. h. 90 % der Gesamtfasern gehören zu Typ I oder Typ II. Die Faserverteilung ist genetisch festgelegt. Ein hoher Anteil weißer Muskelfasern ist sehr günstig für Schnellkraftsportler, z. B. Springer, Gewichtheber oder Kugelstoßer. Ein hoher Anteil roter Fasern begünstigt Ausdauerleistungen, z. B. Marathon, Triathlon oder Skilanglauf. Durch sportliches Training ist es möglich, Muskelfasern in ihren Nachbartypus umzuwandeln, insbesondere Typ-IIx in Typ-IIa. Eine Erhöhung des Anteils an Typ-II-Fasern ist nach heutigem Kenntnisstand durch Training nicht zu erreichen. Lediglich eine völlige Ruhigstellung, z. B. im Gipsverband, kann vorübergehend eine Fasertransformation in Richtung des schnell zuckenden, weißen Typus erzeugen. Wird die ruhig gestellte Muskulatur dann wieder ihren gewohnten Belastungen ausgesetzt, findet eine Re-Transformation in den langsameren Fasertyp statt.

Daher brauchen insbesondere Schnellkraftsportler eine gute

Veranlagung in Form eines genetisch bedingten hohen Anteils an weißen Muskelfasern in ihrer leistungsbestimmenden Muskulatur. Beim Bodybuilding hingegen scheint die anlagebedingte Faserverteilung keine so bedeutende Rolle zu spielen wie z. B. im Gewichtheben, da bei erfolgreichen Bodybuildern z. T. sehr hohe Anteile roter Muskelfasern gefunden wurden. Für das Training der weißen Muskelfasern müssen hohe Lasten bewegt werden oder mittlere Lasten mit explosiven Krafteinsätzen, da ihre Rekrutierungsschwelle hoch ist. Für das Training roter Muskelfasern, die eine niedrige Rekrutierungsschwelle haben, ist die Kontraktionsdauer der entscheidende Faktor.

Somit gibt es keine ideale Trainingsintensität, um das gesamte Faserspektrum intensiv zu trainieren. Vielmehr muss eine Methodenkombination angewendet werden, um sowohl die roten wie die weißen Fasern zu einem Muskel- und Leistungszuwachs zu zwingen. Um zumindest möglichst viele Fasern in die Belastung einzubeziehen, muss das Trainingsgewicht mindestens 80–85 % der Maximalkraft betragen. Wird die Serie bis zur Erschöpfung trainiert und nachfolgend das Gewicht reduziert, um durch weitere Wiederholungen auch die roten Fasern zu ermüden, dürfte eine breite Wirkung zu erwarten sein.

Neben den genannten Fasertypen I, IIa und IIx gibt es noch den Typ IIc. Dieser Mischtyp ist vermutlich in einem Wandlungsprozess begriffen und spricht für die Anpassungsfähigkeit des Typenspektrums. Beim normalen Erwachsenen beträgt der Anteil dieser Fasern nur etwa zwei Prozent.

VERWEISE:

- Schnelligkeit (14)
- Bewegungstempo (58)
- Schnellkraft (27)
- Rekrutierung (21)
- Wiederholungszahl und Intensität (18)

21 Rekrutierung

Die Rekrutierung motorischer Einheiten folgt dem Größenordnungsprinzip

Das Nervensystem kann nicht jede einzelne Muskelfaser getrennt aktivieren. Vielmehr versorgt ein motorischer Nerv eine große Anzahl von Muskelfasern. Wenn dieser Nerv den Befehl zur Anspannung übermittelt, kontrahieren alle angeschlossenen Muskelfasern. Dieses funktionelle System eines motorischen Nervs und »seiner« Muskelfasern nennt man eine motorische Einheit (im folgenden ME genannt). Die Einbeziehung einer ME in den Kontraktionsvorgang heißt Rekrutierung. ME bestehen immer aus dem gleichen Fasertyp, d. h. entweder aus roten, langsamem Typ-I-Fasern oder aus weißen, schnell zuckenden Typ-II-Fasern. Die Einheiten vom Typ-I sind kleiner als die vom Typ-II, d. h. sie besitzen weniger Muskelfasern. Kleine ME werden insbesondere für die Feinsteuerung von Bewegungen eingesetzt, während bei großräumigen, kraftvollen Muskeleinsätzen die großen ME zugeschaltet werden müssen. Wenn ein Muskel sich langsam mit immer stärkerer Kraft anspannt, werden zunächst die kleinen Typ-I-Einheiten aktiviert. Mit zunehmender Kontraktionsstärke folgen die größeren Typ-I-Einheiten, dann die kleineren Typ-II-Einheiten, und schließlich die größten ME (ebenfalls Typ-II) mit ihrem sehr hohen Faser- und Kraftpotential. Da diese Reihenfolge der Faseraktivierung von dem amerikanischen Neurophysiologen Elwood Henneman 1965 ausführlich beschrieben wurde, nennt man dieses Phänomen auch das Henneman'sche Rekrutierungsprinzip.

Spannt sich der Muskel mit einer geringen Kraft an, werden also nur Typ-I-Fasern aktiviert. Erst bei sehr hohen Krafteinsätzen werden auch die größten Typ-II-Einheiten zugeschaltet. Das bedeutet für die Trainingspraxis, dass man nur mit hohen Gewichten das gesamte Faserprofil in das Training einbeziehen kann. Da die Typ-I-Fasern allerdings ausdauernder sind als die Typ-II-Fasern, müssen sie auch länger angespannt werden, um eine trainingswirksame Erschöpfung herbeizuführen. Das bedeutet, dass mit kurzzeitigen, hohen Krafteinsätzen vorwiegend die Typ-II-Fasern trainiert werden, mit länger andauernden, niedrigeren Krafteinsätzen vorwiegend die Typ-I-Fasern.

Da die Kontraktionszeiten für die Kraftentwicklung bei den einzelnen Fasertypen allerdings unterschiedlich lange dauern, ist die verzögerte

Rekrutierung der großen ME nicht gleichzusetzen mit dem Moment ihres Kraftbeitrags im Anspannungsprozess. Die Typ-IFasern benötigen nämlich mehr als doppelt soviel Zeit zur Kontraktion wie die Typ-IIx-Fasern und deutlich mehr als die IIa-Fasern. Inwieweit nun bei sehr schnellkräftigen Bewegungen im Sport die schnell zuckenden Muskelfasern früher bzw selektiv aktiviert werden können, ist noch nicht ausreichend geklärt. Es wäre ja für sehr schnelle Muskelanspannungen wünschenswert, dass die schnell zuckenden Fasern sofort aktiviert werden und nicht erst der umständliche Weg über das Größenordnungsprinzip der Rekrutierung genommen werden müsste. Bei Katzen und Fischen wurde bei Jagd- bzw Fluchtbewegungen eine selektive Aktivierung schnell zuckender ME bereits bewiesen. Eventuell wird hierfür die Aktivierung langsamer ME vom Zentralnervensystem gehemmt und dadurch das Henneman-Prinzip außer Kraft gesetzt. Zumindest wird die Steilheit des Kraftanstiegs einer Kraft-ZeitKurve, die als Maß für die Schnellkraftfähigkeit gilt, im Wesentlichen durch die Kontraktion der schnell zuckenden Fasern bestimmt. Eine schnellstmögliche Einbindung dieser ME in den Anspannungsprozess ist für eine schnellkräftige Bewegung also leistungsbestimmend.

VERWEISE:

- Muskelfasertypen (20)
- Bewegungstempo (58)
- Schnellkraft (27)
- Maximalkrafttraining (25)
- Trainingssteuerung (11)

22 Endkontraktionen

Endkontraktionen und Spitzenkontraktionsprinzip erhöhen die Muskelaktivierung

Die intensive Aktivierung vieler Fasern eines Muskels mit hohen Frequenzen ist eine günstige Voraussetzung für einen effektiven Trainingsreiz. Durch elektromyographische Messungen (EMG), bei denen Elektroden auf oder in den Muskel gebracht werden, kann die relative Höhe der Aktivierung bestimmt werden. Das heißt, dass man mit dieser Methode messen kann, bei welcher Übung bzw. Übungsausführung ein Muskel besonders intensiv aktiviert wird. Im Zuge von EMGUntersuchungen stellten die Wissenschaftler Wolfgang Buskies und Wend-Uwe Boeckh-Behrens die Empfehlung für sogenannte Endkontraktionen auf ein solides Fundament. Eine Endkontraktion ist die Muskelanspannung am Ende der konzentrischen Bewegungsbahn einer Übung, wenn Ursprung und Ansatz des Muskels maximal angenähert sind (z. B. oberste Position der Hantel beim klassischen Bizepscurl). Die Autoren stellten fest, dass bei vielen Beuge- und Zugbewegungen (z. B. Beincurl, Latzug) die muskuläre Aktivierung in der Endkontraktion am höchsten ausfällt und empfehlen daher, bei diesen Übungen an jede normale Wiederholung 3–5 Endkontraktionen mit minimaler Bewegungsamplitude anzuschließen. Bei Druck- und Streckbewegungen (z. B. Bankdrücken, Trizepsdrücken) findet in vielen klassischen Übungen die maximale Aktivierung nicht in der Endkontraktion, sondern in der gedehnten, frühen Phase der konzentrischen Bewegungsbahn statt. Für diese Übungen werden pro Wiederholung kleine Teilbewegungen in der gedehnten Position empfohlen (Boeckh-Behrens & Buskies 2005, S. 102–106).

Der Ansatz, in der Phase der maximalen Aktivierung länger zu belasten, findet sich schon seit vielen Jahrzehnten in den Weider-Trainingsprinzipien als *Peak-Contraction-Principle* (Prinzip der Spitzenkontraktion). Es wird empfohlen, die Lastbedingungen einer Übung so zu gestalten, dass in der maximalen Verkürzung des Muskels die höchste Belastung (und damit eine maximale Aktivierung) auftritt. Durch ein kurzes isometrisches Verharren in dieser Position bei jeder Wiederholung kann dann ein besonders hoher Trainingsreiz gesetzt werden. Ein Praxisbeispiel: Beim normalen Langhantel-Bizepscurl im Stehen ist die Aktivierung trotz Endkontraktion durch den kurzen

Lastarm am obersten Punkt der Bewegung gering. Durch ein Vorneigen des Oberkörpers (mit angelegten Oberarmen) oder eine Durchführung am Seilzug (Zug von vorn unten) lässt sich die höchste Belastung in den Bereich der Endkontraktion lenken (siehe Foto).



IDurch ein Bizepstraining am Seilzug kann der höchste Widerstand in die Position der maximalen Verkürzung gesetzt werden.

Beide Prinzipien (Endkontraktion, Spitzenkontraktion) haben den Vorteil einer erhöhten Aktivierung des Muskels, der für die Effektivität eines Hypertrophietrainings (Massezuwachs) und Kraftausdauertrainings

sinnvoll eingesetzt werden kann. Für andere Zielsetzungen (Schnellkraft, intramuskuläre Koordination) oder im Training sportartspezifischer Bewegungsabläufe macht die gezielte Betonung dieses Teilbereichs der Bewegungsbahn häufig keinen Sinn. Es ist vor allem ein Ansatz für den Bereich Fitnesstraining und Bodybuilding und kann zudem als Variation im Grundlagentraining eingesetzt werden. Zu dem Prinzip der Teilbewegungen in der Dehnstellung ist anzumerken, dass auch einige Streckübungen (nicht nur Beuge- und Zugübungen) in der Endkontraktion ihre höchste Aktivierung haben, z. B. Beinstrecken am Gerät oder die Trizepsübung »Back-Kicks« (der Oberarm wird bei vorgeneigtem Oberkörper in der Waagerechten gehalten). In welchem Teil der Bewegungsbahn die höchste Aktivierung eintritt, ist also immer von der spezifischen Form der Übungskonstellation abhängig.

VERWEISE:

- Winkelspezifische Kraft (19)
- Beweglichkeit (17)
- Widerstandsarten (49)

23 Crossing-Effekte

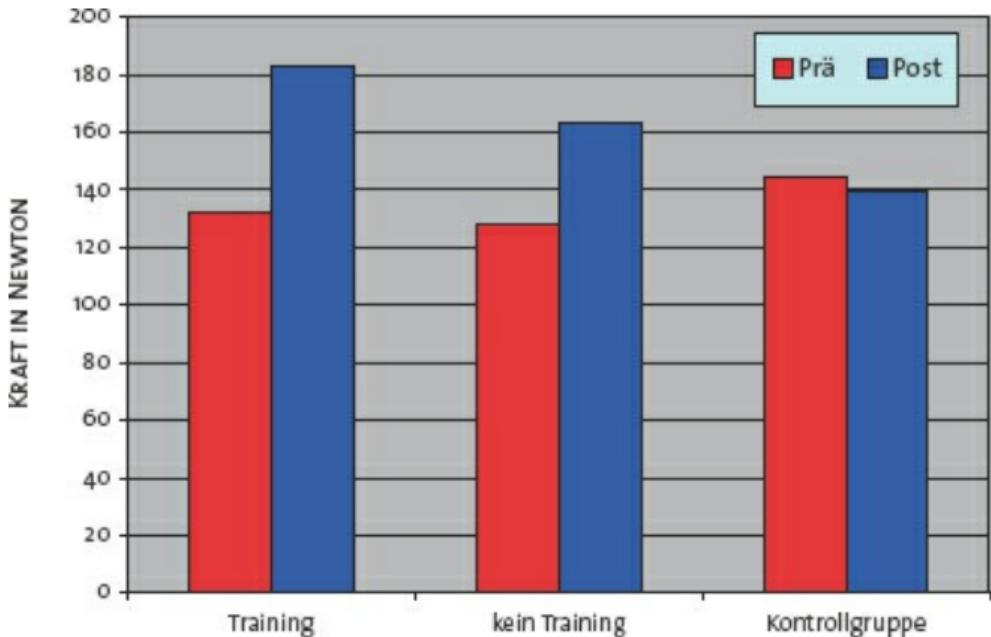
Das Prinzip des kontralateralen Transfers

Die meisten Menschen sind Rechtshänder und schreiben daher mit der rechten Hand. Ist man aufgrund einer Verletzung der rechten Hand gezwungen, mit der linken Hand zu schreiben, so geht dies meist überraschend gut, wenn man bedenkt, dass man es nicht geübt hat. Diese Übertragung von Trainingsreizen auf die Gegenseite nennt man einen kontralateralen Transfer bzw Crossing-Effekt. Dass diese Übertragungen stattfinden, ist für das koordinative Lernen gut belegt. Sie beziehen sich sowohl auf die Hände bzw. Arme als auch auf die Füße bzw. Beine.

Das Phänomen des kontralateralen Transfers wird über die Ausbreitung von Nervenimpulsen auf die Gegenseite während einer Übung erklärt bzw über die Ausbildung generalisierter motorischer Bewegungsprogramme, die – einmal erlernt – variabel eingesetzt werden können. Bei einem Krafttraining kann man während der Übungsausführung mit dem rechten Arm auch eine Muskelaktivierung im linken Arm messen. Diese liegt jedoch normalerweise unterhalb einer trainingswirksamen Reizschwelle, z. B. bei 20 % MVC (Hollmann & Hettinger 2000, S. 232). Dennoch sind auch im Krafttraining kontralaterale Effekte – also Kraftzuwächse – bei einem einseitigen Training erzielt worden. Diese erklären sich allerdings vorrangig über koordinative Effekte, weniger über eine Muskelhypertrophie. Kraftleistungen hängen bekanntlich in hohem Maße von der inter- und intramuskulären Koordination ab. Daher muss der koordinative Lerneffekt für die Gegenseite sich auch auf Kraftleistungen günstig auswirken.

Insbesondere im rehabilitativen Training, z. B. nach Verletzungen, wenn die betroffene Extremität geschont werden muss, bietet sich ein kontralaterales Training an, um die schonungsbedingten Kraftverluste in Grenzen zu halten. Ist ein Kraftgewinn bzw die Minderung eines Kraftverlusts durch kontralaterales Training erwünscht, so sollte mit hoher Intensität (= schweren Gewichten) und maximaler Anstrengung trainiert werden, da hierdurch eine höhere Aktivierung der nicht-trainierenden Seite erzielt werden kann und die Kraftgewinne deutlich höher liegen als bei niedrigen Belastungsintensitäten. Kraftsteigerungen in Größenordnungen von 50 % des Zuwachses der trainierten Gegenseite oder mehr sind auf der nicht-trainierten Seite möglich. Außer im medizinischen Bereich lassen sich koordinative Lerneffekte durch den kontralateralen

Transfer im Nachwuchstraining ausnutzen, z. B. bei Springern, Kugelstoßern oder im Schusstraining von Fußballern. Ein beidseitiges Üben soll schnellere und differenziertere Lernerfolge bringen und die Bewegungsqualität der Leistungsseite günstig beeinflussen.



Kraftgewinn der Plantarflexoren nach einem vierwöchigen, hochintensiven und unilateralen Krafttraining mit 6x6 maximalen Kontraktionen. Dargestellt sind die Effekte auf das trainierte Bein (Training), das nicht-trainierte Bein (kein Training) und auf beide Beine der Kontrollgruppe (Datenquelle: Fimland et al. 2009, S. 726, Tab. 1).

VERWEISE:

- Medizinisches Krafttraining (**97**)
- Rechts und Links (**69**)

24 Muskelkater

Kein hartes Training auf den Muskelkater

Muskelkater sind Muskelschmerzen, die einige Stunden bzw am Folgetag nach einer ungewohnten muskulären Anstrengung auftreten und bis zu sieben Tage anhalten können. Die Ursache der Schmerzen sind Mikroverletzungen in der Binnenstruktur der Muskelfaser, die zu Gewebeschwellungen und Reizung der Schmerzrezeptoren führen. Die verkaterte Muskulatur schmerzt bei Bewegung und höhere Muskelanspannungen werden gemieden. Ungewohnt hohe Lasten, eine ungewohnt lange Anspannung, Belastungen in ungewohnten Gelenkwinkelstellungen und neue, koordinativ anspruchsvolle Übungen mit kräftigen Muskelkontraktionen führen zu Muskelkater. Insbesondere die exzentrische, abbremsende Phase von Bewegungen löst die Mikroverletzungen aus. Daher sind exzentrische Belastungen wie Bergabgehen, Landungen nach Sprüngen, abrupte Abstoppbewegungen beim Laufen oder das betont langsame Herablassen des Gewichts beim Krafttraining mit sehr hohen Lasten besonders muskelkaterträchtig.

Da es sich um eine Gewebsschädigung handelt, sollte unter Muskelkater kein hartes Training der betroffenen Muskeln stattfinden. Einerseits würden die Wiederherstellungsprozesse behindert, andererseits wäre keine volle Kraftentwicklung möglich, was die Trainingseffektivität herabsetzt. Lockere, aerobe Belastungen sind jedoch erlaubt, fördern die Regeneration und reduzieren die Schmerzen. Von intensiven Dehnübungen ist abzuraten. Die Muskulatur, die nicht verkatert ist, kann natürlich trainiert werden.

Die von einem Muskelkater betroffenen Muskelfasern werden in der Regenerationsphase vollständig wiederhergestellt. Es findet keine Vernarbung statt, so dass das Gewebe nach dem Abklingen der Symptome seine volle Funktion und Belastbarkeit wiedererlangt. Muskelkater ist also nicht schädlich und zieht keine negativen Folgen nach sich. Allerdings ist es auch ein verbreiteter Irrtum anzunehmen, dass ein Training nur dann effektiv sei, wenn es einen Muskelkater auslöst. Bei gewohnten Übungen kann durch eine progressive Belastungssteigerung sehr wohl ein positiver Anpassungsreiz hinsichtlich Kraft- und Massezuwachs gesetzt werden, ohne dass Muskelschmerzen nach dem Training auftreten. Andererseits darf bei einem Auftreten von Muskelkater-Symptomen durchaus angenommen werden, dass die vorangegangene Trainingseinheit überschwellige Reize enthielt, und somit eine Anpassungsreaktion in Form

einer Superkompenstation erfolgt.

Muskelkater ist ein harmloser Begleiter des Krafttrainings, sofern man ihn auskuriert. Stehen neue, ungewohnte Trainingstübungen auf dem Programm lässt er sich kaum vermeiden. Dehnübungen vor oder nach dem Training sind als Schutzmaßnahme unwirksam. Die beste Möglichkeit zur Prophylaxe bietet ein behutsames Heranführen des Sportlers an ungewohnte Belastungen und höhere Intensitäten, d. h. neue Übungen mit wenig Gewicht ausführen lassen, gewohnte Übungen nur langsam steigern.

VERWEISE:

- Exzentrisches Training (33)
- Belastung und Erholung (6)
- Superkompenstation (10)

25 Maximalkrafttraining

Wer stark werden will, verbindet Muskelmasse und intramuskuläre Koordination

Wenn wir von einem im physiologischen Sinne starken Menschen sprechen, meinen wir normalerweise jemanden, der über eine hohe Maximalkraft verfügt. Wir beobachten seine Fähigkeit, besonders schwere Gegenstände bewegen zu können. Dies zeigt sich im Sport insbesondere bei Gewichthebern, Kraft-Dreikämpfern oder Teilnehmern von »Strong-Men-Wettbewerben«. Im Alltag verfügen häufig Bauarbeiter, Arbeiter in der Industrie oder Möbelpacker über eine hohe Maximalkraft. Sie gilt als Basisgröße der Kraft, da sie maßgeblich auch die Kraftausdauer und Schnellkraft beeinflusst. Die Maximalkraft ist die höchstmögliche, willkürliche Anspannung (Kontraktion), die ein Muskel erzeugen kann. Sie ist abhängig von der Ansteuerung des Muskels durch das Nervensystem (neuronale Komponente) und von seiner materiellen Struktur, d. h. von seiner Masse und der Packungsdichte der kraft erzeugenden Proteinfilamente (Myofibrillen). Daher kann man die Maximalkraft über zwei Wege steigern:

Erstens über eine Verbesserung der neuronalen Ansteuerung des Muskels durch das Nervensystem und zweitens über eine Erhöhung seiner Masse, die sich in einer Vergrößerung seines physiologischen Querschnitts zeigt. Wer also seine Maximalkraft erhöhen will, muss beide Komponenten trainieren, was zwei unterschiedliche Trainingsmethoden erfordert.

Für eine Verbesserung der neuronalen Ansteuerung eines Muskels werden extrem hohe Gewichte verwendet, die etwa 90–100 % der aktuellen Maximalkraft des Trainierenden entsprechen. Diese können nur ein- bis dreimal ohne Pause hintereinander bewegt werden, weshalb die Belastungsdauer der einzelnen Hebeserie extrem gering ist (ca. 5–15 Sekunden). Es verbessert sich hierdurch jedoch die Fähigkeit, möglichst viele Muskelfasern eines Muskels einzusetzen (Rekrutierung), diese möglichst gleichzeitig anzuspannen (Synchronisation) und zudem die eingesetzten Fasern mit einer schnellen Abfolge von Nervenimpulsen »zu bombardieren« (Frequenzierung). Dies sind die Faktoren, die die so genannte *intramuskuläre Koordination* verbessern.

Für eine Erhöhung der Muskelmasse, also der kraft erzeugenden Proteinstrukturen, ist es notwendig, eine etwas längere Seriendauer zu erreichen. Eine hohe Muskelmasse wird durch die Kombination von

hohen Gewichten und einer Seriendauer von mindestens 20–30 Sekunden erreicht. Daher sollten die Gewichte im Bereich von 70–85 % der aktuellen Maximalkraft des Trainierenden liegen und etwa 8- bis 12-mal bewegt werden können.

Die zwei Formen der Maximalkraftsteigerung wendet man im Rahmen einer Periodisierung abwechselnd an, meist mit einer Schwerpunktsetzung der einen oder anderen Methode für mehrere Wochen. Anfänger beginnen immer zunächst mit einem Muskelaufbautraining zur Vermehrung der Muskelmasse, bevor Methoden zur Verbesserung der intramuskulären Koordination trainiert werden, da Letztere den Bewegungsapparat sehr stark belasten, was beim Anfänger zu Verletzungen führen kann.

Natürlich ist die Fähigkeit, schwere Lasten zu bewegen zum Teil auch eine Frage der Bewegungstechnik. Je anspruchsvoller die Bewegung, desto mehr Einfluss auf den Erfolg einer Maximalkraftaufgabe hat die Koordination der einzelnen Muskeln und Muskelgruppen untereinander, d. h. die sogenannte *intermuskuläre Koordination*. Bei hoch komplexen Bewegungsformen, wie z. B. beim Reißen im Gewichtheben, ist ein gut koordiniertes Zusammenspiel von Bein-, Rumpf-, Schultergürtel- und Armmuskeln notwendig, um ein hohes Gewicht erfolgreich über den Kopf zu bringen. Da die technische Beherrschung einer Übung allerdings die Voraussetzung für das Auflegen schwerer Lasten sein sollte, sind Muskelaufbau und intramuskuläre Koordination die entscheidenden Komponenten der Maximalkraftsteigerung im Training des Fortgeschrittenen, insbesondere bei Übungen mit geringem technischen Anspruch.

Trainingsziel	Intensität (in % Hebungen d. Maximalkraft) pro Serie	Serien pro Übung	Kraftentwicklung
Muskelaufbau	70–85	6–12	3
Intramuskuläre Koordination	90–100	1–3	5–8

Methoden zur Steigerung der Maximalkraft

VERWEISE:

- Muskelaufbautraining (26)
- Trainingssteuerung (11)
- Bewegungstempo (58)
- Serienanzahl (39)
- Serienpause (40)

26 Muskelaufbautraining

Wer dicke Muskeln will, muss unter hoher Spannung seine Muskelfasern erschöpfen

Die Frage, welche Reize ein trainingsbedingtes Muskelwachstum (Hypertrophie) auslösen, wird bereits lange in der Wissenschaft diskutiert, ohne dass bislang eine vollständige Klarheit über die Mechanismen erreicht werden konnte. Eine Voraussetzung scheint zu sein, dass der Muskel einer hohen Spannung ausgesetzt werden muss (ReizSpannungs-Theorie). Dies wird durch eine hohe Lastintensität erreicht, z. B. ein Gewicht, das im Bereich von 70–85 % der maximalen Kraft des Muskels liegt. Hohe Spannungen lösen Zerstörungen in der Mikrostruktur der Muskelzelle aus, die als Wachstumsstimulus wirken. Eine zweite Bedingung für Hypertrophieeffekte ist eine ausreichende Reizdauer, die sich vor allem aus der Dauer der Einzelserie (und eventuell der Serienzahl) ergibt. Ist die Last extrem hoch (> 90 % MVC), ist offenbar die mögliche Reizdauer zu kurz, um ein intensives Muskelwachstum anzuregen. Was aber bewirkt eine längere Reizdauer? In der Regel gilt, dass das Muskelaufbautraining dann besonders effektiv ist, wenn mit den typischen Gewichten (70–85 % MVC) bis zum Muskelversagen trainiert wird. Dabei entsteht ein hoher metabolischer (also stoffwechselbedingter) Stress in der Muskelzelle, der neben der hohen Spannung als ein Stimulus für eine Hypertrophie angesehen wird. Möglicherweise spielt die vorübergehende Energiemangelsituation im Muskel eine wichtige Rolle als Hypertrophie-Reiz, da die Muskelzelle in eine Störung ihrer Proteinsynthese gezwungen wird, die nachfolgend durch Hypertrophie überkompensiert wird (Energietheorie).

Eine verlängerte Reizdauer der Einzelserie ermüdet zunehmend mehr motorische Einheiten, die aus einem Nerv und seinen angeschlossenen Muskelfasern bestehen. Je mehr motorische Einheiten vollständig erschöpft werden, desto größer ist der Gesamtgewinn an Hypertrophie. Daher wendet man z. T. Techniken an, um die Serie über den Punkt des Muskelversagens hinaus fortzuführen, da man erwartet, dadurch weitere motorische Einheiten zum Wachstum zu zwingen. Die Zeit unter einer hohen Spannung (engl. »Time under Tension«) scheint der Schlüssel für eine optimale Reizgestaltung zu sein, wobei unklar ist, ob es dabei um eine Maximierung (z. B. absolute Dauer der Kontraktion) oder eine Optimierung (z. B. schnellst mögliche Erschöpfung vieler Fasern) geht.

Um nahezu alle motorischen Einheiten (und damit fast alle Fasern) eines Muskels in das Training einzubeziehen, muss die Lastintensität bei mindestens 80 % MVC liegen. Erst ab dieser Lasthöhe sind nahezu alle motorischen Einheiten rekrutiert. Diese können dann sukzessiv ermüdet werden, wobei die schnell zuckenden, weißen Muskelfasern schneller ermüden als die langsamen, roten.

Bei der Diskussion um die Hypertrophie darf nicht außer Acht gelassen werden, dass die Dicke des Muskels nicht nur durch eine Vermehrung seiner kontraktilen Elemente (insbesondere der Myofibrillen) bestimmt wird, sondern auch durch eine Erweiterung des Sarkoplasmas. Das Sarkoplasma ist eine Zellflüssigkeit zwischen den Myofibrillen, die Enzyme, Zellorgane und Energieträger (z. B. Glykogen, Fettsäuren) enthält und vor allem für die Speicherung und Energiegewinnung der Muskelzelle wichtig ist. Durch volumenorientiertes Krafttraining wächst der Anteil an Sarkoplasma in der Muskelzelle, während ein intensitätsorientiertes Training (hohe Lasten) vor allem die Myofibrillen entwickelt. Bodybuilder zeigen eine gemischt myofibrilläre und sarkoplasmatische Hypertrophie, während bei Gewichthebern die myofibrilläre Hypertrophie überwiegt. Die Maximalkraft wird nur durch eine myofibrilläre Hypertrophie gesteigert. Über die optimale Anzahl der Serien im Muskelaufbautraining, ebenso wie über die optimale Dauer der Einzelserie herrscht keine Klarheit. Üblicherweise wird mit Intensitäten von mindestens 60 %, höchstens 85 % der Maximalkraft trainiert, mit 1–5 Serien pro Übung, mit 3–9 Übungen pro Muskelgruppe und einer Pausendauer von 1–3 Minuten zwischen den Einzelserien. Die Wiederholungszahl pro Serie liegt bei 6–12, wobei zwischen den einzelnen Wiederholungen normalerweise keine »echte« Pause eingelegt wird (Ausnahme: PIT Force Training). Anfänger führen normalerweise ein sogenanntes sanftes Krafttraining ohne Ausbelastung durch. Fortgeschrittene trainieren mit hoher Ausbelastung. Trainierende mit langjähriger Erfahrung müssen Intensivtechniken, Verbundsätze oder andere spezielle Techniken anwenden, um eine weitere Steigerung ihrer Muskelmasse zu erreichen.



Über den Wachstumsreiz entscheidet nicht nur die Höhe der Trainingsgewichte, sondern auch die Belastungsdauer.

Trainingsstatus	Intensität (in % der Maximalkraft)	Hebungen pro Serie	Serien pro Übung	Kraftentwicklung
Anfänger	60 %	10–15	1–3	langsam
Fortgeschrittener	70–85 %	6–12	3–5	langsam bis zügig

Belastungsdesign im Muskelaufbaustraining

VERWEISE:

- Maximalkrafttraining (25)
- Sanftes Krafttraining (30)
- Trainingssteuerung (11)
- Intensivtechniken (35)
- Serienkopplung und Variation (42)
- Serienanzahl (39)
- Bewegungstempo (58)
- Anabolika (93)
- Kraft und Körpergewicht (16)

27 Schnellkraft

Explosive Krafteinsätze erhöhen die Schnellkraft

Die Schnellkraft ist abhängig von der Fähigkeit des Nerv-Muskel-Systems in einem gegebenen Zeitraum möglichst schnell viel Kraft entwickeln zu können. In einer Kraft-Zeit-Kurve zeigt sich eine hohe Schnellkraftfähigkeit in einem sehr steilen Anstieg des Graphen. In vielen Sportarten spielt die Schnellkraft eine entscheidende Rolle für die Leistungsfähigkeit. Ballspieler, Gewichtheber, Kampfsportler und Leichtathleten sind Beispiele für Sportler, die von einem Schnellkrafttraining profitieren. Bei Torschüssen, Schlag-, Stoß- oder Trittbewegungen, schnellen Antritten und vielen Sprungformen ist die Geschwindigkeit der konzentrischen Kraftentwicklung eine leistungsbestimmende Größe.

Dabei unterscheidet man die Startkraft und die Explosivkraft. Die Startkraft ist die Fähigkeit, blitzschnell – z. B. in den ersten 50 Millisekunden (ms) einer Bewegung – viel Kraft zu bilden. Dies spielt beispielsweise bei der Schlagbewegung im Boxen eine wichtige Rolle. Die Explosivkraft ist die Fähigkeit, in einem längeren Zeitraum – z. B. in den ersten 150 ms einer Bewegung – einen möglichst großen Kraftstoß zu produzieren. Sie wird häufig bei Beschleunigungsbewegungen von schwereren Gegenständen, inklusive des eigenen Körpers, benötigt. Je höher die Last, die beschleunigt werden muss, desto größer ist der Einfluss der Maximalkraft auf eine Schnellkraftleistung. Die Geschwindigkeit der Kraftentwicklung hängt bei der konzentrischen Schnellkraft im Wesentlichen von der neuronalen Ansteuerung der Muskulatur und vom Anteil schnell zuckender, weißer Muskelfasern ab. Diese können ihre Kraft schneller entwickeln als die langsamen, roten Fasern. Die Verbesserung der neuronalen Aktivierungsmuster findet in Form eines Koordinationstrainings statt. Durch explosive Krafteinsätze wird das Nervensystem auf eine schnelle und synchrone Aktivierung der Muskulatur hin trainiert.

Dabei kommt es nicht auf die äußere Geschwindigkeit des zu beschleunigenden Gegenstands an, sondern auf die explosive Anspannung gegen die Last. Daher kann sehr wirkungsvoll mit hohen Lasten trainiert werden, obwohl diese nur eine sehr langsame äußere Bewegung erlauben. Die Kontraktionskraft der weißen Fasern kann zusätzlich durch ein Hypertrophietraining im Lastbereich von über 80 % MVC erhöht werden.

Wenn es auch durchaus möglich und sinnvoll ist, zur Schnellkraftentwicklung ein Kraftaufbautraining mit langsameren Bewegungen (z. B. Tiefkniebeugen) durchzuführen, sind explosive Krafteinsätze Bestandteil jeder spezifischen Schnellkraft-Trainungseinheit.



NOWITZKI
14
ING-DIKA

6
DEUTSCHLAND
ING-DIKA

Die klassische Schnellkraft-Methode arbeitet mit Lasten ab 30 % der konzentrischen Maximalkraft, jedoch hauptsächlich im Bereich 50–60 %. Gegen diese Widerstände werden explosive Krafteinsätze mit höchster Willensanstrengung in jeder einzelnen Wiederholung ausgeführt. Die Gewichte werden durch die abrupte Beschleunigung häufig zum »Klingeln« gebracht. Auf die explosive konzentrische Bewegung folgt ein zügiges, aber kontrolliertes Absenken der Last bzw. bei Sprungformen die weiche Landung. Zwischen jeder einzelnen Wiederholung wird eine kurze Pause eingelegt, um in jeder Wiederholung den koordinativen Ablauf »von vorn« starten zu lassen. Eine Stoffwechselermüdung ist in der Regel nicht erwünscht, weshalb die Wiederholungszahl so gewählt wird, dass keine starke Ermüdung der Muskulatur eintritt.

Eine Ausnahme bildet hier das Training der Schnellkraftausdauer. Lange Serienpausen ermöglichen eine ausgeprägte Erholung, um in der nächsten Serie wieder mit maximalem Einsatz und voller Konzentration trainieren zu können. Insbesondere wenn in der jeweiligen Sportart sehr hohe Lasten schnellkräftig bewegt werden müssen (z. B. das eigene Körpergewicht) ist auch ein Training mit maximalen Lasten (90–100 % MVC) sehr effektiv für die Schnellkraftentwicklung. Der Krafteinsetz ist wiederum explosiv, die äußere Bewegung langsam bzw. bei isometrischer Kontraktion gleich Null. Typische Übungen mit explosiven konzentrischen Bewegungen für die Schnellkraftentwicklung sind Beinpressen, Beinstrecken, Sprünge aus der Kniebeuge (ohne Last!), Bank- und Schrägbankdrücken, Hantelumsetzen (*Power-Clean* und *Hang-Power-Clean*) oder das Ausstoßen über Kopf im Gewichtheben (*Push-Press* und *Jerk*). Die Reaktivkraft wird terminologisch in der Regel den Schnellkraftfähigkeiten zugeordnet. Da sie aber durch eine vorgeschaltete Dehnungsphase der Muskulatur etwas andere physiologische Voraussetzungen hat als die rein konzentrische Schnellkraft, wird sie in diesem Buch getrennt dargestellt.

Methode	Wiederholungen Übung	Serien pro Übung	Dauer der Serienpause	Intensität in % MVC
»Klassische« Schnellkraftmethode	6–10	4–6	3–5 min	30–60
Maximale Krafteinsetze	1–3	5	3–5 min	90–100
Vertikalsprung, z. B. Squat-Jump	5	3–5	5 min	–

VERWEISE:

- Plyometrisches Training (**29**)
- Muskelfasertypen (**20**)
- Schnelligkeit (**14**)
- Sprungkraft (**61**)
- Bewegungstempo (**58**)

28 Kraftausdauer

Wer die Kraftausdauer trainieren will, muss »sauer« werden

Kraftausdauer ist die Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Muskels bei Kraftanstrengungen, die mehr als 30 % der Maximalkraft erfordern. Typisch für Kraftausdauerleistungen ist die Energiegewinnung mittels der anaeroben Glykolyse, bei der Glucose ohne Sauerstoff verstoffwechselt wird. Unterhalb von 50 % der Maximalkraft sprechen manche Experten von Ausdauerkraft, da in diesem Intensitätsbereich noch große Teile des Muskelstoffwechsels mit Sauerstoff (also aerob) ablaufen. Muss allerdings sehr viel Energie in kurzer Zeit zur Verfügung stehen, steigt der Anteil der anaeroben Glykolyse an der Energiegewinnung. Ab 50 % der Maximalkraft ist sie die klar dominierende Form der Energiebereitstellung. Allerdings fällt bei dieser Stoffwechselvariante Milchsäure (Laktat) an, die sich – wenn sie in großen Mengen produziert wird – in der Muskelzelle anhäuft, wodurch die Zelle zunehmend übersäuert. Ab einer gewissen Übersäuerung ist die Muskelleistungsfähigkeit eingeschränkt. Bei weitergehender Übersäuerung muss die Muskelzelle ihre Arbeit vollständig einstellen. Dies geschieht oberhalb von 50 % der Maximalkraft besonders schnell, weil bei dieser Kontraktionsstärke durch den hohen Muskelinnendruck keine Blutzufuhr über die abgedrückten Gefäße mehr möglich ist. Dadurch fehlt einerseits die Möglichkeit, die Milchsäure über das Blut abzutransportieren, andererseits kommt kein Sauerstoffnachschub in die Muskelzelle.

Der Muskel kann durch Training allerdings den Abbau der Milchsäure verbessern und Mechanismen entwickeln, hohe Milchsäurekonzentrationen abzupuffern, um die Übersäuerung hinauszuzögern. Dadurch ist der kraftausdauertrainierte Sportler länger in der Lage, die Stärke der Muskelkontraktionen aufrechtzuerhalten. Damit diese Anpassungsmechanismen stattfinden, müssen im Training große Milchsäuremengen produziert werden, was zu einem Brennen und Ziehen in der Muskulatur führt. Da dies über einen längeren Zeitraum toleriert werden muss, ist das Training der Kraftausdauer relativ unangenehm (metabolischer Stresszustand) und erfordert daher eine hohe Motivation und Willensanstrengung. Für den Fitnesssportler ist diese Form des Trainings meist nicht vorrangig relevant, da zwar im intensiven Kraftausdauerbereich auch durchaus Muskelaufbaureize gesetzt werden,

aber eine hohe Laktattoleranz im Alltag relativ selten abgefordert wird. Die meisten Fitnesstrainierenden bevorzugen daher Muskelaufbaumethoden im Bereich von 70–80 % der Maximalkraft. Der Intensitätsbereich der Kraftausdauer wird allerdings unterhalb einer hohen Übersäuerung (also durch eine Verkürzung der Belastungsdauer) häufig im Anfängertraining bzw. im Fitness-Krafttraining von Frauen angewendet. In diesen Fällen hat man es allerdings nicht mit einem effizienten Kraftausdauertraining im eigentlichen Sinne zu tun, denn dafür müsste man »sauer« werden.

Neben den beschriebenen Stoffwechselvorgängen und der Willensanstrengung spielen für die Kraftausdauerleistung auch eine optimierte, ökonomische Bewegungstechnik (Koordination) und die Hinauszögerung neuronaler (auf das Nervensystem bezogener) Ermüdung eine Rolle.

Für ein leistungsorientiertes Kraftausdauertraining sind mindestens drei intensive Serien mit hoher Übersäuerung durchzuführen. Die Wiederholungszahlen pro Serie liegen im Wesentlichen im Bereich von 20–60. Die Serienpausen werden kurz gehalten (30–60 Sekunden), da eine aufstockende Ermüdung gewünscht ist. Für die Entwicklung der allgemeinen lokalen Kraftausdauer sind langsame Bewegungsausführungen ohne Wiederholungenpause effektiv. Für die sportartspezifische Kraftausdauer sollten die jeweils typischen Bewegungsgeschwindigkeiten (bis hin zu explosiven Krafteinsätzen und Reaktivkrafteinsätzen) angewendet werden.

Trainingsziel	Intensität (in % Hebeungen der Maximalkraft pro Serie)	Serien pro Übung	Kraftentwicklung
Kraftausdauer, extensiv	30–50	30–50	4–6
Kraftausdauer, intensiv	50–65	15–25	3–5

Methoden zur Steigerung der Kraftausdauer

VERWEISE:

- Trainingssteuerung (11)
- Bewegungstempo (58)
- Serienanzahl (39)
- Serienpause (40)
- Zirkeltraining (56)

29 Plyometrisches Training

Sprungformen trainieren die Reaktivkraft

Die Reaktivkraft ist eine Form der Schnellkraft, in der eine Dehnungsphase der konzentrischen Muskelaktion vorausgeht, wodurch eine höhere Kraftentwicklung ermöglicht wird. Man nennt die Kopplung dieser exzentrischen und konzentrischen Kontraktion einen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ). Reaktive Muskelaktionen kommen in nahezu allen Sportarten vor. Alle Lauf- und Sprungsportler haben reaktivkräftige Beanspruchungen, wenn der Fuß auf dem Boden aufsetzt und der Wadenmuskel zunächst vorgedehnt wird, um dann durch einen kräftigen Abdruck den Körper nach vorn oder nach oben zu katapultieren.

Eine Voraussetzung für eine hohe Reaktivkraftentwicklung ist neben der Maximalkraft und der Kraftbildungsgeschwindigkeit, die auch für die konzentrische Schnellkraft leistungsbestimmend sind, die sogenannte reaktive Spannungsfähigkeit. Diese bedeutet z. B., dass der Wadenmuskel dem Aufschlag der Ferse eine starke Spannung entgegensetzen kann, wodurch die serienelastischen Gewebestrukturen gedehnt werden und Energie speichern (wie ein lang gezogenes Gummiband). Diese Energie kann in der konzentrischen Abdruckphase genutzt werden, wodurch der Kraftstoß höher ausfällt. Der Aufbau der Muskelanspannung für die Phase der Energiespeicherung findet bereits vor der Landung statt. Diese Vorinnervation und die Aufrechterhaltung der Spannung in der Landephase sind trainierbar. In der konzentrischen Phase unterstützt eine hohe Maximalkraft und Kraftbildungsgeschwindigkeit die Höhe des Kraftstoßes. Bei sehr schnell ablaufenden Dehnungs-Verkürzungs-Zyklen spielen zudem Reflexmechanismen eine Rolle, die infolge einer abrupten Dehnung der Muskelspindeln eine erhöhte (Gegen-)Kontraktion auslösen. Sehr schnelle DVZ dauern 80–150 ms. Läuft der DVZ länger ab (z. B. 300–600 ms), spielen Energiespeicherung und Reflexmechanismen eine geringere Rolle. Die konzentrische Schnellkraft ist dann die entscheidende Einflussgröße. Man unterscheidet schnelle und langsame DVZ, um entsprechend sportartspezifisch trainieren zu können. Schnelle DVZ finden man z. B. beim Sprint, beim Weit- und Hochsprung. Langsame DVZ kommen bei Absprungphasen im Basketball und Volleyball vor.

Eine einfache und hocheffektive Form des Reaktivkrafttrainings, das auch Plyometrisches Training genannt wird, sind Sprungformen: beidbeinige und einbeinige Sprünge, Sprunghäufe, Vertikal- und

Horizontalsprünge oder Tiefsprünge von erhöhten Plattformen. Für schnelle DVZ versucht der Sportler nur einen möglichst kurzen Bodenkontakt zuzulassen (Prinzip »heile Herdplatte«), für langsame DVZ sind die Bodenkontaktezeiten deutlich länger. Bei allen Sprungformen ist zu beachten, dass jeder Sprung mit voller Konzentration und hoher Willensanstrengung durchgeführt wird. Damit dies möglich ist, werden die Wiederholungszahlen pro Serie gering gehalten und in der Regel Pausen von wenigen Sekunden zwischen den Einzelsprüngen eingelegt (Ausnahme: Sprungläufe). Eine Stoffwechselermüdung ist ebenfalls nicht erwünscht, weshalb die Dauer der Serienpause relativ lang ausfallen sollte.

Übungsform	Wiederholungen	Serien pro Übung	Dauer der Serienpause	Art des DVZ
Counter-Movement-Jump	5	3–5	5 min	langsam
Vertikal- und Prellsprünge, Sprungläufe	10 (–30)	5	5 min	schnell
Tiefsprünge	6–10	3–5	10 min	langsam oder schnell

Sprungformen für langsame und schnelle DVZ

Ein Beispiel für eine Sprungübung im langsamen DVZ ist der Counter-Movement-Jump, bei dem aus dem Parallelstand heraus der Körper durch eine Ausholbewegung in die Kniebeuge kurz abgesenkt wird, um dann unter einem kräftigen Strecken beider Knie in die Höhe zu springen. Die Arme werden hinter dem Rücken verschränkt, in die Hüften gestemmt oder zur Schwungverstärkung hochgerissen. Bei Tiefsprüngen springt der Sportler von einer erhöhten Plattform auf den Boden und springt dann sofort wieder in die Höhe, um auf einer zweiten Plattform zu landen.

Für die Armkraft können Liegestütz als reaktive Übungen eingesetzt werden, z. B. Liegestütz mit Klatschen oder »gehüpft« mit allerdings begrenzter Bewegungsspannweite. Die tiefen Positionen werden dabei ausgelassen. Beim Bankdrücken ist ein Reaktivkraftrunning wie folgt möglich: Die Hantellast wird aus der gestreckten Armposition kurz »fallengelassen« (Hände bleiben an der Stange), dann abgebremst und mit vollem Krafteinsatz wieder nach oben gedrückt. Die Strecke, die die Hantel dabei zurücklegt, beträgt höchstens ein Viertel der üblichen Bewegungsspannweite.

VERWEISE:

→ Sprungkraft (61)

- Schnelligkeit (14)
- Das S.A.I.D.-Prinzip (4)
- Schnellkraft (27)
- Bewegungstempo (58)

30 Sanftes Krafttraining

»No pain, no gain« ist kein Gesetz

Ein am häufigsten im Krafttraining verbreitetes Zitat lautet: »no pain, no gain«. Dieser englische Ausspruch bedeutet übersetzt »ohne Schmerz kein Wachstum« und soll ausdrücken, dass man sich im Training über die Schmerzgrenze hinweg quälen soll, da sonst kein Muskelwachstum bzw Leistungsgewinn möglich sei. Sicher ist richtig, dass es für die Zielsetzung Muskelaufbau effektiver ist, den Muskel voll zu erschöpfen als die Serie vorzeitig zu beenden, obwohl man noch weitere Wiederholungen geschafft hätte. Und richtig ist auch, dass das vollständige Ausschöpfen der maximal möglichen Wiederholungszahl im Muskelaufbautraining weh tut, da sich mit jeder Wiederholung mehr Milchsäure (Laktat) im Muskel anreichert, das ab einer bestimmten Konzentration im Gewebe zu einem Übersäuerungsschmerz führt, der letztendlich zum Abbruch der Serie zwingt.

Wissenschaftliche Studien haben jedoch gezeigt, dass ein beachtliches Muskelwachstum und deutliche Kraftsteigerungen auch durch ein Training unterhalb der Schmerzgrenze erreicht werden können. Wenn man die Serie einer Übung bereits abbricht, obwohl man noch weitere Wiederholungen geschafft hätte, spricht man von einem »sanften Krafttraining«. »Sanft« deshalb, weil man dabei keine Schmerzen hat und die Strukturen des Muskel-Sehnen-Apparates sowie das Herz Kreislauf-System weniger belastet werden. Durch ein solches Training konnte der Umfang von Oberschenkeln, Brust und Oberarmen nach einem achtwöchigen Training hochsignifikant gesteigert werden (Buskies 1999, 318). Die Trainingsform eines sanften Krafttrainings ist insbesondere für Anfänger und mäßig Trainierte effektiv, um Muskeln aufzubauen. Je länger man trainiert und je höher der Leistungsstand, desto mehr muss der Sportler neue, intensivere Trainingsmethoden anwenden, um noch weitere Fortschritte zu erzielen. Für diesen Trainierenden, in der Regel ambitionierte Bodybuilder oder Leistungssportler gewinnt der Belastungsschmerz an Relevanz, da viele der effektiven Intensivierungstechniken im Muskelaufbautraining bis zur vollständigen Ermüdung der Muskulatur, also über die Schmerzgrenze hinaus, durchgeführt werden. Häufig wird bei einem Ermüdungsabbruch dann die Serie noch »künstlich« erweitert, indem das Gewicht reduziert wird, um weitere Wiederholungen zu schaffen.

Es gilt also grundsätzlich eher der Satz »with pain, more gain«, d. h. mit Schmerz zu mehr Wachstum (als ohne), während das »klassische« Zitat vor allem bei erfahrenen Leistungssportlern zur Motivationssteigerung und Trainingsintensivierung angebracht ist. Man darf allerdings in diesem Zusammenhang nicht vergessen, dass bestimmte Krafttrainingsmethoden von ihrer Zielsetzung her gar nicht auf eine Übersäuerung der Muskulatur abzielen und daher auch weniger schmerzintensiv sind als das Hypertrophie- bzw intensive Kraftausdauertraining. Das Training der Schnellkraft und viele Reaktivkraftmethoden (z. B. Sprungtraining) zielen auf ein Training der neuronalen Ansteuerung der Muskulatur über das Nervensystem ab. Hier ist das Training selbst häufig wenig schmerhaft (aber nichts desto trotz z. T. sehr anstrengend), eher der später einsetzende Muskelkater.

VERWEISE:

- Muskelaufbautraining (**26**)
- Maximalkrafttraining (**25**)
- Kraftausdauer (**28**)
- Trainingssteuerung (**11**)
- Intensivtechniken (**35**)

31 Sensomotorisches Krafttraining

Sensomotorisches Training intensiviert das neuromuskuläre Zusammenspiel

Die Fähigkeit eines Muskels große Kräfte zu entwickeln garantiert noch keine optimale Reaktion des Bewegungssystems auf die vielfältigen Belastungsanforderungen in Alltag und Sport. Erst das komplexe Zusammenspiel von Nervensystem und Muskulatur, die Abstimmung von hemmenden und erregenden Signalen, die Verarbeitung unzähliger Informationen aus den verschiedenen Bereichen des Körpers ermöglichen eine optimale Lösung der motorischen Aufgaben wie Stabilisation und zielgenaue Bewegungsführung. In Muskeln, Sehnen und Gelenkkapseln befinden sich Rezeptoren, die Längen- und Spannungsänderungen registrieren und diese an das Zentralnervensystem (Rückenmark und Gehirn) weiterleiten. Die Verarbeitung dieser Signale beeinflusst die Ansteuerung der Muskulatur. Dieses Zusammenspiel nennt man Sensomotorik. Ein sensomotorisches Training soll die Wahrnehmung, Verarbeitung und Reaktion auf die Informationen aus dem Bewegungssystem verbessern. Es soll die Leistungsfähigkeit steigern, Verletzungen verhindern und die allgemeine motorische Kompetenz erhöhen. Hierzu werden klassische Kraft- und Gymnastikübungen auf instabilen Unterlagen durchgeführt, z. B. Kniebeugen auf luftgefüllten Gummikissen, Lauf- und Sprungübungen auf Weichböden und Trampolinen oder Rumpfübungen auf einem Pezziball. Die Ausführung wird durch diese Störfaktoren erheblich schwieriger und das sensomotorische System stärker gefordert, wodurch ein überschwelliger Trainingsreiz entsteht, der zu einer Funktionsverbesserung führen soll. Insbesondere bei verletzungs- oder krankheitsbedingten Störungen des Bewegungsapparates ist diese Trainingsform besonders wirksam. Wenn nach Verletzungen oder Operationen Gelenke und Muskulatur ruhig gestellt werden, nimmt die Zahl der Rezeptoren sowie deren Funktionspotential ab. Damit verliert der Betroffene die Fähigkeit, auf anspruchsvolle Bewegungsanforderungen schnell und angemessen zu reagieren. Das Verletzungs- und Überlastungsrisiko nimmt zu. Insbesondere bei Sprunggelenkverletzungen hat sich das sensomotorische Training sehr bewährt, da hier bei sensomotorischen Defiziten die Gefahr des erneuten »Umknickens« deutlich erhöht ist. Inwieweit beim gesunden Sportler ein sensomotorisches Training der unteren Extremität

leistungssteigernde oder verletzungsprophylaktische Wirkung entfaltet, ist umstritten. Für das Rumpfmuskeltraining, insbesondere im Sinne eines *Core*-Trainings zur Verbesserung der Stabilisationsfähigkeit von Hüfte, Becken und Wirbelsäule, hat das sensomotorische Prinzip eine besondere Bedeutung, da der untere Rumpf tatsächlich als Bindeglied zwischen Unterkörper und Oberkörper einer ständigen Destabilisierung ausgesetzt ist. Mit Pezzibällen, Ballkissen, Schaumstoffmatten oder dem sogenannten *Core*-Board wird die Haltungsbzw. Bewegungsaufgabe im Training erschwert. Bei Sportlern kann eine verbesserte Rumpfstabilität zu einer effizienteren Kraftübertragung, z. B. bei Würfen oder Schüssen, Sprints oder Sprüngen führen. Bei Rückenschmerzpatienten kann man häufig eine Abnahme der sensomotorischen Funktionsfähigkeit in der rumpfstabilisierenden Muskulatur feststellen, die zu einer Verfestigung des Beschwerdebildes führen kann. Dieses Defizit ist durch gezielte Trainingsmaßnahmen korrigierbar. In der oberen Extremität können sensomotorische Kräftigungsmaßnahmen vor allem bei Sportarten eingesetzt werden, wo die Kontrolle variabler Bewegungen über das Schultergelenk eine zentrale Rolle spielt, z. B. Tennis, Handball oder Volleyball. Im medizinischen Bereich ist die Schulterinstabilität eine Indikation für ein gezieltes sensomotorisches Training. Dies wird häufig durch Stützübungen auf instabilen Unterlagen umgesetzt oder durch elastische Stäbe (z. B. Fiberglas), die einhändig zum Schwingen gebracht werden müssen.



Im sensomotorischen Krafttraining wird unter erhöhten Störfaktoren trainiert.

VERWEISE:

- Medizinisches Krafttraining (97)
- Gelenkstabilität (84)
- Wirbelsäulenschutz (81)

32 Isometrisches Training

Das statische Krafttraining hat begrenzte Einsatzgebiete

Bei isometrischen (= statischen) Muskelkontraktionen findet keine Veränderung der Gelenkstellung statt, da Ursprung und Ansatz des Muskels am Knochen sich weder annähern noch voneinander entfernen. Ein Beispiel ist das Halten eines Gegenstands am ausgestreckten Arm. Hierbei muss der Schultermuskel isometrisch arbeiten. Vor allem Muskeln, die ständig unseren Körper aufrecht halten müssen, werden im Tagesverlauf großenteils isometrisch beansprucht, z. B. die Rückenstreckmuskulatur oder die Hals-Nacken-Muskulatur. Auch bei einem dynamischen Krafttraining, wo Hanteln und Gewichtsplatten bewegt werden, sind immer einige Muskelgruppen isometrisch aktiv, um die Körperhaltung und die Nachbargelenke zu fixieren.

Von einem isometrischen Training sollte man jedoch nur dann sprechen, wenn die Hauptzielmuskulatur der Trainingsübung isometrisch beansprucht wird. Dies ist u. a. bei einigen Rumpfübungen für die Bauch und Rückenmuskulatur der Fall, z. B. Stütz- und Halteübungen in Bauchlage, im Vierfüßler-Stand oder auf einem Pezziball. Wie oben bereits erwähnt, ist die isometrische Kontraktionsform für diese Muskeln typisch, was jedoch nicht bedeutet, dass sie ausschließlich statisch trainiert werden sollten. Gerade im Sport wird die Wirbelsäule vielseitig bewegt, woraus sich auch die Forderung nach dynamischen Rumpfübungen ableitet.

Abgesehen von der Rumpfmuskulatur nimmt das isometrische Training nur in bestimmten Sportarten einen größeren Raum im Trainingsprogramm ein, falls eine länger andauernde Haltearbeit sportartspezifisch und leistungsbestimmend ist. Beispiele sind Sportarten wie alpines Skifahren (Abfahrtshocke), Schießen (Halten der Waffe) oder Turnen (Elemente wie Kreuzhang oder Winkelstütz). Eine gewisse Relevanz haben statische Muskelkontraktionen auch im rehabilitativen Training, wenn bestimmte Gelenkbewegungen schmerhaft sind oder aufgrund mangelnder Belastbarkeit nicht durchgeführt werden dürfen.

Ansonsten hat das dynamische Muskeltraining eigentlich immer den Vorteil, da es sich günstiger auf die Beweglichkeit, die Koordination, auf Stoffwechselprozesse und die langfristige Leistungsentwicklung auswirkt. Auch erfolgt die Kraftentwicklung tendenziell winkelspezifisch, d. h. Übertragungseffekte isometrischer Anspannungen im 90° -Kniewinkel sind

auf andere Gelenkwinkel nur bedingt bis gar nicht zu erwarten. Zudem ist ein isometrisches Training relativ eintönig, häufig wenig motivierend und mit höheren Blutdruckanstiegen verbunden. Schließlich fehlt die für dynamische Muskelarbeit typische erhöhte Gehirndurchblutung bei statischen Muskelkontraktionen. Die Vorteile isometrischer Übungen sind – abgesehen von den oben genannten Einsatzbereichen – vor allem ein anfänglich schneller Kraftgewinn, kurze Erholungszeiten und ein sehr geringer Aufwand an Zeit und Trainingsmitteln. Isometrische Übungen sind nahezu überall spontan durchführbar, wenn gegen die eigene Muskelkraft (eines stärkeren Muskels) oder gegen feste Widerstände (z. B. Wände, Boden, Türrahmen) kontrahiert wird. Die nachstehende Tabelle zeigt mögliche Belastungsnormative für ein isometrisches Training.

Trainingsziel	Dauer der Anspannung	Ausführung	Serienzahl	Serienpause	Intensität in % MVC
Maximalkraft	4–10 sec.	kontinuierlich	3–5	1–3 min	80–100
Hypertrophie, Kraftausdauer	10–30 sec.	kontinuierlich	3–5	1–2 min	50–70
Kraftausdauer, Ausdauerkraft	30–120 sec. oder mehr	kontinuierlich	3–5	0,5–2 min	30–50
Schnellkraft	10x 1 sec.*	explosiv	3	3–5 min	100

* mit Wiederholungspausen von ca. 5–10 sec.

Belastungsnormative des isometrischen Trainings

VERWEISE:

- Beweglichkeit (17)
- Kraft (1)
- Muskelbeherrschung (66)
- Krafttraining und Blutdruck (96)
- Gelenkstabilität (84)
- Haltung (98)

33 Exzentrisches Training

Bei exzentrischer Kontraktion können höhere Lasten bewältigt werden

Eine Übung beim Krafttraining besteht meist aus der Abfolge konzentrischer und exzentrischer Kontraktionen. In der exzentrischen, nachgebenden Phase, in der das Gewicht abgesenkt wird, kann der Muskel deutlich mehr Last bewältigen als in der konzentrischen. Erklärt wird diese Tatsache vor allem durch die Unterstützung durch elastische Kräfte und – bei sehr schnellen exzentrischen Kontraktionen – durch Reflexmechanismen. Für die Armstreckmuskulatur soll die Leistungsfähigkeit in der exzentrischen Phase um 25–40 % höher liegen, bei der Beinstreckmuskulatur um 10–25 % (Gülich & Schmidtbleicher 1999, S. 225).

Daher ist es bei vielen Krafttrainingsmethoden üblich, die exzentrische Phase der Bewegung intensiver zu gestalten, um eine maximale Ausbelastung der Muskulatur zu erreichen bzw. maximale Spannungsreize setzen zu können. So wird bei Intensivtechniken zur Satzerweiterung bei Ermüdung der Muskulatur häufig die konzentrische Phase unterstützt (z. B. durch einen Partner), während die exzentrische Phase noch allein bewältigt wird. Hierdurch ist es möglich, den Muskel länger zu beladen und somit intensiver zu erschöpfen. Ist es das Ziel, besonders hohe Spannungsreize zu setzen, kann bei einer geführten Bewegung (meist an Maschinen) die konzentrische Phase beidarmig bzw. beidbeinig durchgeführt werden, während in der exzentrischen Phase das Gewicht nur einarmig bzw. einbeinig herabgelassen wird. Übungen, bei denen diese hochintensive Beanspruchung durchgeführt werden kann, sind z. B. Rudern, Beinstrecken und Beinbeugen an Maschinen, Latissimus-Ziehen mit engem Parallelgriff am Kabelzug sowie Beinpressen. Beim einarmigen Bizepscurl kann der »freie Arm« die konzentrische Phase unterstützen, um die betonte Exzentrik zu ermöglichen.

Einige Fitness-Gerätehersteller bieten Krafttrainingsmaschinen an, die – elektronisch gesteuert – in der exzentrischen Phase der Bewegung automatisch die Last erhöhen. Im Hochleistungssport werden bei exzentrischen Trainingsformen z. T. Lasten von 120–140 % der Maximalkraft eingesetzt. Diese Methoden sind allerdings nur von sehr belastbaren Sportlern zu tolerieren und vor einem häufigen Einsatz wird wegen des Überlastungsrisikos deutlich gewarnt.

Bei exzentrischen Kontraktionen werden bei identischer Last weniger Muskelfasern aktiviert als bei konzentrischen. Da die exzentrisch eingesetzten Muskelfasern höher beansprucht werden, entsteht häufig ein ausgeprägter Muskelkater. Da die Stoffwechselaktivität bei rein exzentrischer Arbeit niedriger liegt als bei konzentrisch-exzentrischen Kontraktionen, ist die Herz-Kreislauf-Belastung geringer und es kommt zu einer niedrigeren Laktatproduktion.

Im therapeutischen Bereich werden exzentrische Trainingsformen gezielt bei chronischen Sehnenerkrankungen eingesetzt, um Schmerzen und Funktionseinschränkungen zu lindern bzw zu beseitigen. Dies betrifft z. B. Beschwerden an der Patella- oder Achillessehne und den berüchtigten »Tennisarm«. Hierbei geht es allerdings weniger um den Kraftaufbau als vielmehr um eine Normalisierung der krankhaft veränderten Gewebestruktur der Sehne.

VERWEISE:

- Intensivtechniken (35)
- Bewegungstechnik (38)
- Bewegungstempo (58)
- Kraft (1)

34 Pyramidentraining

Eine Pyramide kann unterschiedliche Trainingsreize in einer Übung kombinieren

Von einem Pyramidentraining im klassischen Sinne spricht man, wenn innerhalb einer Übung mit jeder Serie das Trainingsgewicht gesteigert und die Wiederholungszahl reduziert wird. Man beginnt beispielsweise das Bankdrücken mit 70 kg und führt 12 Wiederholungen durch. In der nächsten Serie werden 9 Wiederholungen mit 80 kg absolviert, gefolgt von 6 Wiederholungen mit 85 kg und 3 mit 90 kg. In der letzten Serie werden 95 kg aufgelegt, die nur einmal gedrückt werden. Ein solches System trainiert sowohl die Hypertrophie als auch die anaerobe Kraftausdauer und die intramuskuläre Koordination, da sowohl mittlere bis schwere Lasten als auch höchste Lasten mit hoher Anstrengung trainiert werden. Dieses klassische Pyramidentraining hat allerdings den Nachteil, dass die höchsten Lasten dann bewegt werden, wenn die Muskulatur bereits durch die vorangegangenen Serien ermüdet ist. Ein hochintensives Training der intramuskulären Koordination erfordert jedoch eine »frische«, voll leistungsfähige, allerdings auch gut aufgewärmte Muskulatur, um optimale Effekte zu erzielen. Daher behindert das Erschöpfen der Muskeln durch die ersten Serien, den Trainingseffekt auf die intramuskuläre Koordination in den letzten Serien. Ohne ein Ausschöpfen der Leistungsreserven in den ersten Serien, wäre der Effekt auf die Kraftausdauer und Hypertrophie allerdings nicht intensiv genug.

Eine Lösung bietet hier die so genannte umgekehrte Pyramide, bei der – nach einem gründlichen Aufwärmen – mit sehr hohen Lasten begonnen wird und mit jeder Serie das Gewicht reduziert und die Wiederholungszahl erhöht wird. Hier ist es kein Problem, in jeder Serie bis zur Muskelerschöpfung zu trainieren, da in den ersten Serien effektiv die intramuskuläre Koordination trainiert werden kann, in den letzten Serien aber auch effektiv die Kraftausdauer/Hypertrophie – Zielsetzungen, deren Training ohnehin mit einer aufstockenden Ermüdung einhergeht. Mit einer umgekehrten Pyramide gelingt der kombinierte Trainingsplan also besser als mit der klassischen Form.

*Klassische Pyramide*

Da der höchste Lastbereich (90–100 % der Maximalkraft = MVC) allerdings bei einigen Krafttrainierenden (z. B. Fitnesssportler, Bodybuilder) gar nicht notwendig ist, werden auch sogenannte Pyramidenstümpfe trainiert. Bei einem Pyramidenstumpf lässt man die Spitze der Pyramide mit ihren höchsten Lastintensitäten aus, und konzentriert sich auf die Pyramidenbasis. Um alle Muskelfasern dabei in die Belastung einzubeziehen, empfiehlt es sich allerdings, den Intensitätsbereich bei 80–85 % MVC zu beginnen. Für Maximalkraftsportler, wie Kraft-Dreikämpfer, ist wiederum eine Betonung der Pyramiden spitze in Trainingsphasen zur Steigerung der intramuskulären Koordination sinnvoll. Gewöhnlich werden in einem Pyramidentraining Serienpausen von 2–3 Minuten eingelegt. Nur bei Kraftausdauerpyramiden entfallen teilweise »echte« Serienpausen. Eine Pause entsteht dann lediglich durch das Umstecken der Gewichte.

Außer zur Kombination verschiedener Trainingsreize werden aufsteigende, also normale Pyramiden hin und wieder auch verwendet, um sich an hohe Lasten »heranzutasten«, im Sinne einer optimalen Vorbereitung. Die muskuläre Koordination soll sich in den niedrigeren Gewichtsstufen »einspielen«, um hocheffektiv im höchsten Lastbereich zu arbeiten. Zu diesem Zweck ist jedoch eine Ermüdung in den unteren

Lastbereichen weder notwendig noch erwünscht. Daher wird hierbei die Wiederholungszahl deutlich niedriger gewählt als sie bezüglich der jeweiligen Last möglich wäre. Mit 1–3 Wiederholungen pro Serie bereitet man die Höchstlast (90–100 % MVC) vor, die dann mit 1–2 Wiederholungen trainiert wird. Dieser Aspekt der Vorbereitung, der auch als Verletzungsprophylaxe gilt, wird u. a. von Joe Weider als ein wesentliches Argument für die Anwendung eines Pyramidentrainings im Bodybuilding ins Feld geführt (www.weider-germany.de). Wenn nicht mit einer trainingswirksamen, erschöpfenden Zahl an Wiederholungen in den Vorbereitungsserien gearbeitet wird, zählt man diese zum Aufwärmprozess, nicht zum Training.

VERWEISE:

- Maximalkrafttraining (**25**)
- Muskelaufbautraining (**26**)
- Kraftausdauer (**28**)
- Trainingssteuerung (**11**)
- Aufwärmen (**45**)

35 Intensivtechniken

Techniken zur Serienerweiterung erhöhen den Wachstumsreiz

Eine intensive Ausbelastung der Muskulatur innerhalb einer Serie gilt im Muskelaufbautraining als notwendiger Stimulus für einen maximalen Wachstumsreiz. Für fortgeschrittene Bodybuilder und Leistungssportler, die ein forcierteres Muskelwachstum anstreben, gibt es Techniken zur Verlängerung der Serie, um eine intensivere Erschöpfung der Muskulatur herbeizuführen als mit den üblichen Methoden.

Im Anfängertraining und sanften Krafttraining endet die Serie bevor der Muskel völlig erschöpft ist. Das heißt, der Trainierende hätte noch 2, 3 oder mehr Wiederholungen durchführen können als er tatsächlich absolviert hat. Fortgeschrittene Trainierende beenden die Serie häufig dann, wenn sie spüren, dass keine weitere vollständige Wiederholung mehr möglich wäre. Noch intensiver wird trainiert, wenn die Serie mitten in der Wiederholung – meist im ersten Teil der konzentrischen Phase – vor Erschöpfung abgebrochen werden muss. Hier endet dann die Serie am sogenannten *Punkt des momentanen Muskelversagens*. Intensivtechniken erweitern die Serie über diesen Punkt hinaus, indem verschiedene Tricks angewendet werden, um dem Muskel durch eine Erleichterung seiner Arbeit weitere Wiederholungen zu ermöglichen. Typische Beispiele sind:

- Intensivwiederholungen
- Negativwiederholungen
- Reduktionssätze
- Rest-Pause-Training

Bei *Intensivwiederholungen* hilft ein Trainingspartner oder (bei einarmigen Übungen) die eigene Hand, am Punkt des momentanen Muskelversagens das Gewicht weiterzubewegen. Beispiel: Nach 6 Wiederholungen Bankdrücken kann der Trainierende die Hantel nicht mehr allein hochdrücken. Der hinter der Hantel postierte Trainingspartner hilft ihm, den fehlenden Druck zu ersetzen, so dass die Ellbogen wieder vollständig gestreckt werden können. Das Herablassen der Hantel (exzentrische Phase) wird vom Trainierenden wieder allein bewältigt. Auf diese Weise werden 2–3 weitere Wiederholungen erzwungen. Ist die Muskulatur schließlich derart erschöpft, dass selbst mit leichter Hilfe das Hochdrücken nicht mehr möglich ist, wird die

konzentrische Phase der Bewegung von einem oder mehreren Partnern mit großer Kraft unterstützt, um sogenannte *Negativwiederholungen* zu ermöglichen. Hierbei wird die Last in der exzentrischen (= negativen) Phase vom Trainierenden selbständig und betont langsam wieder herabgelassen, was deshalb noch möglich ist, da in der exzentrischen Phase bis zu 40 % mehr Last beherrscht werden kann als in der konzentrischen.

Beim *Reduktionssatz* wird am Punkt des momentanen Muskelversagens das Gewicht abgesetzt und sofort um ein oder zwei Stufen bzw. ca. 10 % reduziert, was weitere Wiederholungen ermöglicht. Im *Rest-Pause-Training* wird das Gewicht beim erschöpfungsbedingten Abbruch für wenige Sekunden völlig abgesetzt. Dann nimmt es der Trainierende wieder auf und führt weitere Bewegungen bis zum erneuten Muskelversagen aus. Dies wird mehrmals wiederholt, bis der Muskel das Gewicht auch nach der Pause nicht mehr bewältigen kann.



Bei Intensivwiederholungen im Bizepstraining kann die »freie Hand« die konzentrische Bewegungsphase unterstützen.

Wenn der Bewegungsablauf verkürzt wird, um weitere Wiederholungen zu ermöglichen, spricht man von *Teilwiederholungen*. Wird durch Schwungholen oder Ausweichen die konzentrische Phase erleichtert, um exzentrisch den Muskel forciert zu erschöpfen wendet man das *Abfälschungs-Prinzip* an.

Bei allen Intensivtechniken sollte das Anfangsgewicht so hoch sein, dass nahezu alle motorischen Einheiten aktiviert werden. Dies ist erst bei etwa 80–85 % der Maximalkraft der Fall.

VERWEISE:

- High-Intensity-Training (37)
- Exzentrisches Training (33)
- Gewichtssteigerung (12)
- Bewegungstechnik (38)
- Trainingspartner (67)
- Variation (8)

36 Eklektisches Prinzip

Kombiniere Grundübungen mit Isolationsübungen

Ein eklektisches Vorgehen bedeutet, dass man sich in einem kreativen Prozess mehrerer zur Verfügung stehender Möglichkeiten und Quellen bedient, quasi »aus verschiedenen Töpfen« sein eigenes Gemisch zusammenstellt. Das eklektische Prinzip stammt aus dem Bodybuilding und besagt, dass man im Aufbautraining sowohl Grundübungen als auch Isolationsübungen zur umfassenden, perfekten Muskelentwicklung einsetzen sollte. Grundübungen sind komplexe, meist mehrgelenkige Übungen, die den Einsatz mehrerer Muskelgruppen erfordern.

Im Bodybuilding zielt man allerdings mit einer Grundübung hauptsächlich auf eine spezielle Muskelgruppe ab, die mit dieser Übung besonders effektiv entwickelt werden kann, z. B. Klimmzüge für den breiten Rückenmuskel (Latissimus). Es werden allerdings gleichzeitig relativ viele Hilfsmuskeln aktiviert. Isolationsübungen sollen eine bestimmte Muskelgruppe so gut wie möglich isoliert arbeiten lassen, d. h. es werden möglichst wenig bis gar keine Hilfsmuskeln in die Beanspruchung einbezogen. Isolationsübungen sind primär eingelenkige Übungsformen. Eine völlige Isolierung bestimmter Muskeln ist dabei kaum möglich, da z. B. bei der Isolationsübung Konzentrationscurl für den Bizeps immer auch die Unterarm- und Fingermuskeln in die Übung einbezogen werden. Die Beanspruchung dieser Hilfsmuskeln darf allerdings in der Isolationsübung nicht leistungsbegrenzend wirken, während kleinere Hilfsmuskeln bei Grundübungen durchaus vor der Hauptzielmuskulatur ermüden und zum Abbruch der Trainingsserie führen können.

Unter anderem aus diesem Grund wird empfohlen, die Hauptzielmuskulatur nach der Grundübung noch mit einer Isolationsübung komplett zu erschöpfen. Ein typisches Beispiel ist das Bankdrücken, bei dem die Trizepssmuskulatur vor dem Hauptzielmuskel, dem großen Brustmuskel, ermüdet. Der Brustumskel wird deshalb nach dem Bankdrücken durch Isolationsübungen wie Fliegende Bewegungen mit Kurzhanteln bzw. eine Butterfly-Maschine in die völlige muskuläre Erschöpfung gezwungen, damit er einen optimalen Trainingsreiz zum Aufbau erhält.

Eine weitere Begründung für die Kombination von Grund- und Isolationsübungen ist die These, dass ein Muskel nur durch ein vielseitiges Übungsspektrum von seiner Masse und optischen Struktur her optimal

entwickelt werden kann. So soll nur die Variation verschiedenster Gelenkwinkel, Lasthebel und Angriffsrichtungen der Kraft alle Anteile des Muskels optimal entwickeln können. In der funktionellen Anatomie gibt es für diese These entsprechende Begründungen, z. B. dass unterschiedliche Anteile eines Muskels bei verschiedenen Bewegungen unterschiedlich stark aktiviert werden, insbesondere bei mehrköpfigen Muskeln wie Bizeps, Trizeps, Quadrizeps oder Wadenmuskulatur. Schließlich lassen sich einige Muskeln nur durch Isolationsübungen effektiv aufbauen, da sie bei den klassischen Grundübungen kaum ausreichend aktiviert werden, z. B. die Hüftadduktoren, Schulteraußenrotatoren oder die Wadenmuskeln.

VERWEISE:

- Variation (8)
- Aufbau der Trainingseinheit (44)
- Serienkopplung und Variation (42)
- Das Prinzip der Vorermüdung (41)
- Muskelaufbautraining (26)

37 High-Intensity-Training

Weniger ist manchmal mehr

Das High-Intensity-Training (kurz: H.I.T.) ist eine Trainingsform für forcierten Muskelaufbau, wenn bereits eine gute Belastbarkeit seitens des Trainierenden vorausgesetzt werden kann. Der Versuch einer deutschen Übersetzung könnte »Hochintensitäts-Training« lauten, wobei sich die hohe Intensität nicht auf die Lastintensität im sportwissenschaftlichen Sinne bezieht (die in Prozent der Maximalkraft beschrieben wird), sondern auf die hohe Anstrengung und hohe Belastungsdichte dieser Trainingsform innerhalb der Trainingseinheit. In den 1970er Jahren wurde das H.I.T. durch Arthur Jones und die Bodybuilder Mike und Ray Mentzer populär und bildete ein gegensätzliches Trainingskonzept zu dem bisher im Muskelaufbautraining üblichen volumenorientierten Training mit vielen Belastungsserien für eine Muskelgruppe, vielen Übungen und dadurch enorm hohen Trainingsumfängen. Das Trainingskonzept von Arthur Jones folgte dem Prinzip »short, intense and infrequent«, d. h. kurze Belastungen, dafür extrem intensiv, aber nur selten. Das Konzept wurde von den Mentzer-Brüdern verfeinert und ausfeilt und durch Trainingsstudien in seiner Wirksamkeit erprobt.

Im Wesentlichen beinhaltet ein High-Intensity-Training, dass die Trainingseinheiten relativ kurz gehalten werden (30–45 Minuten), aber jede einzelne Serie bis zur völligen Muskelerschöpfung durchgeführt wird. Wer das High-Intensity-Prinzip ernst nimmt, muss sich an jedem Satzende wirklich »quälen«. Daher ist eine hohe Motivation notwendig um dieser Methode gerecht werden zu können. Die übliche Bewegungsgeschwindigkeit ist im klassischen H.I.T. sehr langsam (7–10 Sekunden pro Wiederholung) und es wird häufig am Umkehrpunkt der Bewegung eine kurze, isometrische Haltephase eingesetzt. Ein Beispiel: Der Trainierende sitzt am Gerät Beinstrecker und drückt in einer vier Sekunden dauernden konzentrischen Bewegung das Gewicht nach oben. Am Punkt der vollen Kniestreckung hält er für 2 Sekunden inne (isometrische Kontraktion). Dann wird das Gewicht in einer vier Sekunden dauernden exzentrischen Kontraktion wieder herabgelassen. Durch die lange Dauer der Einzelwiederholung können nur wenige Wiederholungen pro Serie absolviert werden. Die Wiederholungszahl liegt bei 4–8. Da höhere Bewegungsgeschwindigkeiten in der konzentrischen Phase (z. B. zwei Sekunden) allerdings ermöglichen, höhere Gewichte zu

verwenden, ist eine derart langsame Ausführung umstritten. Das Gleiche gilt für die isometrische Haltephase. Über die Serienzahl herrscht im H.I.T. mehr Einigkeit: Pro Übung werden nur 1–2 Serien absolviert. Auch die Übungen pro Muskelgruppe halten sich in Grenzen: Hier sind es ebenfalls nur 1–2, z. B. eine Grundübung und eine Isolationsübung. Dabei kann auch mit Verbundssätzen gearbeitet werden. Der entscheidende Punkt beim H.I.T. ist die Intensität, im Sinne einer (maximalen) Anstrengung. Der Muskel sollte nach der letzten Wiederholung völlig erschöpft sein. Dementsprechend wird die Lasthöhe angepasst. Techniken zur Satzverlängerung wie Intensivwiederholungen, Reduktionssätze oder Rest-Pause Training werden sehr häufig – von manchen Trainierenden immer – eingesetzt. Somit ergibt sich in kurzer Zeit eine extrem hohe Ausbelastung der Muskulatur mit einem hohen Reiz auf das Muskelwachstum. Ein H.I.T. kann als Split-System durchgeführt werden – vielfach findet es aber auch als Ganzkörpertraining (alle Muskelgruppen des Körpers werden in einer Trainingseinheit trainiert) statt.

Da die Trainingsform des H.I.T. den Muskel sehr stark fordert und neben einer enormen Stoffwechselbelastung auch eine Mikrotraumatisierung der Strukturproteine der Muskulatur bewirkt, werden sehr lange Regenerationszeiten veranschlagt. Erst nach mehreren Tagen (z. B. 6–8) Pause und einer vollständigen Erholung, soll die Muskulatur wieder trainiert werden. Durch die hohe Beeinträchtigung der Muskulatur in den Tagen nach einem H.I.T. eignet sich die Methode vor allem für FitnessTrainierende und Bodybuilder, da Leistungssportler aus anderen Disziplinen ihren anderen wichtigen Trainingsinhalten (Technik, Spielfähigkeit, Sprungkraft, Ausdauer etc.) kaum effektiv nachgehen können. Aus Sicht einer sinnvollen Periodisierung sollte H.I.T. nur in bestimmten Phasen, z. B. über 6–12 Wochen eingesetzt werden, um einer Stagnation der Leistungsentwicklung und der Gefahr einer schlechenden Überlastung durch den hohen psychophysischen Stress dieser Trainingsform aus dem Weg zu gehen.

VERWEISE:

- Intensivtechniken (35)
- Muskelaufbautraining (26)
- Das Prinzip der Vorermüdung (41)
- Serienanzahl (39)
- Bewegungstempo (58)

38 Bewegungstechnik

Abfälschen will gelernt sein

Die Bewegungsausführung einer Übung im Krafttraining folgt der jeweiligen Zielsetzung, die meist auf eine Kräftigung synergistisch zusammenarbeitender Muskelgruppen bestimmter Gelenke abzielt. Dies können mehrgelenkige Übungen wie Kniebeuge oder Kreuzheben sein, oder eingelenkige (Isolations-)Übungen wie Beinstrecken an der Maschine oder ein Konzentrationscurl im Bizepstraining. Während bei Schnellkraftsportlern, insbesondere bei mehrgelenkigen, komplexen Bewegungen, schwungvolle Ausführungen üblich sind (z. B. StandUmsetzen) wird im Fitness-Krafttraining und Bodybuilding jeglicher Schwung in der Ausführung normalerweise abgelehnt, da der Muskel über seinen gesamten Bewegungsbereich voll belastet werden soll. Schwungholen dient der »Überbrückung« von Schwachpunkten im Bewegungsablauf, wo ungünstige biomechanische Umstände (z. B. Hebelverhältnisse) den Muskel stärker fordern als im übrigen Teil der Strecke. Ist das Ziel der Bewegung, die Hantel nach oben zu bringen (z. B. Gewichtheben) macht diese »Überbrückung« Sinn. Ist das Ziel der Bewegung den Muskel zu ermüden (z. B. Bodybuilding) wird auf die Erleichterung bewusst verzichtet. Des Weiteren wird für die isolierte Muskelerholung darauf geachtet, dass sich nur das Gelenk bewegt, dessen Muskelgruppe trainiert werden soll. Der Rest des Körpers wird durch isometrische Haltearbeit »versteift«. So bewegt sich beim Trizepsdrücken am Seilzug nur der Unterarm nach unten (Ellbogenstreckung), während der Oberarm im Schultergelenk fixiert wird. Ein Abfälschen der Bewegung bedeutet nun, dass Schwungphasen eingebaut werden oder dass andere Gelenke oder Gelenksysteme sich mitbewegen, um günstigere biomechanische Bedingungen an den anstrengendsten Punkten des Bewegungsablaufs herzustellen und so dem Muskel die Arbeit zu erleichtern.



Die »Brücke« beim Bankdrücken ist ein Abfälischen mit Überlastungsrisiko.

Das Abfälchungsprinzip (engl. *Cheating principle*) wird im Muskelaufbautraining dann eingesetzt, wenn der Muskel am Ende einer Serie so stark erschöpft ist, dass er keine weitere Wiederholung mehr schafft, weil er an einem biomechanisch ungünstigen Punkt des Bewegungsablaufs »hängen bleibt«. Um eine oder mehrere Wiederholungen zu erzwingen und dadurch den Trainingsreiz zu erhöhen, darf der Sportler nun durch Schwungholen oder Mitbewegen anderer Gelenke die Bewegung abfälchen. Ein berühmtes Beispiel ist der Bizepscurl mit der Langhantel, bei dem bei einer Annäherung an den 90°-Beugewinkel ein Zurückschwingen des Oberkörpers eingesetzt wird, um eine zusätzliche Beschleunigung der Hantel nach oben zu erwirken. Als Alternative kann bei dieser Übung während der Ausführung auch der Oberarm nach vorn angehoben werden, um den Lasthebel zu verkürzen. Ein Abfälchen wird immer nur in der konzentrischen Phase der Bewegung eingesetzt. Die exzentrische Phase muss mit sauberer Technik erfolgen. Das Abfälchungsprinzip gehört zu den Intensivtechniken und sollte daher nur phasenweise im Training eingesetzt werden.

Es wird aufgrund der Verletzungsgefahr bei unkontrollierter Ausführung und einem Abweichen von physiologisch günstigen Gelenkbewegungen häufig kritisch beurteilt. Es sollte auf jeden Fall erfahrenen Kraftsportlern

vorbehalten sein, die das Abfälischen muskulär kontrollieren können. Besonders kritisch sind Abfälschungsbewegungen mit forciertener Überstreckung der Wirbelsäule zu beurteilen, wie z. B. das Abheben des Beckens von der Hantelbank beim Bankdrücken oder die enorme Hohlkreuzbildung beim Hochdrücken der Langhantelstange im Stehen von der Brust über den Kopf (Frontdrücken). Forcierte Überstreckbewegungen der Wirbelsäule können die Wirbelbögen schädigen und Instabilitäten (Spondylolysen) nach sich ziehen.

VERWEISE:

- Bewegungstempo (**58**)
- Bewegungsbegrenzung (**63**)
- Wirbelsäulenschutz (**81**)
- Gewichthebertechniken (**62**)

39 Serienanzahl

Mehrsatztraining bringt mehr

Eine bereits jahrzehntelange Diskussion beschäftigt Trainierende und Trainer, die sich mit Krafttraining befassen: Ist das Krafttraining mit nur einer Serie pro Übung dem Training mit mehreren Serien unterlegen? Ein Training, das nur eine Serie pro Übung durchführt, wird ein Einsatz Training genannt, eines das mit mehreren Serien, typischerweise 3–5, arbeitet, ein Mehrsatz-Training. Dazu muss ergänzt werden, dass es viele Trainierende, insbesondere Bodybuilder, gibt, die zwar nur eine Serie pro Übung, dafür aber mehrere Übungen pro Muskelgruppe durchführen. In diesem Fall kann man nicht mehr von einem Einsatz-Training ausgehen, da bei 3 Serien Bizepscurls mit der Langhantel der gleiche Reizumfang erreicht wird wie bei 3 verschiedenen Übungen für diesen Muskel mit je einer Serie. Sprechen wir im Folgenden also von Einsatz-Training, ist das Training mit nur einer Serie pro Übung und Muskel gemeint.

Einige Untersuchungen haben gezeigt, dass in den ersten Monaten eines Trainings mit Untrainierten der messbare Kraftzuwachs bei einem Einsatz-Training gegenüber einem Mehrsatz-Training gleichwertig ist. Der Zuwachs an Muskelmasse wurde häufig nicht untersucht, so dass aus den o. g. Studien nicht der Rückschluss gezogen werden darf, dass auch der Massezuwachs gleichwertig ist. Dieser spielt in den ersten Monaten eines Trainings allerdings ohnehin eine geringere Rolle beim Kraftaufbau als koordinative Lerneffekte. Die Untersuchungslage an fortgeschrittenen Athleten lässt aufgrund methodischer Probleme und unterschiedlichen Befunden keine eindeutige Aussage zu. Wenn man sich allerdings an der gängigen Trainingspraxis erfolgreicher Sportler orientieren will, kann ein Mehrsatz-Training eindeutig empfohlen werden. Dabei gilt – wie oben bereits erwähnt –, dass auch ein Training, in dem mehrere Übungen für die gleiche Muskelgruppe mit einer Serie durchgeführt werden, als ein Mehrsatz-Training angesehen werden muss.

Neben dem Kraftzuwachs, in der Regel gemessen als Zuwachs an Maximalkraft, gibt es allerdings andere Effekte, die bei einem Krafttraining erwünscht sind und die durch ein Mehrsatz-Training schneller und effektiver zu erreichen sind:

- Der Muskel- und Gelenkstoffwechsel wird stärker angeregt, was die Versorgung der Gewebe mit Nährstoffen und Sauerstoff verbessert.
- Der Energieverbrauch ist höher, was bei der Erhaltung bzw. Reduktion

des Körpergewichts eine Rolle spielt.

- Die koordinativen Lerneffekte hinsichtlich der intra- und intermuskulären Koordination sind höher, insbesondere bei komplexen, anspruchsvollen Bewegungsabläufen, z. B. Freihantelübungen mit Überkopfarbeit, Umsetzen oder Gewichthebertechniken.
- Die Effekte auf die Anpassungen des anaeroben Stoffwechsels durch hohe Laktatkonzentrationen im Sinne eines Kraftausdauertrainings sind höher.

Auch der Muskelzuwachs dürfte aus physiologischer Sicht höher ausfallen, da neben einer hohen Spannung auf den Muskelfasern auch Stoffwechselvorgänge als auslösender Reiz gelten. Aufgrund dieser Aspekte kann man prinzipiell sagen, dass ein Mehrsatz-Training grundsätzlich auch mehr wünschenswerte, positive Effekte hat. Das Einsatz-Training bleibt jedoch eine Alternative für diejenigen, die keine Zeit für ein Mehrsatz-Training haben, die nicht belastbar genug für mehrere Serien sind (z. B. Patienten) oder die vorübergehend als methodische Variation ein so genanntes High-Intensity-Training absolvieren, in dem jede Serie über die normale muskuläre Erschöpfung hinaus durch Intensivtechniken verlängert wird. Die empfohlenen Serienzahlen für ein Mehrsatz-Training liegen bei 3–5 (Muskelaufbau) bzw. 3–6 (Kraftausdauer) und 5–8 (Training der intramuskulären Koordination).

VERWEISE:

- Maximalkrafttraining (25)
- Muskelaufbautraining (26)
- Kraftausdauer (28)
- High-Intensity-Training (37)
- Serienkopplung und Variation (42)
- Pyramidentraining (34)
- Serienpause (40)

40 Serienpause

Je höher die Last, desto länger die Pause

Bei diesem Prinzip ist es zunächst dienlich eine Serienpause zu definieren: Die Serienpause ist im Krafttraining die Pause, die zwischen zwei Serien von ununterbrochenen Hebungen eingelegt wird. Die ununterbrochenen Hebungen bezeichnet man als Wiederholungen. Im Krafttraining sind Wiederholungszahlen von 1–20 üblich. In der Serienpause soll sich der Muskel von der vorangegangenen Belastung erholen. Diese Erholung bezieht sich im Wesentlichen auf den Nachschub von Energieträgern und Sauerstoff, auf den Abbau von Milchsäure sowie auf eine Regeneration der neuronalen Ansteuerungs-mechanismen.

Je nach Trainingsmethode, die angewendet wird, steht eher das eine oder eher das andere im Vordergrund. Die Serienpause kann allerdings nur als Erholung genutzt werden, wenn der zuvor trainierte Muskel in der Pause keinen hohen Anspannungen (Anspannungsniveau maximal 15 % der Maximalkraft) ausgesetzt wird und auch nicht intensiv gedehnt wird, da bei einer Dehnung die Muskeldurchblutung herabgesetzt ist. Das Blut bringt jedoch notwendige Nährstoffe und Sauerstoff in den Muskel, die für die Erholungsprozesse relevant sind.

Bei Trainingsmethoden mit geringeren Gewichten, in denen primär die Kraftausdauer trainiert werden soll, ist eine vollständige Erholung in der Serienpause häufig nicht erwünscht, da das Ziel eine aufstockende Ermüdung ist. Daher ist die Serienpause kurz (z. B. 30–60 Sekunden). Im Muskelaufbautraining werden traditionell längere Erholungspausen (1–3 Minuten) angewendet. Dies ist sinnvoll, um auch in der zweiten oder dritten Serie noch Gewichte bewältigen zu können, die eine ausreichend hohe Spannung ermöglichen, um ein hypertrophiewirksames Training durchzuführen.

Ein Hypertrophietraining kombiniert hohe Spannungsreize mit einer höchstmöglichen Spannungsdauer. Da aber auch hierbei die aufstockende Ermüdung eine Zielsetzung ist, ist eine vollständige Erholung in der Pause weder gewünscht noch praktikabel, zumal häufig bei dieser Form des Trainings Proteinstrukturen verschlissen werden, die eine längere Regenerationszeit von Stunden bis Tagen benötigen. Wenn es allerdings um ein koordinatives Training geht, z. B. Methoden zur Entwicklung der maximalen Sprunghöhe/-weite oder um ein Training der intramuskulären Koordination, d. h. der maximalen neuronalen Ansteuerung eines

Muskels, sollte die Serienpause eine nahezu vollständige Erholung ermöglichen.

Die Anhäufung von Stoffwechselendprodukten, Erschöpfung von Energiespeichern und die neuronale Ermüdung, die bei anderen Trainingsmethoden angestrebt werden, sind bei diesen Methoden möglichst zu vermeiden bzw hinauszuzögern. Daher finden wir im Training mit höchsten Lasten (Training der intramuskulären Koordination) bzw maximalen, schnellkräftigen Anspannungen (Sprungkrafttraining, Schnellkrafttraining) lange Serienpausen von mindestens 3, eher 5–10 Minuten. Nach Zatsiorsky (1996, S. 139) benötigt ein Gewichtheber für eine vollständige Erholung nach einem maximalen Hebeversuch 10–15 Minuten. So kann also die Regel gelten, je höher die Trainingsintensität in Prozent, bezogen auf die Maximalkraft des Trainierenden, desto länger muss die Serienpause dauern.

Die Herzfrequenz pro Minute (= Puls) ist im Krafttraining übrigens keine nützliche Steuerungsgröße für die Serienpause, da die Herzfrequenz nur die Aktivierung des globalen Versorgungssystems des Körpers widerspiegelt, nicht aber den Versorgungsstatus auf der lokalen, d. h. muskulären Ebene. Ist es im Training von Älteren oder Herzkranken allerdings gewünscht, die Herz-Kreislauf-Belastung und den Blutdruck niedrig zu halten, sind lange Serienpausen nützlich. Sie sollten dann mindestens das Doppelte der Seriendauer betragen. Abschließend ist zu bemerken, dass die wissenschaftliche Studienlage zur optimalen Dauer von Serienpausen nicht besonders gut ist, so dass kaum »knallharte Empfehlungen« zu diesem Thema möglich sind.

VERWEISE:

- Maximalkrafttraining (25)
- Muskelaufbautraining (26)
- Kraftausdauer (28)
- Schnellkraft (27)
- Serienkopplung und Variation (42)
- Krafttraining und Blutdruck (96)

41 Das Prinzip der Vorermüdung

Nachermüdung ist effektiver als Vorermüdung

Das Vorer müdungsprinzip kommt aus dem High-Intensity-Training. Es geht von der Annahme aus, dass bei einer mehrgelenkigen Grundübung wie Bankdrücken oder Latissimus-Ziehen, die an dieser Übung beteiligten großen Muskelgruppen – in diesem Fall Brust- und Rückenmuskulatur – nicht effektiv erschöpft werden können, da die kleineren Muskelgruppen – in diesem Fall Trizeps, Deltamuskel und Bizeps vorzeitig ermüden. Da die großen Muskelgruppen allerdings in der Regel die Hauptzielmuskulatur bei Grundübungen sind, wird bei der Anwendung des Prinzips der Vorer müdung eine Isolationsübung für die entsprechende Muskelgruppe direkt vor der Grundübung erschöpfend durchgeführt. Die dadurch vorermüdeten Zielmuskulatur soll dann auch in der Grundübung einen intensiveren Trainingsreiz erfahren, da nicht mehr die kleinen Muskelgruppen, sondern die vorermüdeten großen Muskelgruppen die Dauer der Übung begrenzen. Zwischen Isolationsund Grundübung wird keine echte Pause eingelegt, sondern lediglich die Übungsstation gewechselt. Beispiele für Übungskombinationen nach dem Prinzip der Vorer müdung sind Butterfly-Maschine und Bankdrücken, Beinstrecken und Beinpresse, Überzüge (*Pull-overs*) und Latissimus-Ziehen. Die Praxis der Durchführung sieht z. B. so aus: Der Trainierende absolviert 6–8 erschöpfende Wiederholungen an der Butterfly-Maschine und wechselt dann ohne Pause direkt an die Drückerbank, um dort weitere 6–8 Wiederholungen Bankdrücken, erneut bis zum Muskelversagen, durchzuführen.

Das Prinzip der Nachermüdung bietet einen gegenläufigen Ansatz, um dem Problem einer geringen Ausbelastung großer Muskelgruppen bei mehrgelenkigen Grundübungen entgegenzuwirken. Es schaltet die Isolationsübung direkt hinter die Grundübung damit die Zielmuskulatur, die während der Grundübung bereits ermüdet, jedoch nicht vollständig erschöpft wurde, nun bis zum völligen Muskelversagen geführt wird. Man kann also die gleichen Übungen kombinieren wie bei dem Prinzip der Vorer müdung, dreht nur die Reihenfolge um.

Das Vorer müdungsprinzip ist umstritten. Die Gesamtarbeit der Zielmuskulatur (Wiederholungen x Gewicht) und somit die Höhe des trainingswirksamen Reizes soll bei der Vorer müdung niedriger liegen als bei der Nachermüdung (Giessing 2006, S. 104). Insbesondere die Leistung in

der Grundübung sinkt ab. Diese erfordert durch die Größe der eingesetzten Muskelmasse eine höhere neuronale Aktivierung und Willenskraft als die Isolationsübung. Somit widerspricht das Vorermüdungsprinzip der Trainingsregel, dass die intensivere, höher belastende und koordinativ schwierigere Übung zuerst trainiert wird. Für Sportler, die für die Steigerung ihrer Wettkampfleistung eine hohe Kraft in der Grundübung erzielen müssen (Kraft-Dreikämpfer, Kugelstoßer, Gewichtheber), ist das Vorermüdungsprinzip grundsätzlich nicht zu empfehlen.

VERWEISE:

- Serienkopplung und Variation (42)
- Eklektisches Prinzip (36)
- High-Intensity-Training (37)

42 Serienkopplung und Variation

Spezialserien für Fortgeschrittene

Je weiter ein Sportler im Trainingsprozess fortgeschritten ist, desto mehr Variationen in Umfang, Intensität und Reizdichte muss er einsetzen, um weitere Zuwächse an Muskelkraft, Muskelmasse oder Leistungsfähigkeit zu erreichen. Eine Möglichkeit liegt darin, die Serien verschiedener Übungen, die die gleiche Muskulatur trainieren, dicht hintereinander zu setzen. Der Muskel wird gezwungen, wesentlich länger unter Spannung zu arbeiten, was durch die veränderte Belastungskonstellation und eine »Minipause« (um die Station zu wechseln) ermöglicht wird. Die Ausbelastung der Muskulatur ist dadurch sehr hoch. Der Unterschied zu den anderen Intensivtechniken besteht darin, dass mehrere Übungen hintereinander geschaltet werden, und nicht die einzelne Übung »verlängert« wird. Die üblichsten Spezialserien sind Verbundsätze, Supersätze, Dreier-Sätze (*Tri-Sets*) und Mammutsätze (*Giant Sets*).

Beim Verbundssatz wird in der Regel eine Grundübung mit einer Isolationsübung kombiniert. Zum Beispiel werden 10 erschöpfende Wiederholungen Bankdrücken für die Brust absolviert, um dann ohne Pause zu Fliegenden Bewegungen am Kabelzug zu wechseln und dort ca. 8–10 Wiederholungen bis zum Muskelversagen durchzuführen. Im üblichen Sprachgebrauch werden Verbundsätze auch als Supersätze bezeichnet. Zur Abgrenzung zu den Antagonisten-Supersätzen, die weiter unten erläutert werden, ist die Bezeichnung Verbundssatz allerdings zu bevorzugen. Dreier-Sätze verbinden drei unterschiedliche Übungen für eine Muskelgruppe ohne Pause, Mammutsätze vier bis sechs. Mammutsätze gehören allerdings damit schon eher in die Kategorie des »Schocktrainings«. Antagonisten-Supersätze sind Verbundsätze, die zwei Übungen für unterschiedliche Muskelgruppen direkt hintereinander stellen, und zwar für Muskelgruppen die antagonistisch wirken. Ein Antagonist (Gegenspieler) erzeugt eine Bewegung in die Gegenrichtung des Agonisten. Beispiele hierfür sind der Bizeps, der das Ellbogengelenk beugt, und der Trizeps, der das Ellbogengelenk streckt. Eine Superserie für Antagonisten könnte also z. B. eine Serie Armbeugen mit Kurzhanteln mit einer Serie Trizepsdrücken am Kabelzug kombinieren. Antagonisten-Superserien haben eine lange Tradition im Bodybuilding und erzeugen einen guten »Pump« im jeweiligen Körperfleck. Eine überzeugende physiologische Begründung dafür, warum sie einen anderen Vorteil haben sollen, als Zeit

einzuhalten, ist allerdings schwer zu erkennen. Die Erschöpfung des Einzelmuskels (z. B. des Bizeps in unserem Beispiel) nimmt durch diese Methode mit Sicherheit nicht zu. Bei allen anderen angeführten Beispielen ist die Intensivierung für die Zielmuskulatur hingegen nachvollziehbar. Spezialserien werden von Fortgeschrittenen entweder in Trainingsphasen zur Intensivierung und Variation vorübergehend eingesetzt oder in der Wettkampfvorbereitung, in der viele Bodybuilder die Reizdichte und Trainingsumfänge erhöhen.

Art Serienkopplung	der Zielmuskulatur	Beispiel einer Kombination
Verbundsatz	Latissimus (Rücken)	dorsi
Dreier-Satz (Tri-Set)	Quadrizeps (Oberschenkel)	
Mammutset	Brustmuskulatur	
Antagonisten-Superset	Quadrizeps Hamstrings (Oberschenkel)	und Beinstrecken am Gerät, sitzend & Beinbeugen am Gerät, liegend

Praxisbeispiele für Serienkopplungen

VERWEISE:

- Muskelaufbautraining (26)
- High-Intensity-Training (37)
- Das Prinzip der Vorermüdung (41)

→ Serienanzahl **(39)**

43 Trainingshäufigkeit

Trainiere jeden Muskel zwei- bis dreimal pro Woche

Das Prinzip der Superkompensation schreibt vor, dass nach überschwelligen Reizen eine Ruhephase notwendig ist, damit der Körper die Aufbaureize in einen Leistungszuwachs umwandeln kann. Sind die Pausen zwischen den Trainingseinheiten zu kurz, droht ein Übertraining, sind sie zu lang, ein Verpuffen der Zuwächse. Die Frage, die sich dem Trainer und Trainierenden stellt, ist die nach einer optimalen Trainingshäufigkeit pro Woche für einzelne Übungen bzw. Muskelgruppen, um optimale Leistungsgewinne zu erzielen. Die Beantwortung dieser Frage hängt von verschiedenen Einflussfaktoren ab, z. B. von der Intensität, Dauer und Art der Belastung (koordinativ, metabolisch oder strukturell), dem Trainingszustand des Sportlers und von Regenerationsmöglichkeiten.

In Studien zeigt sich, dass eine Trainingshäufigkeit von zwei bis viermal pro Woche zu guten Ergebnissen hinsichtlich des Kraftzuwachses führt. Mehr als vier Trainingseinheiten für die gleiche Muskelgruppe bzw. Übung führt zu schlechteren Ergebnissen. Eine Trainingseinheit pro Woche kann beim Untrainierten leichte Zuwächse erbringen, beim Fortgeschrittenen nur dann, wenn mit extrem hoher Beanspruchung trainiert wird, die eine lange Regenerationszeit erfordert. In regenerativen Phasen oder wenn dem Trainierenden wenig Zeit zur Verfügung steht, kann ein einmaliges Training pro Woche einen Leistungsabbau verhindern bzw. verzögern, je nachdem, wie hoch das Leistungsniveau entwickelt war. Aus Gründen der Effektivität und des optimalen Zeitmanagements weisen die meisten Untersuchungen darauf hin, dass zwei Trainingseinheiten ein sehr günstiges Verhältnis bezüglich Aufwand und Nutzen (= Trainingseffekt) aufweisen. Drei Trainingseinheiten zeigen demgegenüber nur noch leichte Vorteile, offenbar vor allem bei Anfängern, da diese mit geringeren Intensitäten und einer geringeren Ausbelastung trainieren. Bezuglich der Hypertrophieerzeugung (Muskelaufbau) sind ähnliche Vorgaben zu empfehlen. Zwar ist die Studienlage hier dünner, jedoch entspricht die zweimalige Beanspruchung einer Muskelgruppe pro Woche auch den gängigen Empfehlungen der Bodybuilding-Fachbücher. Vor allem das zweimalige Training einer Muskelgruppe pro Woche wird bevorzugt, um ausreichende Regenerationszeiten zu gewährleisten. Einige Muskelgruppen sollen sich gegenüber anderen allerdings schneller regenerieren, z. B.

Bauchmuskeln und Waden. Diese Muskelgruppen werden von manchen Bodybuildern daher häufiger trainiert.

Auch Kraftzuwächse, die auf koordinativen Reizsetzungen beruhen, können durch höhere Trainingsfrequenzen verbessert werden, da die Erholungszeiten gering sind, wenn mit niedrigen Lasten gearbeitet wird und man eine Mikrotraumatisierung der Muskulatur vermeidet. Wird dagegen mit hohen strukturellen und/oder metabolischen Belastungen trainiert, verlängern sich die Erholungszeiten, wodurch die optimale Trainingshäufigkeit pro Woche niedriger liegt. Im Rehabilitationstraining nach Verletzungen und Operationen, bei dem in frühen Phasen spezielle Zielsetzungen der Reaktivierung, Automobilisation und Trophik (Stoffwechselanregung) im Vordergrund stehen, kann allerdings auch ein tägliches Training der betroffenen Gelenke und Muskeln sinnvoll sein.

Bei der wöchentlichen Trainingsplanung ist darauf zu achten, dass die Trainingseinheiten möglichst gleichmäßig verteilt werden. Jede Muskelgruppe benötigt nach einem intensiven Training mindestens einen »freien« Tag zur Erholung. So bietet sich bei einem dreimaligen Training pro Woche die Staffelung Montag-Mittwoch-Freitag bzw Dienstag-Donnerstag-Samstag an, bei einem zweimaligen Training Montag-Donnerstag bzw Dienstag-Freitag usw.

VERWEISE:

- Belastung und Erholung (6)
- Superkompenstation (10)
- Split-Training (53)
- Übertraining (83)
- Kontinuität (7)

44 Aufbau der Trainingseinheit

Vom Anspruchsvollen zum Einfachen

Im Krafttraining werden bezüglich der Reihenfolge der Übungen und Inhalte bestimmte Regeln eingehalten, von denen nur in Ausnahmefällen abgewichen wird. Diese Regeln ergeben sich aus der Zielsetzung, jede Übung mit der bestmöglichen Effektivität zu trainieren. Theoretisch müsste man hierfür extrem kurze, aber dafür sehr zahlreiche Trainingseinheiten planen, da es in jeder längeren Einheit zu Ermüdungserscheinungen kommt, die die Übungseffektivität verringern. Da es allerdings wesentlich ökonomischer ist, mehrere Übungen und Muskelgruppen in einer Einheit zu trainieren, versucht man, die einzelnen Bestandteile so anzurichten, dass in jedem Fall eine trainingswirksame Reizsetzung erreicht werden kann. Eine vernünftige Abfolge der Übungen und Inhalte reduziert zudem das Verletzungsrisiko.

Wenn das Aufwärmen abgeschlossen ist und das eigentliche Training beginnt, gelten folgende Regeln:

- Technisch anspruchsvolle Übungen werden vor einfachen Übungen trainiert
- Grundübungen werden vor Isolationsübungen trainiert
- Große Muskelgruppen werden vor kleinen trainiert
- Gleiche Muskelgruppen werden hintereinander trainiert
- Wettkampfübungen werden am Anfang der Trainingseinheit trainiert

Da die Fähigkeit zu einer fein abgestimmten Koordination von Bewegungen unter Ermüdung deutlich abnimmt und die erforderliche Konzentration für anspruchsvolle Bewegungsaufgaben am Beginn der Trainingseinheit am größten ist, steht das Techniktraining an erster Stelle. Koordinativ anspruchsvolle Übungen wie die Gewichthebertechniken Reißen, Stoßen, Umsetzen, Standreißen (*Power Snatch*) oder Standumsetzen (*Power Clean*) werden zuerst trainiert. Da auch die Koordination von mehrgelenkigen Grundübungen in der Regel anspruchsvoller ist als die Durchführung von Isolationsübungen, vor allem aber die eingesetzte Muskelmasse – und damit die Anstrengung – deutlich größer, werden Übungen wie Bankdrücken, Kniebeugen oder Nackendrücken vor Brustmuskelübungen am Seilzug isoliertem Beinstrecken am Gerät oder Frontheben mit Kurzhanteln absolviert. Wenn eine optimale lokale Erschöpfung bestimmter Muskelgruppen

erwünscht ist – z. B. im Bodybuilding – sollten allerdings alle Übungen für gleiche Muskelgruppen direkt hintereinander trainiert werden. Das heißt die Isolationsübung für die Brustmuskulatur würde sich direkt an das Bankdrücken anschließen, bevor die Muskelgruppe gewechselt und wieder mit einer Grundübung begonnen wird. Ein Abweichen von diesen Regeln wird meist nur bei der Anwendung des Prioritätsprinzips vorgenommen. Dabei kann dann durchaus das Bizepstraining (kleine Muskelgruppe, einfache Bewegung) am Anfang einer Trainingseinheit stehen. In Wettkampfsportarten steht die Wettkampföbung voran. Meist sind die Wettkampfübungen mehrgelenkig, koordinativ anspruchsvoll und erfordern eine maximale Anstrengung. Der Sportler braucht seine volle Aufmerksamkeit und Konzentration. Hier verbinden sich die physiologischen Grundlagen der oben genannten Regeln gewöhnlich mit dem Prioritätsprinzip. Beispiele wären das Gewichtheben, der Kraft-Dreikampf oder auch die leichtathletischen Wurfdisziplinen, wo die Wettkampföbung häufig mit schwereren Geräten (als die Wettkampfnorm) durchgeführt wird, um die Schnellkraft zu steigern.

VERWEISE:

- Prioritätsprinzip (48)
- Aufwärmen (45)
- Abwärmen (46)
- Das Prinzip der Vorermüdung (41)
- Konditionstraining (55)

45 Aufwärmen

Aufwärmen erhöht die Leistungsfähigkeit und schützt vor Verletzungen

Das Aufwärmen vor intensiven, sportlichen Belastungen ist ein Standardritual wie das Zähneputzen vor dem Zubettgehen. Es dient zur Steigerung der Leistungsfähigkeit und zur Verletzungsprophylaxe. Dabei gilt die Regel: Je intensiver die nachfolgende Belastung, desto gründlicher muss das Aufwärmen durchgeführt werden. Im Aufwärmprozess wird der Organismus insgesamt und jedes einzelne Gewebe, das hernach beansprucht werden soll, speziell auf die sportliche Aktion vorbereitet. Herz und Kreislauf werden in Schwung gebracht, damit das Blut effektiv zu den Muskeln gelangen kann. Für die Muskeln ist die gesteigerte Durchblutung wichtig, um den Nährstoff- und Sauerstofftransport zu verbessern und Laktat abzubauen. Ferner verbessert eine durch aktive Aufwärmarbeit erreichte Temperaturerhöhung im Gewebe die Dehnfähigkeit sowie die Geschwindigkeit der Stoffwechselvorgänge und Nervenimpulse. Ein weiterer Aspekt ist die mentale Vorbereitung auf die Belastung. Motivation und Willenskraft spielen bei hochintensiven Kraftbelastungen eine entscheidende Rolle für das Abrufen der maximalen Leistung, weshalb die Konzentration auf die bevorstehende Belastung und Strategien zur Motivationssteigerung in den Aufwärmprozess integriert werden sollten. Neben der Leistungssteigerung dient das Aufwärmen der Vorbeugung von Verletzungen. Auch hier wirkt sich die erhöhte Dehnfähigkeit der Gewebe positiv aus, um die Gefahr von Muskelzerrungen zu verringern, insbesondere bei Übungen, die eine gute Beweglichkeit erfordern, z. B. Gewichthebertechniken, Fliegende Bewegungen mit Kurzhanteln, Tiefkniebeugen. Zu diesem Zweck können ergänzend auch dynamische Dehnungsübungen bzw. statische mit kurzen Haltephasen (5–10 Sekunden) eingesetzt werden. Weitere positive Effekte eines mehrminütigen, aktiven Durchbewegens der Gelenke sind eine Erhöhung der Produktion von Synovialflüssigkeit, die als Gelenkschmiere dient, sowie eine verstärkte Durchsaftung der Knorpelgewebe für eine optimierte, reibungsarme Gelenkfunktion.

Bei den vielen genannten Vorteilen ist zu beachten, dass eine Ermüdung durch übertriebenes Aufwärmen unbedingt vermieden werden muss. Es sollte also eine Optimierung – nicht Maximierung – der Dauer und Intensität beim Aufwärmen im Vordergrund stehen. Kalte

Umgebungstemperaturen und ein höheres Alter verlängern allerdings den erforderlichen Aufwärmprozess. Auch beim Krafttraining ist die übliche Zweiteilung in eine allgemeine und spezielle Aufwärmarbeit sinnvoll. Das allgemeine Aufwärmen besteht aus zyklischen Bewegungen großer Muskelgruppen zur HerzKreislauf-Aktivierung, typischerweise Radfahren, Ruderergometer, Crosstrainer oder Laufbandarbeit. Im Krafttraining ist hierfür eine Dauer von etwa 10 (maximal 15) Minuten als ausreichend anzusehen. Das spezielle Aufwärmen besteht aus gymnastischen Übungen zur Vorbereitung aller großen Körpergelenke (z. B. lockere Armschwünge und dynamische Dehnübungen im Schulterbereich) sowie aus der Durchführung von 1–2 Serien derjenigen Hantel- oder Maschinenübungen, die im folgenden Trainingsprozess trainiert werden sollen. Diese Vorbereitungsserien werden mit einem sehr geringen Gewicht absolviert. Im Krafttraining ist dem speziellen Aufwärmen eine größere Bedeutung zuzumessen als dem allgemeinen Aufwärmen, sowohl aus leistungsphysiologischer wie aus verletzungsprophylaktischer Sicht. Insbesondere vor maximalen Hebeversuchen, Schnellkraft- oder Sprungkrafttraining oder im Lastbereich von über 80 % der Maximalkraft ist ein gründliches spezielles Aufwärmen angeraten. Viele Kraftathleten führen sich an höchste Gewichte durch ein Herantasten über ein pyramidenähnliches Steigern der Lasten heran, allerdings bleiben diese Vorbereitungsserien in ihrer Wiederholungszahl deutlich unter der möglichen Anzahl, um eine Ermüdung zu vermeiden.



Dehnungsübungen ergänzen das bewegungsintensive Aufwärmen.

VERWEISE:

- Dehnen (60)
- Pyramidentraining (34)
- Gesundheit vor Leistung (80)

46 Abwärmen

Ein Cool-Down beschleunigt die Regeneration

Das Abwärmen, auch *Cool-Down* genannt, umfasst alle aktiven Maßnahmen, die ein Sportler im unmittelbaren Anschluss an den Hauptteil der Trainingseinheit durchführt, um den Übergang von der Belastungssituation in die Ruhephase zu gestalten. Der Sinn ist das langsame Herunterfahren der beanspruchten Organsysteme auf ihr Ausgangsniveau und eine beschleunigte Einleitung regenerativer Prozesse. Auch die mentale Entspannung spielt eine Rolle, wenn im Training Willenskraft und Motivation im hohen Maße gefordert waren.

Die Maßnahmen des aktiven Ausklangs bestehen in leichter aerober Muskelaktivität, Lockerungsübungen, Eigenmassage und spielerischen Aktivitäten. Dehnübungen werden von vielen Trainern empfohlen, sind allerdings höchstens in sanfter Ausführung vertretbar, da ein intensives Stretching aufgrund der hohen mechanischen Belastung beim Dehnen und der ermüdungsbedingten Steifigkeit der Muskeln wenig sinnvoll erscheint. Lockere, aerobe Muskeltätigkeit hingegen intensiviert die Durchblutung und sorgt damit für einen beschleunigten Abtransport von Laktat aus der Muskulatur, liefert Nährstoffe für die Wiederherstellung erschöpfter, lokaler Energiespeicher und verbessert die Sauerstoffversorgung. Die aerobe Energiegewinnung mit Sauerstoff dominiert in der Ruhephase und Laktat wird in der Muskulatur und anderen Organen durch aerobe Prozesse abgebaut.

Regenerative Vorgänge werden durch einen aktiven Ausklang der Trainingseinheit also schneller eingeleitet und effektiv beschleunigt. Damit spielt das Abwärmen insbesondere für Leistungssportler eine wichtige Rolle, da diese mit einer hohen Trainingshäufigkeit pro Woche konfrontiert sind und demnach ihre kurzen Regenerationsphasen optimal nutzen müssen. Ein Fitnesssportler, der zweimal pro Woche trainiert, hat in der Regel ausreichende Erholungszeiten, und darf das Abwärmen durchaus einmal vernachlässigen. Allerdings ist der Wechsel von Belastung und Entlastung bzw. Anspannung und Entspannung ein wichtiges Prinzip für die Trainingslehre und für die allgemeine Gesunderhaltung des Organismus und seiner einzelnen Organsysteme. Ein aktiver, entspannter Ausklang kann hierzu seinen Beitrag leisten, insbesondere dann, wenn nach dem Training weitere Belastungen und Anstrengungen (beruflich oder privat) erfolgen sollen. Die Aktivitäten des *Cool-Down* sollten

subjektiv als angenehm und locker empfunden werden. Erneute Anstrengungen sind kein Bestandteil eines aktiven Ausklangs. Mentale Entspannungsmaßnahmen können das körperliche Abwärmprogramm sinnvoll abrunden.

VERWEISE:

- Dehnen (60)
- Belastung und Erholung (6)
- Ausdauertraining (94)

47 Dauer der Trainingseinheit

Man kann alles trainieren – nur nicht über 60 Minuten

Je intensiver eine Belastung ist, desto kürzer muss die Belastungsdauer ausfallen, um die Intensität auf einem hohen Niveau halten zu können. Dies gilt im Krafttraining nicht nur für die einzelne Serie oder die Serienzahl pro Übung und Muskelgruppe, sondern auch für den Gesamtumfang einer Trainingseinheit. Denn neben der lokalen Ermüdung bestimmter Muskelgruppen, die durch eine gezielte Übungsauswahl und Methodik bewusst herbeigeführt wird, tritt mit zunehmender Dauer des Trainings auch eine zentrale Ermüdung ein. Die Verknappung der Energieressourcen, die ständige Anspannung der Willenskraft, die hohen Intensitäten und Frequenzen von Nervenimpulsen, die Anreicherung von Stoffwechselendprodukten wie Laktat (Milchsäure) und die Überflutung des Körpers mit Stresshormonen erfordern einen Abbruch der Trainingseinheit, bevor die Ermüdungsprozesse die Effektivität der Übungen derart herabsetzen, dass das weitere Training zur nutzlosen Energieverschwendug wird.

Eine zentrale Ermüdung entsteht vermutlich durch die Verarbeitung von Informationen, die aus verschiedenen Organen im Gehirn zusammenlaufen und dort hemmende Impulse auslösen, die die Leistungsfähigkeit herabsetzen. Aus der Erfahrung heraus, dass die ersten Übungen des Trainings, in denen der Sportler noch »frisch und energiegeladen« ist, mit höchster Konzentration und Intensität durchgeführt werden können, fordert das Prioritätsprinzip z. B., Trainingsschwerpunkte an den Anfang einer Krafttrainingseinheit zu stellen. Aus dem gleichen Grund werden komplexe Grundübungen vor Isolationsübungen trainiert, große Muskelgruppen vor kleinen. Die letzten Übungen, in denen der Sportler bereits mit zentralen Ermüdungserscheinungen zu kämpfen hat, gehören den aktuell weniger wichtigen Zielsetzungen.

Optimal wäre eine Trainingseinheit von ca. 30–45 Minuten Dauer. Inklusive Auf- und Abwärmten käme man auf eine Gesamtdauer von 45–65 Minuten. Bei einer längeren Pausengestaltung zwischen den Serien und einem umfangreichen Übungsplan sollte die reine Krafttrainingszeit 60 Minuten nicht überschreiten. Somit ist die Anwesenheit auf der Trainingsfläche auf höchstens 80 Minuten Gesamtdauer begrenzt –

kommunikative Aspekte außen vorgelassen. 6–10 Übungen und 20–30 Serien werden häufig innerhalb einer Trainingseinheit absolviert. Wird das Übungsprogramm zu umfangreich, als dass man es in 60 Minuten absolvieren kann, muss der Plan auf mehrere Trainingseinheiten verteilt werden. Ein solches Split-System ist im leistungsorientierten Krafttraining an der Tagesordnung. Um die zentrale Ermüdung hinauszuzögern, können Pausenzeiten zwischen verschiedenen Trainingsschwerpunkten verlängert werden. Zudem empfiehlt sich die Zufuhr isotonischer Getränke während des Trainings, um dem Leistungsabfall durch Flüssigkeits- und Energieverlust entgegenzuwirken.

Spezielle Zielsetzungen im Krafttraining können unter Umständen längere Trainingszeiten rechtfertigen. Optimale Reize im Maximalkraft-, Hypertrophie- oder Schnellkraft-Bereich bis zur letzten Wiederholung sind dann allerdings kaum mehr möglich. Neben der Abnahme der Trainingseffizienz spielt auch eine erhöhte Verletzungsgefahr eine Rolle, da unter einer zentralen Ermüdung Reaktionszeiten und Bewegungsgenauigkeit (Koordination) vermindert sind.

VERWEISE:

- Split-Training (**53**)
- High-Intensity-Training (**37**)
- Serienanzahl (**39**)

48 Prioritätsprinzip

Arbeite an deinen Schwachpunkten

»Priorität« bedeutet soviel wie »Vorrang«. Etwas, das Priorität hat, ist also vorrangig wichtig. Das Prioritätsprinzip ist ein bekanntes Weider Trainingsprinzip und vor allem im Bodybuilding verbreitet. Es besagt, dass man besonders intensiv an seinen Schwachstellen in der Muskelentwicklung arbeiten soll und den Trainingsplan dementsprechend anpassen muss. Im Bodybuilding ist es das Ziel, ein möglichst harmonisches, ausgewogenes Muskelrelief bei gleichzeitig großer Masse zu erreichen. Es gibt jedoch bestimmte Körperpartien, und diese sind individuell sehr unterschiedlich, die weniger gut auf das Training ansprechen als andere. Es kann z. B. sein, dass Brustmuskulatur und Arme sehr stark entwickelt sind, die Oberschenkel im Vergleich dazu allerdings zu schwach wirken. In diesem Fall würde der Athlet das Training seiner Oberschenkel intensivieren, damit diese verstärkt zum Wachstum angeregt werden. Arnold Schwarzenegger berichtet, dass er in den frühen Jahren seines Trainings feststellte, dass er zu dünne Waden hatte und dass er »bessere Waden bekommen müsste, um der Champion zu werden, der er sein wollte«. Deshalb trainierte er in der Folgezeit immer zuerst im Training die Waden und traktierte sie mit verschiedenen Intensivtechniken, um sie zum Wachsen »zu zwingen« (Arnold Schwarzenegger 1998, S. 192).

Man trainiert die Schwachpunkte, wenn man ausgeruht ist, d. h. am Anfang einer Trainingseinheit oder nach einem trainingsfreien (Ruhe-)Tag. Dieser Aspekt wird beim Prioritätsprinzip besonders betont, damit mit maximaler Intensität und Konzentration an den problematischen Muskelpartien gearbeitet werden kann. Man kann zudem die Übungsauswahl verändern bzw. die Anzahl der Übungen erhöhen und/oder den Belastungsumfang steigern (z. B. mehr Serien durchführen). Ferner kann man andere Methoden als bisher anwenden, da nicht alle Muskelgruppen auf die gleiche Methode auch gleich ansprechen. Dies kann z. B. mit der unterschiedlichen Verteilung weißer und roter Muskelfasern innerhalb des Muskels zusammenhängen. Während die weißen Muskelfasern eher durch schwere Gewichte und schnellkräftige Bewegungen entwickelt werden, reagieren die roten Muskelfasern bereits bei geringeren Lasten, allerdings in Verbindung mit einer längeren Belastungsdauer.



Mit Isolationsübungen wie Unterarmcurls können individuelle Schwachpunkte in der Muskelentwicklung behoben werden.

Auf andere Sportarten angewendet, würde das Prioritätsprinzip bedeuten, dass der Sportler an seinen individuellen Defiziten im technischen Bewegungsablauf oder auf konditioneller Ebene intensiv arbeitet, indem er mehr Zeit, mehr Anstrengung und mehr Konzentration im Training dafür investiert. Das Prioritätsprinzip wird aber z. T. auch einfach so gedeutet, dass man den wichtigsten leistungsbestimmenden Faktoren seiner Sportart die größte Aufmerksamkeit im Training zu kommen lassen soll, indem man diese am Anfang der Einheit und mit dem entsprechenden zeitlichen Aufwand trainiert.

VERWEISE:

- Aufbau der Trainingseinheit (44)
- Split-Training (53)
- Das Schockprinzip (57)
- Konditionstraining (55)

49 Widerstandsarten

Nicht jeder Widerstand führt zum Erfolg

Grundsätzlich gilt, dass wenn ein Muskel gegen ungewohnt hohe Widerstände kontrahieren muss, sich als Trainingseffekt seine Kraft erhöht. Dabei ist es belanglos, ob der Widerstand in Form einer Hantel, einer Krafttrainingsmaschine oder des eigenen Körpergewichts gegeben wurde. Entscheidend ist die Reizhöhe und Reizdauer. Diese Aussage muss allerdings relativiert werden. Für manche Sportler sind explosive Krafteinsätze, reaktive Kontraktionsformen oder hohe Bewegungsgeschwindigkeiten leistungsbestimmend und müssen daher spezifisch trainiert werden. Dies ist bei einigen Widerstandsarten kaum möglich. So kann gegen einen Wasserwiderstand zwar sehr effektiv konzentrisch gearbeitet werden, nicht jedoch exzentrisch oder reaktiv. Auch nimmt der Widerstand des Wassers mit zunehmender Bewegungsgeschwindigkeit zu. Diese Art des Widerstandsverlaufs ist für die meisten sportlichen Bewegungen uncharakteristisch. Ebenso ungünstig ist es, gegen einfache Seilzugwiderstände (ohne lose Rollen) schnellkräftig zu kontrahieren, da am Ende der Bewegung das beschleunigte Gewicht »zurückfällt« und eine ungünstige Belastungsspitze für Mensch und Material bedeutet. Bei einem Sprung oder einer Stoßbewegung gegen einen elastischen Widerstand (z. B. Gummizug) entfallen hingegen »harte« Belastungsspitzen. Somit sind einige Widerstandsarten mehr, andere weniger für eine bestimmte Zielsetzung geeignet.

Axel Gottlob (2001, S. 65–66, Tab. C-4) unterteilt die typischen Widerstandsarten beim Krafttraining in:

- Federkräfte (z. B. Gummizüge, Latexbänder, Stahlfedern)
- Reibungskräfte von Festkörper gegen Festkörper (z. B. Zugschlitten, Bremsysteme)
- Reibungskräfte von Festkörper gegen Fluide (z. B. Wasser, Hydraulische Geräte, Luftwiderstände)
- Beschleunigungskräfte (z. B. Hanteln, konventionelle Maschinen mit Steckgewichten, Körpergewicht, Alltagsgegenstände)

Bei Federkräften ist der Widerstand abhängig von der Strecke. Beispiel: Je länger ein Latexband gezogen wird, desto mehr Widerstand muss der Muskel überwinden. Bei Reibungskräften zwischen zwei Festkörpern wächst der Widerstand in Abhängigkeit von der Anpresskraft. Beispiel: Je

schwerer der Schlitten, den ein Sprinter ziehen muss, desto mehr Kraft muss er aufwenden. Entsteht die Reibungskraft zwischen Festkörpern und Fluiden, so ist der Widerstand abhängig von der Bewegungsgeschwindigkeit. Beispiel: Je schneller ein Armzug beim Schwimmen durchgeführt wird, desto höher wird der zu überwindende Wasserwiderstand. Bei Beschleunigungskräften schließlich steigt der Kraftaufwand in Abhängigkeit von der Beschleunigung. Beispiel: Für eine schnellkräftige Bankdrückbewegung (hohe Beschleunigung) muss bei gleicher Gewichtslast mehr Kraft am Anfang der Bewegung eingesetzt werden als bei einem langsamen Hochdrücken (niedrige Beschleunigung).

Häufig treten im Training Mischformen der Widerstandsarten auf. Für ein allgemeines Muskelaufbau- und Kraftausdauer training sind fast alle Widerstandsarten geeignet. Für sportartspezifische Kraftstöße und Schnellkraft- bzw Reaktivkraftübungsformen ist die Auswahl hingegen begrenzt. Im Bereich des medizinisch-rehabilitativen Trainings ist in der Regel ein Widerstandsverlauf mit sehr geringen Beschleunigungskräften erwünscht, um der reduzierten Belastbarkeit der Gewebe Rechnung zu tragen und Überlastungen zu vermeiden. Hier liegt ein besonderer Einsatzbereich von Feder- und Reibungskräften, vor allem in frühen Trainingsphasen nach Verletzungen und Operationen.

VERWEISE:

- Das S.A.I.D.-Prinzip (4)
- Körpergewicht (51)
- Widerstandsarten (49)
- Hantel oder Maschine? (50)

50 Hantel oder Maschine?

Nutze die Vorteile des jeweiligen Gerätetyps

Die Frage, ob man lieber mit der Hantel trainieren sollte oder mit Kraftrainingsmaschinen, stellt sich im Fitness- und Gesundheitssport, im Bodybuilding, in der Rehabilitation und im leistungssportlichen Aufbautraining zahlreicher Disziplinen. In den Kraftsportarten Gewichtheben und Kraft-Dreikampf (Powerlifting) ist die Hantel hingegen Wettkampfgerät, so dass ein überwiegender Teil der Übungen mit Hanteln absolviert werden muss. Die Hantel fördert den Sportler stärker in seinen koordinativen Fähigkeiten, da sie mehr Freiheitsgrade besitzt als ein Maschinenhebel, an dem Griffe oder Widerstandspolster angebracht sind. Die Bewegung muss feiner koordiniert und geführt werden und bei Übungen im Stehen ist eine hochkomplexe Stabilisationsarbeit für die Haltemuskulatur notwendig, um die Hauptfunktionsmuskulatur zielgerichtet und effizient einsetzen zu können.

Im Bodybuilding wird ein Vorteil des Hanteltrainings darin gesehen, dass durch das komplexe Zusammenspiel der Muskeln eine größere Muskelqualität und -dichte erreicht werden können (Breitenstein 1997, S. 59). Günstig ist zudem, dass Hanteln unabhängig von den individuellen Körpermaßen einsetzbar sind, während manche Maschinen durch fehlende Verstellmöglichkeiten eine optimale und achsengerechte Positionierung sehr großer oder sehr kleiner Personen erschweren. Auch sind viele hocheffiziente, traditionelle Grundübungen Hantelübungen, z. B. Bankdrücken, Kniebeugen, Nackendrücken oder Bizepscurls. Ihre Wirksamkeit auf einen leistungsrelevanten Kraft- und Muskelzuwachs ist durch den Trainingserfolg zahlreicher Topathleten sowie durch wissenschaftliche Studien eindrucksvoll belegt. Eine erhöhte Verletzungsgefahr im Hanteltraining besteht nur bei maximalen Hebeversuchen, bei Überkopfarbeit und bei fehlerhafter Technik. Jeder ambitionierte Kraftrainierende sollte aufgrund der komplexen Muskel- und Kraftentwicklung in seinem Training eine Auswahl an Hantelübungen einsetzen, wobei je nach Zielsetzung Langhanteln, Kurzhanteln oder Kugelhanteln verwendet werden können. Langhanteln sind besonders geeignet für den grundlegenden Aufbau von Kraft und Muskelmasse. Kurzhanteln machen die Übungen koordinativ anspruchsvoller und ermöglichen eine Erweiterung der Übungsvielfalt. Kugelhanteln werden vor allem für Schwungübungen eingesetzt und eignen sich besonders für das

Training der Rumpfstabilität, der Schnellkraft und der Kraftausdauer.

Der Vorteil von Trainingsmaschinen liegt in der einfachen Bewegungsausführung (Anfängertraining!), in der gezielten Isolation von Gelenkbewegungen und in der Möglichkeit, auch diejenigen Muskelgruppen effektiv zu trainieren, die mit Hantelübungen schwer erreichbar sind, z. B. Schulter-, Rumpf- und Hüftrotatoren, Hüftadduktoren oder die Muskulatur an der Halswirbelsäule. Viele Maschinen bieten zudem einen Widerstandsverlauf, der der physiologischen Kraftkurve der Gelenkbewegung angepasst ist, wodurch über die gesamte Bewegungsbahn eine relativ gleichmäßige muskuläre Beanspruchung erzeugt wird (Exzenter-Technik). Dies ist besonders für das Muskelaufbautraining und Kraftausdauertraining im Fitness- und Gesundheitssport, im Bodybuilding und im Rehabilitationstraining relevant.

Die Isolation von Muskelgruppen im Maschinentraining bietet die Möglichkeit, muskuläre Schwachpunkte in Bewegungsketten gezielt zu bearbeiten bzw. akut verletzte Strukturen zu schonen. Die häufigen, dogmatischen Einwände gegen das angeblich »unfunktionelle« Training an Krafttrainingsmaschinen sind wenig hilfreich, um ein Optimum an Trainingseffizienz zu erreichen. Vielmehr sollte man die Vorteile beider Gerätearten nutzen. Allerdings sind von einem reinen Maschinentraining weniger günstige Effekte auf die alltagsnahe und sportliche Belastbarkeit und Funktionsfähigkeit zu erwarten, als bei einem reinen Hanteltraining bzw. einer Kombination. Ein Seilzug mit variabler Höhenverstellung des Zugapparates verbindet einige Vorteile von Hantel- und Maschinentraining, weshalb dieses Gerät in vielen Trainingsprogrammen gewinnbringend eingesetzt werden kann.

VERWEISE:

- Das S.A.I.D.-Prinzip (4)
- Variation (8)
- Eklektisches Prinzip (36)
- Winkelspezifische Kraft (19)
- Gewichthebertechniken (62)
- Ältere Menschen (78)

51 Körnergewicht

Der eigene Körper ist ein guter Trainingspartner

Fitnessstudios und Trainingszentren verfügen heutzutage über eine Vielzahl an Maschinen und Spezialgeräten für das Krafttraining unterschiedlichster Muskelgruppen. Manchmal vergisst man darüber leicht, welche ausgezeichneten Möglichkeiten das Training mit dem eigenen Körnergewicht bietet. Ohne aufwendiges Equipment sind effektive Übungen für Freizeit-, Breiten- und Leistungssportler möglich. Selten wird dabei das gesamte Körnergewicht als Widerstand genutzt. Häufig sind es nur Teilmassen wie das Gewicht des Oberkörpers, der unteren Extremität oder auch nur eines Beins. Selbst bei Klimmzügen bewegt man nicht 100% des Körnergewichts, sondern nur etwa 94% da Hände und Unterarme nicht hochgezogen werden. Andererseits kann ein Vielfaches des Körnergewichts als Widerstand wirken, wenn ein Sprungkrafttraining von erhöhten Plattformen durch Tiefsprünge durchgeführt wird. Ein Problem bei der Nutzung des eigenen Körnergewichts und seiner Teilmassen liegt in der scheinbar schlechten Dosierbarkeit. Hier kann man allerdings durch Varianten der Ursprungsübung und die Veränderung der Lasthebel durchaus feine Abstufungen der Belastung erreichen.

Als Beispiel diene der Liegestütz: Der Kniestiegestütz erfordert bei normaler Ausführung das Stemmen von etwa 46% des Körnergewichts, die übliche Variante mit Stütz auf dem Vorfuß und neben der Schulter etwa 65%. Werden die Füße jedoch auf einen kleinen Turnkasten erhöht aufgestellt steigt die Belastung auf etwa 73% an. Das heißt ein 80-Kilogramm schwerer Sportler würde in den drei Varianten einmal etwa 37 kg, einmal 52 kg und einmal 58 kg mit den Armen stemmen müssen. Hochintensive Übungen mit dem eigenen Körnergewicht, die auch für Leistungssportler eine Herausforderung darstellen sind z. B. einarmige Liegestütz, beid- oder einarmige Klimmzüge, einbeinige Kniebeugen, Tiefsprünge oder der Barrenstütz (Dip). Auch im Rumpfmuskeltraining wird vielfach effektiv das eigene Körnergewicht verwendet, z. B. bei Bauch-Crunches, Hyperextensions (Oberkörperheben in Bauchlage) oder beim Seitstütz. Übungen im so genannten *Functional Training* arbeiten im Rumpftraining sehr variabel mit dem eigenen Körnergewicht. Dabei wird häufig die Schwierigkeit durch den Einsatz instabiler Unterlagen (Sitzbälle, Gummimoder Schaumstoffkissen, Core-Board) erhöht. Für Freizeit- oder

Breitensportler, die für die allgemeine oder sportartbezogene Fitness ein Kräftigungsprogramm durchführen wollen, sind Übungen mit dem eigenen Körpergewicht häufig völlig ausreichend. Ebenso im Kindertraining oder im Training mit Senioren. Eine effektive Wirbelsäulengymnastik gegen Rückenschmerzen kommt zumeist ebenfalls ohne zusätzliche äußere Widerstände aus. Dennoch sollte man nicht glauben, dass das Training mit dem eigenen Körpergewicht grundsätzlich sicher sei und keine Überforderung entstehen könne (ein Grundsatz, der zuweilen im Kinder- und Jugendtraining von Trainern vertreten wird). Ein intensives Klimmzug- oder Sprungtraining kann beim Untrainierten sehr schnell zu Überlastungen und Reizungen am Bewegungsapparat führen. Die Dosierung ist auch beim Training mit dem eigenen Körpergewicht der Punkt, an dem sich entscheidet, ob effektiv gekräftigt, überlastet oder unterfordert wird.



Dips sind eine effektive Übung mit dem eigenen Körpergewicht.

Bei aller Effektivität eines Trainings mit dem eigenen Körpergewicht

müssen Wettkampf-Athleten aus Kraftsportarten wie Gewichtheben und Kraft-Dreikampf natürlich vor allem mit Hanteln trainieren, um wettkampfspezifische Reize zu setzen. Bodybuilder müssen alle Muskelgruppen gezielt und z. T. isoliert erreichen, was mit dem eigenen Körpergewicht nicht immer gelingt. Bestimmte Bewegungen sind mit gymnastischen Übungen (also ohne Gerät) vom Widerstandsverlauf und der Widerstandshöhe her einfach nicht optimal zu gestalten, z. B. Rumpfrotationen, die Halswirbelsäulenstreckung oder die Schulteraußenrotation. Daher kann der fortgeschrittene Krafttrainierende nie ganz auf Hantel- und Maschinentraining verzichten.

VERWEISE:

- Widerstandsarten (49)
- Liegestütz (72)
- Kreativität ist Trumpf (73)
- Ältere Menschen (78)
- Kraft und Körpergewicht (16)

52 Krafttraining ist unisex

Frauen und Männer trainieren gleich

Trotz einiger anatomischer und physiologischer Unterschiede zwischen Männern und Frauen gilt im leistungssportlichen Krafttraining der Grundsatz, dass Frauen genauso trainieren sollen wie Männer, wenn sie gleiche Ziele mit dem Training verfolgen. Dieser Grundsatz bezieht sich auf Übungen, Methoden, Belastungsnormative, Organisationsformen und allgemeine Trainingsmittel. Bei beiden Geschlechtern wird der Brustmuskel durch Bankdrücken entwickelt, die Schnellkraft durch Sprungübungen, die Maximalkraft durch das Training mit schweren Gewichten. Somit gelten die Prinzipien in diesem Buch nicht nur für Männer, sondern ebenso für Frauen.

Ein Unterschied, der allerdings häufiger im Hinblick auf eine andersartige Gestaltung der Trainingspläne von Frauen und Männern diskutiert wird, bezieht sich auf die starken hormonellen Schwankungen im weiblichen Organismus durch den Menstruationszyklus. In der ersten Phase des Zyklus (Follikelphase) überwiegen die Östrogene und stellen eine gute Trainerbarkeit von Kraft und Muskelmasse zur Verfügung. Das Ansteigen der Gestagene in der zweiten Zyklusphase (Lutealphase) setzt hingegen die Sensivität für anabole Prozesse herab. Befunde aus trainingspraktischen Studien mit erhöhten Kraftzuwächsen bei einem follikelphasenbetonten Training unterstützen Überlegungen, das Krafttraining am weiblichen Zyklus zu orientieren. Hieraus ließe sich ein Abweichen der Trainingspläne von Frauen und Männern bezüglich einer andersartigen Periodisierung begründen, z. B. durch eine zeitliche Anpassung der Trainingsschwerpunkte in Mikro- und Mesozyklen. Übungen, Methoden, Belastungsnormative, Trainingsmittel etc. würden allerdings weiterhin für beide Geschlechter gleich bleiben. Durch die Einnahme der »Anti-Baby-Pille« reduzieren sich die hormonellen Schwankungen und damit auch die Vorteile eines zyklusgesteuerten Trainings. Zudem gibt es weitere organisatorische und physiologische Hindernisse, die eine praktische Umsetzung erschweren, z. B. die bei Leistungssportlerinnen gehäuft auftretenden Unregelmäßigkeiten im Zyklus.

Dass Frauen im Fitnessbereich häufig anders trainieren als Männer, liegt in der andersgearteten Zielsetzung begründet. Während im Leistungssport die sportartspezifische Leistungsmaximierung bei beiden Geschlechtern im

Vordergrund steht, geht es Frauen im Fitnesstraining häufig eher um Gesundheit, Gewichtsreduktion und Verschlankung, Männern eher um forcierten Muskel- und Kraftaufbau. Auch die Schwerpunktsetzung hinsichtlich der trainierten Körperpartien weicht in der Regel ab: Männer trainieren vorwiegend die obere, Frauen eher die untere Extremität. Aus diesen unterschiedlichen Trainingsschwerpunkten ergeben sich dann natürlich andersartige Trainingspläne für Frauen und Männer im Fitnesstraining. Bei gleicher Zielsetzung trainieren die Geschlechter jedoch immer gleich.

Eine Ausnahmesituation entsteht bei Frauen durch eine Schwangerschaft. Eine Schwangere kann unter Einhaltung bestimmter Regeln ohne Risiko für sich und das Kind ein Krafttraining weiterführen. Auf ein leistungsorientiertes Training mit hohen Umfängen und Intensitäten sollte jedoch verzichtet werden. Je weiter die Schwangerschaft fortschreitet, desto mehr Sicherheitsregeln müssen berücksichtigt werden. Es empfehlen sich die regelmäßigen, ärztlichen Kontrolluntersuchungen und die Begleitung des Trainings durch ein kompetentes Trainerpersonal.

VERWEISE:

- Frauen und Männer (75)
- Individualisierung (5)
- Periodisierung (9)

53 Split-Training

Tägliches Training erfordert ein Split-System

Wer leistungssportlich ambitioniert Krafttraining betreibt, trainiert häufig an vier bis sechs Tagen in der Woche. Die Anzahl der Übungen und Muskelgruppen, die trainiert werden, steigt mit dem Leistungsniveau kontinuierlich an. Es ist dem Sportler nicht mehr möglich, alle wichtigen Übungen an einem Tag zu absolvieren. Selbst wenn ausreichend Zeit zur Verfügung stünde, wären die Trainingseinheiten zu lang, um alle Aufgaben konzentriert und intensiv zu bewältigen. Zudem braucht eine Muskelgruppe möglichst 48 Stunden Pause, um Trainingsreize zu verarbeiten und in einen Leistungszuwachs umzusetzen. Daher trainieren leistungssportlich ambitionierte Krafttrainierende an verschiedenen Tagen unterschiedliche Übungen bzw. Muskelgruppen und variieren die Trainingsintensität bei Technikübungen. Aus dem Bodybuilding stammt die Bezeichnung Split-Training oder Split-System für diese Art der Trainingsgestaltung. Das Wort »Split« kommt aus dem Englischen und bedeutet soviel wie »teilen« oder »spalten«. Man teilt dabei den Körper in unterschiedliche Muskelgruppen, die an unterschiedlichen Tagen in der Woche trainiert werden. Wird sogar zweimal täglich trainiert, spricht man von einem »Doppel-Split-System«. Eine Einteilung der großen Muskelgruppen des Körpers kann z. B. wie folgt aussehen:

- Oberschenkel
- Waden
- Oberarme
- Unterarme
- Brust
- Rücken
- Schultern
- Bauch

Das Rückentraining wird häufig noch differenziert in den oberen und unteren Rücken. Der obere Rücken umfasst im Wesentlichen die großen, gut sichtbaren Muskeln wie Latissimus und Trapezmuskel, während mit dem unteren Rücken die wirbelsäulennahe Rückenstreckmuskulatur gemeint ist. Weitere Differenzierungen gibt es beim Oberschenkel- (vorderer und hinterer Anteil), Oberarm- (Bizeps, Trizeps) und

Schultertraining (drei Anteile des Deltamuskels). Bei der Zusammenstellung der Muskelgruppen für einen Trainingstag wird häufig darauf geachtet, welche Muskelgruppen bei bestimmten Bewegungen zusammenwirken, damit die notwendigen Erholungszeiten eingehalten werden können. Bei vier Trainingstagen in der Woche werden häufig zwei Trainingspläne (2er-Split) alternierend absolviert. Es gibt aber auch ein 3er-Split mit drei unterschiedlichen Trainingsplänen. Diese werden häufig hintereinander trainiert und dann ein Ruhetag eingelegt. Bei dieser Form des Split-Systems verschieben sich die Trainingstage, so dass der Zyklus mal am Montag, mal am Dienstag usw. beginnt.

Eine mögliche Wochenplanung für ein 3er-Split könnte wie folgt aussehen:

Wochentag	Muskelgruppen
Montag	Oberschenkel • Waden • Bauchmuskeln • Unterer Rücken
Dienstag	Brust • Trizeps • Schultern
Mittwoch	Oberer Rücken • Bizeps • Unterarme
Donnerstag	Ruhetag
Freitag	Oberschenkel • Waden • Bauchmuskeln • Unterer Rücken
Samstag	Brust • Trizeps • Schultern
Sonntag	Oberer Rücken • Bizeps • Unterarme
Montag	Ruhetag

Wochenplanung im Split-System: Split-Programme empfehlen sich ab einer Trainingshäufigkeit von 3- bis 4-mal pro Woche.

VERWEISE:

- Muskelgruppen-Splitting (54)
- Dauer der Trainingseinheit (47)
- Trainingshäufigkeit (43)
- Superkompenstation (10)
- Belastung und Erholung (6)

54 Muskelgruppen-Splitting

Das Push & Pull-Prinzip

Wenn im Bodybuilding oder Fitnesstraining ein Split-System trainiert wird, liegt die Begründung neben einer Verminderung des Gesamtumfangs einer Trainingseinheit auch in der Berücksichtigung ausreichender Erholungsphasen für die trainierte Muskulatur.

Die Muskulatur des Schultergürtels und der Arme wird besonders häufig belastet, da sie sowohl im Brust- und Latissimus-Training hart arbeiten muss als auch in eigenen Trainingsabschnitten speziell trainiert wird. Damit die Muskelgruppen des Oberkörpers nicht durch tägliche Beanspruchung überfordert werden und ausreichende Regenerationszeiten erhalten, wird von vielen Krafttrainierenden das Pushand-Pull-Prinzip angewendet. Es bedeutet, dass die Muskeln für »Push«-Bewegungen (engl. *to push* = stoßen, schieben) wie Brustmuskeln, vorderer und seitlicher Deltamuskel, Trizeps und Serratus an einem Tag trainiert werden. Die Muskeln für »Pull«-Bewegungen (engl. *to pull* = ziehen) wie Latissimus, hinterer Deltamuskel, Bizeps oder mittlerer und unterer Trapeziusanteil sind an einem anderen Tag dran.

Einige Muskelgruppen werden allerdings sowohl an Push- wie an Pull-Tagen gefordert, z. B. die Unterarm- und Fingermuskeln oder die Bauch- und Rückenmuskulatur. Die Bauchmuskeln gehören allerdings tendenziell eher zum Push-Tag, die unteren Rückenmuskeln zum Pull-Tag. Die nachfolgende Tabelle zeigt ein Beispiel für eine Trainingsplanung nach dem Push-and-Pull-Prinzip in einem 2erSplit-System. Bei vier Trainingseinheiten pro Woche bedeutet diese Anordnung eine Erholungszeit von 72 bzw. 96 Stunden für jede Muskelgruppe. Damit kann jede Übung in jeder Trainingseinheit hochintensiv, mit einer muskulären Ausbelastung trainiert werden, ohne das Risiko eines lokalen Übertrainings einzugehen. Ein Nachteil des Pushand-Pull-Systems ist die Vorermüdung der kleineren Muskeln (z. B. Bizeps am Pull-Tag) durch die Grundübungen für die größeren Muskelgruppen (z. B. Latissimus). Manche Trainingstübungen kombinieren Push- und Pull-Elemente, z. B. das Stoßen (Clean and Jerk) im Gewichtheben, so dass sie für ein Push-and-Pull-System nicht geeignet sind.

Wochentage

Muskelgruppen

**Übungen
(Beispiel)**

Montag, Donnerstag	Brust	Bankdrücken Butterfly-Maschine
	Deltamuskel (vorderer und seitlicher Anteil)	Nackendrücken Seitheben mit Kurzhanteln
	Trizeps	Trizepsdrücken am Seilzug Einarmiges Trizepsdrücken mit Kurzhantel
	Waden	Wadenheben (Multipresse)
	Bauchmuskeln	Bauch-Crunch
Dienstag, Freitag	Latissimus	Klimmzüge Rudern, vorgebeugt mit T-Stange
	Deltamuskel (hinterer Anteil)	Kurzhantel-Rückheben in Vorneige
	Bizeps	Langhantel-Curls, stehend Scott-Curls, einarmig
	Oberschenkel & Gesäß	Nackenkniebeuge Beinstrecker (Maschine)
	unterer Rücken	Beinbeuger (Maschine) Hyperextensions

Wochenplanung nach dem Push-and-Pull-Prinzip

VERWEISE:

- Split-Training (**53**)
- Belastung und Erholung (**6**)
- Superkompenstation (**10**)
- Übertraining (**83**)

55 Konditionstraining

Schnelligkeit vor Kraft, Kraft vor Ausdauer

In vielen Sportarten werden in einer einzelnen Trainingseinheit unterschiedliche motorische Grundfähigkeiten trainiert. Insbesondere Spielsportler benötigen neben ihrer technisch-taktischen Kompetenz auch Ausdauer, Schnelligkeit, Kraft und Beweglichkeit. Um in einer Trainingseinheit mehrere dieser Fähigkeiten effektiv trainieren zu können, sollten bezüglich der Reihenfolge die physiologischen Voraussetzungen berücksichtigt werden. Am Beginn jeder Trainingseinheit steht üblicherweise das Aufwärmen. Für ein effektives Training der sportlichen Technik muss der Sportler aufmerksam und konzentriert sein und sollte weder lokale noch zentrale Ermüdungserscheinungen zeigen. Daher steht das Techniktraining grundsätzlich zu Beginn eines Trainings auf dem Programm. Lediglich beweglichkeitsfördernde Übungen (z. B. Dehnen, lockere Gymnastik) können vor dem Techniktraining durchgeführt werden. Häufig werden sie in das Aufwärmprogramm integriert. Bei den anstrengenden Inhalten zur Steigerung der Schnelligkeit, Kraft und Ausdauer steht die Anforderung mit der höchsten Intensität, hier verstanden als Anstrengung pro Zeit, voran. Dies ist in der Regel das Schnelligkeitstraining, in dem z. B. Sprints absolviert werden. Hieran schließen sich Kräftigungübungen an, da sie in ihrer Intensität höher sind als das abschließende Ausdauertraining. In diesem Zusammenhang muss angemerkt werden, dass es nicht sonderlich effektiv ist, alle Inhalte des Konditionstrainings in einer Einheit trainieren zu wollen. Die Ermüdung der relevanten Organsysteme steigt im zeitlichen Verlauf kontinuierlich, so dass Inhalte in späteren Abschnitten nahezu immer in ihrer Effektivität und Intensität beeinträchtigt werden. In der Praxis ist ein solches Vorgehen berechtigterweise nicht besonders verbreitet. Die Verbindung von hochintensivem Krafttraining und Ausdauertraining in einer Trainingseinheit ist besonders problematisch, da diese Trainingsformen gegensätzliche Anforderungen an die Muskulatur stellen und beide die Energiespeicher stark strapazieren und zentrale Ermüdungsprozesse fördern. Daher sollten Kraft- und Ausdauertraining möglichst immer in getrennten Einheiten absolviert werden. Beeinflusst wird die Trainingsplanung bezüglich der Abfolge des Konditionstrainings neben den oben genannten Überlegungen natürlich immer auch von der Bedeutung der einzelnen Inhalte für die jeweilige Sportart.



Spielsportarten haben komplexe konditionelle Anforderungen, die in der Trainingseinheit in einer sinnvoller Reihenfolge absolviert werden müssen.



Günstige Reihenfolge der Bausteine des Konditionstrainings im Ablauf einer einzelnen Trainingseinheit

Innerhalb des Trainings der motorischen Fähigkeit Kraft wird das Training der Schnellkraft aufgrund der Höhe der Intensität und der meist komplexen koordinativen Anforderungen zuerst trainiert. Das gleiche gilt

für das Training der intramuskulären Koordination. Sprints mit Zusatzlasten oder bergauf sowie Sprungformen und maximale Hebungen stehen vor Übungen, die einen Muskelaufbau zum Ziel haben. Das Muskelaufbautraining wird aufgrund der höheren Lastintensität (70–85 % MVC versus 50–65 %) allerdings vor dem Kraftausdauertraining durchgeführt.

VERWEISE:

- Aufbau der Trainingseinheit (44)
- Prioritätsprinzip (48)
- Ausdauertraining (94)

56 Zirkeltraining

Ein Zirkeltraining trainiert die Kraft im Grundlagentraining

Im Zirkel- oder Kreistraining werden verschiedene Übungsstationen mit unterschiedlichen Aufgaben in einem oder mehreren Rundgängen absolviert, wobei pro Station und Rundgang nur eine Serie durchgeführt wird. Diese eine Serie wird normalerweise mit maximaler Anstrengung absolviert. Die Vorteile des Zirkeltrainings bestehen darin, dass man auf relativ engem Raum und bei ökonomischer Nutzung des vorhandenen Materials (z. B. Matten, Sprossenwand, Medizinbälle), eine große Zahl von Sporttreibenden ohne längere Belastungspausen trainieren lassen kann. Dadurch ist diese Organisationsform im Kinder- und Jugendtraining im Schulunterricht, aber auch im gesundheitsorientierten Training sehr beliebt, da hier häufig größere Trainingsgruppen gleichzeitig betreut werden müssen. Ein weiterer Vorteil eines Zirkels liegt im schnellen Wechsel der Übungsaufgaben, wodurch das Training abwechslungsreicher wird, was insbesondere im Kinder- und Jugendbereich Spaß und Motivation erhöht. Man kann mit einem Zirkeltraining alle motorischen Fähigkeiten trainieren. Es gibt Trainingszirkel für die Entwicklung von Ausdauer, Kraft, Beweglichkeit, Schnelligkeit oder Koordination (Technik). Ein Grundproblem eines Zirkels für die Entwicklung der Kraftfähigkeiten ist die meist relativ geringe Pausendauer zwischen den Übungsstationen und die sich dadurch schnell aufstockende zentrale Ermüdung. Zudem werden im Zirkeltraining meist viele verschiedene Muskelgruppen trainiert, so dass nur bei einem mehrfachen Durchlaufen der Stationen ein Mehrsatztraining möglich wird. Dabei sind allerdings die Pausenintervalle in der Regel zu lang, um eine optimale lokale Trainingswirkung auf die einzelne Muskelgruppe zu erzielen. Aus diesen Gründen ist das Zirkeltraining vor allem im Krafttraining von Anfängern, Nachwuchssportlern und im Grundlagentraining geeignet, da eine hochintensive Erschöpfung einzelner Muskelgruppen erschwert wird. Für die sportartspezifische, optimale Entwicklung von lokaler Kraftausdauer und Muskelmasse ist das Stationstraining, in dem mehrere Serien einer Übung absolviert werden, bevor die Übungsstation wechselt, als effektiver anzusehen. Im gesundheits- und fitnessorientierten Training bietet ein Zirkel allerdings die Möglichkeit, neben der lokalen Trainingswirkung auf einzelne Muskelgruppen zusätzlich die Herz-KreislaufKapazität zu

steigern. Im Krafttraining sind die Trainingsziele Muskelaufbau, Kraftausdauer und Schnellkraftausdauer durch Formen des Zirkeltrainings für die o. g. Zielgruppen zu erreichen. Methoden zur Entwicklung der maximalen Sprungkraft, der intramuskulären Koordination oder der konzentrischen Explosivkraft verlangen dagegen immer ein Stationstraining mit langen Pausen und einem Hinauszögern der zentralen Ermüdung. Klassische Übungen im Zirkelkrafttraining sind Liegestütz, Kniebeugen, Sprung- und Steigeübungen, Bauchmuskelund Rumpfstreckübungen, Zug- und Stoßübungen mit den Armen. Hierbei werden u. a. Sprossenwände, Turnkästen oder Steps, Medizinbälle, Langhantel- oder Reckstangen, Kurzhanteln, Latexbänder und verschiedene Matten verwendet. Ein typischer Zirkel enthält 6–12 Übungen zu je 15–40 Sekunden Belastungsdauer pro Station. Im Anfängertraining beträgt die Pausendauer etwa das Doppelte der Belastungsdauer. Bei Fortgeschrittenen wird das Verhältnis auf 1:1 gesteigert und somit die Reizdichte erhöht. Die Pausendauer richtet sich allerdings auch immer nach der spezifischen Zielsetzung des Trainings. In Fitnessstudios haben sich in den letzten Jahren Gerätezirkel etabliert, die vor allem im Anfängertraining Verwendung finden. Sie arbeiten mit Belastungszeiten von 45–90 Sekunden und 9–12 Übungsstationen. Ihre Vor- und Nachteile weichen nicht wesentlich von denen des klassischen Zirkeltrainings ab. Im Trend sind auch sogenannte TabataZirkel. Sie eignen sich für das Training der anaeroben und aeroben Ausdauer und bestehen z. B. aus 8 Übungen, die über 20 Sekunden maximal intensiv absolviert werden. Zwischen den Übungen liegen 10 Sekunden Pause. Ein Zirkel dauert somit 4 Minuten. Häufig werden zwei Durchgänge absolviert. Typische Übungen im Tabata-Training sind Schwung- und Stoßbewegungen mit Kugelhanteln oder Medizinbällen, Ganzkörperbewegungen mit Sprung- und Stützelementen sowie klassische Krafttrainingsübungen wie Kniebeugen, Klimmzüge oder Liegestütz. Aufgrund der erforderlichen maximalen Ausbelastung in Verbindung mit anspruchsvollen Übungsformen sind Tabata-Zirkel gegenüber anderen Zirkelformen für Trainingsanfänger nicht geeignet.

VERWEISE:

- Kraftausdauer (28)
- Muskelaufbautraining (26)
- Serienanzahl (39)
- Serienpause (40)
- Nachwuchs (77)

57 Das Schockprinzip

Das Schockprinzip ist der Folterknecht des Variationsprinzips

Das Schockprinzip ist ein Trainingsprinzip, das sich direkt aus dem Variationsprinzip ableitet. Es stammt – wie so viele Trainingsprinzipien – aus dem Bodybuilding und zielt auf eine außergewöhnliche Reizsetzung ab, um den Muskel zum Wachstum zu zwingen. Eigentlich bedeutet das Schockprinzip nichts anderes, als dass ein Muskel einer völlig neuartigen, ungewohnten Belastung ausgesetzt wird. Diese Belastung muss sich in der Art (z. B. Auswahl und Durchführung der Übungen), Intensität und Dauer von dem üblichen Trainingsplan deutlich unterscheiden, damit der gewünschte Schock eintritt, der den Muskel zu einer Anpassung seiner metabolischen und strukturellen Kapazitäten zwingt. Häufig werden im Bodybuilding die sogenannten Intensivtechniken für ein Schocktraining eingesetzt. Wer allerdings häufiger Intensivtechniken anwendet, kann seine Muskeln dadurch nicht mehr schocken. Es wäre hilfreich, als Schockprinzip nur eine Kombination von Belastungen zu bezeichnen, die für den jeweiligen Trainierten bzw seinen Muskel wirklich eine Ausnahmesituation darstellt. Das Schockprinzip wird vor allem dann angewendet, wenn

- ein Plateau in der Leistungs- bzw. Muskelentwicklung erreicht ist,
- ein individuell defizitärer Muskel forciert aufgebaut werden soll.

Beide Voraussetzungen sind typisch für das Training eines fortgeschrittenen Kraftsportlers. Je länger ein Sportler intensives Krafttraining betreibt und je mehr Trainingsmethoden, Übungen und Intensivierungstechniken er bereits ausprobiert hat, desto schwieriger wird es für ihn, seine Muskeln tatsächlich noch zu »schocken«. Daher muss man unter Umständen für das Schocktraining einer großen Muskelgruppe, z. B. Oberschenkel oder Latissimus, eine ganze Trainingseinheit aufwenden.

Das Schocktraining erfordert eine maximale Anstrengung und höchsten Einsatz, was zu einer totalen lokalen und erheblichen zentralen Ermüdung führt. Es wird – nach dem Aufwärmen – zu Beginn des Trainings oder als einziger Inhalt der Trainingseinheit durchgeführt. Beim Schocktraining kommt es gewöhnlich nicht nur zu einer intensiven Stoffwechselbelastung, sondern auch zu Mikrotraumatisierungen der bis

zur völligen Erschöpfung traktierten Muskeln. Ein extremer Muskelkater und andere deutliche Funktionsbeeinträchtigungen machen es unmöglich, in den folgenden Tagen die »geschockte« Muskulatur normal zu belasten.

Somit ist das Schockprinzip sehr sparsam einzusetzen und eignet sich nicht für Sportler, die in den folgenden Tagen diese Muskelgruppen für andere Trainingsinhalte brauchen. Ein Schocktraining der Oberschenkel führt beim Fußballer unter Umständen zu einer mehrere Tage andauernden Trainingsunfähigkeit – auch für technische oder ausdauerorientierte Inhalte. Daher wird es vor allem im Bodybuilding angewendet, da in den folgenden Tagen der Bodybuilder einfach andere Muskelgruppen isoliert trainieren und den »geschockten« eine Ruhephase gönnen kann. Man verwendet im Schocktraining eine erweiterte Übungsauswahl, einen erweiterten Intensitätsbereich, ein größeres Spektrum an Wiederholungszahlen, eine größere GesamtSerienzahl und Spezialmethoden wie Techniken zur Serienerweiterung und Serienkopplung oder exzentrische Trainingsformen.

VERWEISE:

- Variation (8)
- Intensivtechniken (35)
- Prioritätsprinzip (48)
- Muskelaufbautraining (26)

58 Bewegungstempo

Die Zielsetzung bestimmt das Übungstempo

Bei einer Krafttrainingsübung muss jeweils entschieden werden, mit welcher Bewegungsgeschwindigkeit diese ausgeführt werden soll. Man kann die Bewegung sehr langsam ausführen, in der Bewegung unter Umständen Pausen einlegen (isometrische Kontraktion) oder zügige bzw maximal schnelle Ausführungen wählen. Bei komplexen Bewegungen, z. B. Gewichthebertechniken, wechseln langsamere und maximal schnelle Geschwindigkeiten, um Beschleunigungskräfte optimal nutzen zu können. Aber auch im Muskelaufbautraining mit einfachen Bewegungsabläufen kann das Übungstempo wechseln, z. B. wenn das konzentrische Anheben der Last schneller ausgeführt wird als das exzentrische Absenken.

Dabei geht es in dieser Betrachtung um die äußerlich sichtbare (und messbare) Bewegungsgeschwindigkeit der Hantel bzw des Gerätehebels. Diese ist nicht deckungsgleich mit der Geschwindigkeit des Krafteinsatzes, d. h. ob eine langsam ansteigende Kraftentfaltung angewendet wird oder eine schnellkräftige, explosive. Gemäß der KraftGeschwindigkeits-Relation sinkt die (mögliche) Bewegungsgeschwindigkeit mit zunehmender Last. Dennoch kann eine explosive Kraftentwicklung gegen maximale Lasten erfolgen, ohne dass damit eine hohe Bewegungsgeschwindigkeit verbunden wäre.

In erster Linie bestimmt das Trainingsziel das zu empfehlende Übungstempo. Darüber hinaus müssen Überlegungen hinsichtlich der Sicherheit für den Trainierenden im Sinne einer Verletzungsprophylaxe einbezogen werden.

Im Krafttraining ergibt sich die Bewegungsgeschwindigkeit bei vielen Übungen aus der Zeit, die für eine Wiederholung benötigt wird (d. h. für ein konzentrisches Anheben und exzentrisches Absenken der Last) und aus der Strecke, über die die Hantel oder der Gerätehebel bewegt werden muss ($v = s/t$). Dies ist bei konventionellen Kraftübungen wie Kniebeugen, Bankdrücken, Latissimus-Ziehen oder Bizepscurls der Fall. Man bestimmt die Bewegungsgeschwindigkeit hierbei häufig in Form einer Kadenz. Eine Kadenz gibt die Dauer der Bewegungsphasen in Sekunden an. Eine Kadenz 2/4 bedeutet, dass die konzentrische Phase der Wiederholung 2 Sekunden dauert, die exzentrische Phase 4 Sekunden. Aus muskelphysiologischen und verletzungsprophylaktischen Gründen wird die exzentrische Phase häufig langsamer ausgeführt als die konzentrische. Wird mit einer

isometrischen Haltephase am Umkehrpunkt der Bewegung trainiert, wird ihre Dauer in die Kadenz eingefügt, z. B. 4/2/4. In diesem Fall wäre die isometrische Haltephase 2 Sekunden lang. Aus der Dauer der Wiederholung und der Wiederholungszahl pro Serie ergibt sich die Belastungsdauer pro Serie, die im Muskelaufbautraining und Kraftausdauertraining eine wichtige Größe für die Trainingssteuerung ist. Für ein rein anaerobes Kraftausdauertraining wird z. B. eine Seriendauer zwischen 45–90 Sekunden empfohlen, für ein Muskelaufbautraining 20–45 Sekunden. Für eine gewünschte Seriendauer von ca. 40 Sekunden wären demnach Kadzen von 2/2 (bei 10 Wiederholungen) oder 3/1/3 (bei 6 Wiederholungen) möglich. Als gebräuchlichste Dauer einer Wiederholung im Muskelaufbautraining werden meist 3–4 Sekunden angegeben. Im Schnellkrafttraining gibt die Lasthöhe (Intensität) die Geschwindigkeit vor, da es hierbei darum geht, mit explosivem Krafteinsatz die Last maximal schnell zu bewegen. Bei einem Schnellkrafttraining mit geringeren Lasten (z. B. 50–60 % MVC) ist die Bewegungsgeschwindigkeit noch relativ hoch, während bei explosiven Kontraktionen gegen höchste Lasten, diese nur noch langsam bewegt werden können. Die Seriendauer spielt im Schnellkrafttraining keine entscheidende Rolle. Vielmehr werden so viele Wiederholungen durchgeführt wie möglich, ohne dass die Qualität und Quantität des explosiven Krafteinsatzes abnimmt. Letztendlich ist im leistungssportlichen Training die Bewegungsgeschwindigkeit im Krafttraining immer an den Charakteristika der jeweiligen Sportart, für die trainiert wird, auszurichten. Im rehabilitativen Krafttraining oder im Krafttraining mit Anfängern oder gering belastbaren Personengruppen (z. B. sehr alte Menschen) ist die Bewegungsgeschwindigkeit generell zunächst langsam zu gestalten, da es ansonsten zu Überlastungen am Bewegungsapparat kommen kann. Schnelle Bewegungen führen an den Umkehrpunkten der Bewegung bei gleicher Last zu deutlich höheren Belastungsspitzen in Muskeln, Sehnen, Knochen und Gelenkknorpeln als langsame.

VERWEISE:

- Schnellkraft (27)
- Das S.A.I.D.-Prinzip (4)
- Bewegungstechnik (38)
- Gewichthebertechniken (62)
- Schnelligkeit (14)

59 Atmung

Eine bedarfsgerechte Atemtechnik erhöht die Sicherheit im Training

Der Mensch muss ständig atmen, um seinem Körper Sauerstoff zuzuführen und Kohlendioxid loszuwerden. Er tut dies etwa 12- bis 16-mal in der Minute, unter intensiver körperlicher Belastung etwa 40- bis 50 mal. Im Krafttraining spielt die Atmung nicht nur eine wichtige Rolle für die Aufrechterhaltung der Stoffwechselvorgänge, sondern auch für die Hebekapazität, das Blutdruckverhalten (Herz-Kreislauf-Belastung) und die Stabilisierung des Rumpfes beim Heben schwerer Lasten. Beim Krafttraining wird normalerweise im Rhythmus der Bewegung (z. B. Zugbewegungen an einer Maschine, Hochdrücken und Herablassen von Hanteln etc.) geatmet. In der konzentrischen Phase der Bewegung, wo das Gewicht gegen die Schwerkraft angehoben wird, wird ausgeatmet, in der exzentrischen Phase, in der das Gewicht herabgelassen wird, eingeatmet. Die konzentrische, überwindende Phase der Bewegung ist in der Regel die anstrengendere Phase, in der durch ein Ausatmen eine höhere Kraftentwicklung ermöglicht und der Blutdruckanstieg in Grenzen gehalten wird. Die Regel, in der anstrengenden Phase der Bewegung auszuatmen, wird mit Zunahme der Intensität (höhere Lasten) wichtiger. Bei geringen Kraftanstrengungen kann auch in der konzentrischen Phase eingeatmet werden, wenn dies als angenehmer empfunden wird. Ein besonderes Phänomen beim Krafttraining ist die so genannte Pressatmung, auch als Valsalva-Manöver bezeichnet (nach dem italienischen Chirurgen Antonio Maria Valsalva, 1666–1723). Hierbei wird die Luft gegen die geschlossene Stimmritze im Kehlkopf gepresst und der Druck im Brustkorb und Bauchraum nimmt deutlich zu. Ein Vorteil dieses Mechanismus liegt in einer erhöhten Stabilisierung des Rumpfes im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule, was z. B. beim Kreuzheben, bei Kniebeugen mit Hantel oder beim Gewichtheben eine wichtige Rolle spielt, um Kontrollverlust und Verletzungen zu vermeiden. Bei maximalen Hebeversuchen in diesen Übungen wird vor der Hebung eingeatmet, während der Hebung eine Pressatmung praktiziert und nach der Hebung ausgeatmet. Ein weiterer Aspekt bei dieser Atemtechnik ist die angeblich bis zu 10 % höhere Hebeleistung. Diese Vorteile werden allerdings durch einige kritische Nachteile »verkauft«, die sich auf das Herz-KreislaufSystem beziehen und bei älteren Personen, Diabetikern oder

Herzkranken zu ernsthaften Komplikationen führen können. Ein erheblicher Blutdruckanstieg und eine veränderte Herztätigkeit können zu Herzrhythmusstörungen, Gefäßschäden und Herzinfarkten führen. Selbst bei gesunden Sportlern kann es bei exzessiver Pressatmung in maximalen Hebeversuchen in seltenen Fällen zur Ohnmacht kommen, da aufgrund eines starken Abfalls des Herzminutenvolumens eine Mangelversorgung des Gehirns eintreten kann. Der Einsatz eines ValsalvaManövers ist also nur bei maximalen Hebeversuchen sinnvoll, wenn eine größtmögliche Rumpfstabilisierung zur Verletzungsprophylaxe geboten ist. In allen anderen Fällen sollte ein Pressdruck vermieden werden. Ab einer gewissen Kontraktionsstärke ($> 80\% \text{ MVC}$) bei isometrischen Übungen, insbesondere im Rumpfbereich, tritt automatisch eine Pressatmung ein, weshalb hochintensive isometrische Übungen für die o. g. Risikogruppen nicht zu empfehlen sind.



Die Atmung beeinflusst die Leistungsfähigkeit und Sicherheit bei Kraftleistungen.

VERWEISE:

- Krafttraining und Blutdruck (96)
- Hebergürtel (87)

60 Dehnen

Dehnungsübungen machen beweglicher für Training und Alltag

Dehnungsübungen gehören traditionell zum Übungsrepertoire von Sportlern und werden auch in der therapeutischen Behandlung von Beschwerden und muskulären Dysbalancen am Bewegungsapparat eingesetzt. Zielorgan der Dehnungsübung ist die Muskulatur. Der Muskel wird durch die Einnahme einer bestimmten Gelenkposition in eine für ihn ungewohnte Länge gezogen, indem seine beiden Anheftungspunkteam Knochen (Ursprung und Ansatz) weit auseinander gebracht werden. Man unterscheidet statisches Dehnen, dynamisches Dehnen und das Anspannungs-Entspannung-Dehnen. Beim statischen Dehnen wird eine Dehnposition unverändert gehalten (z. B. 20 Sekunden). Beim dynamischen Dehnen wird der Muskel durch wiederholtes Bewegen im dehnungswirksamen Bereich im direkten Wechsel in eine stärkere und schwächere Dehnung hineingeführt (z. B. 10–20 Wiederholungen). Beim Anspannungs-Entspannungs-Dehnen findet zunächst eine isometrische Anspannung der Zielmuskulatur in der Dehnstellung statt. Danach wird der Muskel statisch und passiv gedehnt, wofür man ihn in eine noch stärkere Dehnposition hineinführt und dort verweilt. Die Anspannungs- und Dehnzeiten liegen dabei im Bereich von 3–10 Sekunden. Alle drei Dehnmethoden verbessern kurz- und langfristig die Beweglichkeit, ohne dass eine der Methoden den anderen deutlich überlegen wäre. Außer einer Steigerung der Beweglichkeit sind von Dehnübungen keine weiteren, leistungsrelevanten Effekte zu erwarten. Dehnübungen schützen nicht vor Muskelkater und erhöhen auch nicht die Effektivität eines Krafttrainings. Beim statischen Dehnen ist zu berücksichtigen, dass die Durchblutung des Muskels während der Dehnphase herabgesetzt ist. Daher sollte in der Pause zwischen den Serien die zuvor trainierte Muskulatur nicht gedehnt werden, um die Regeneration nicht zu behindern. Ein zu intensives statisches Dehnen direkt vor Schnellkraftleistungen kann die Leistungsfähigkeit herabsetzen, da das neuromuskuläre Zusammenspiel negativ beeinflusst wird.



Dehnübungen sind kein Wundermittel. Nur wenn man sie gezielt einsetzt, bringen sie Nutzen.

Dehnungsübungen haben ihre Berechtigung, um langfristig beweglicher zu werden und können zu diesem Zweck mehrmals in der Woche durchgeführt werden. Der Kraftsportler sollte dabei auf eine ausgewogene Beweglichkeit aller großen Körpergelenke achten: Schultergelenk und Schultergürtel, Ellbogen und Handgelenke, Wirbelsäule und Hüftgelenke, Knie- und Sprunggelenke. Eine gute Beweglichkeit ist allerdings nicht an Dehnungsübungen gebunden. Auch eine funktionelle, beweglichkeitsfördernde Gymnastik und/oder ein Kraftraining nach dem Prinzip des *full range of motion* führen zum Ziel.

Direkt vor dem Wettkampf oder Training ermöglicht der kurzfristige beweglichkeitssteigernde Effekt von Dehnübungen ein variables Bewegen über eine weite Gelenkamplitude und beugt Verletzungen vor, wenn bei der

Sportausübung endgradige Gelenkwinkelstellungen benötigt werden. So sind Dehnübungen im Aufwärmprozess von Fußballern, Handballern, Leichtathleten und Gewichthebern sinnvoll, weniger bei Langstreckenläufern oder Freizeit-Joggern. Für Dehnübungen im Aufwärmprozess vor einem Krafttraining empfiehlt sich im Anschluss an das allgemeine Aufwärmen ein dynamisches Dehnen. Dies sollte zu Beginn mit langsamem, kleinen Bewegungen durchgeführt werden. Im weiteren Verlauf sind auch leicht wippende Bewegungen bzw statische Haltephasen von kurzer Dauer sinnvoll.

VERWEISE:

- Beweglichkeit (17)
- Aufwärmen (45)
- Abwärmen (46)
- Dysbalance (82)
- Haltung (98)

61 Sprungkraft

Wer hoch hinaus will, muss tief springen

Nieder- oder Tiefsprünge sind ein probates Mittel im Sprungkraftraining um die Leistungsfähigkeit im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus zu verbessern. Das Tiefsprungtraining wurde seit den 60er Jahren in Russland erfolgreich eingesetzt und verhalf russischen Schnellkraftathleten zu großen internationalen Erfolgen. Die Methode verbreitete sich bald in weiten Bereichen des Leistungssports. Überall da, wo kraftvolle reaktive Muskelaktionen benötigt werden, wird Tiefsprungtraining zur Leistungssteigerung eingesetzt, z. B. im Training von Sprintern, Hochund Weitspringern, Spielsportlern oder Mehrkämpfern.

Im Tiefsprungtraining springt der Sportler zunächst von einer erhöhten Plattform auf den Boden. In der Landephase bremst die Muskulatur die Bewegung durch eine exzentrische Kontraktion ab und initiiert sofort einen konzentrischen Absprung in die Höhe. Dieser Sprung endet auf einer zweiten erhöhten Plattform. Es werden Tiefsprünge mit kurzer oder langer Bodenkontaktzeit durchgeführt, je nachdem, ob ein kurzer oder langer Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus sportartspezifisch ist. Beim kurzen Bodenkontakt soll der Sportler sofort wieder in die Höhe springen, wie wenn er auf einer »heißen Herdplatte« landet (von der er natürlich so schnell wie möglich wieder weg muss). Die Ferse berührt dabei nicht den Boden. Beim langen Bodenkontakt wird die Ferse häufig aufgesetzt und es erfolgt eine tiefere Kniebeugung als bei kurzen Kontakten, die durch eine kräftige Streckung der Sprung-, Knieund Hüftgelenke wieder aufgelöst wird. Die Intensität des Tiefsprungs hängt von der Höhe der Plattformen ab. Zum Einstieg kann mit Absprunghöhen von 20 cm gearbeitet werden, die sich im Laufe der Leistungsentwicklung steigern. Die Höhe der Landeplattform ist der Sprunghöhe des Sportlers anzupassen und darf nicht zu hoch und nicht zu niedrig gewählt werden. Für kurze Dehnungs-Verkürzungs-Zyklen ist zu beachten, dass die Plattformhöhe nur so hoch sein darf, dass die Ferse nicht auf den Boden schlägt. Die Absprunghöhe ist dabei grundsätzlich niedriger als bei langen Bodenkontaktzeiten.

Die Belastungen des Bewegungsapparates, d. h. der Muskulatur, der Sehnen, Knorpel und Knochen, sind bei dieser Trainingsform enorm hoch. Daher ist einerseits ein gründliches Aufwärmen vor dem Training geboten, andererseits sollten die Sportler mit hohen muskuloskelettalen Belastungen und anderen Sprungformen bereits

vertraut sein. Ein gutes Landeverhalten, z. B. weiches Abfedern, stellt eine wichtige Voraussetzung dar. Vor einem intensiven Tiefsprungtraining sollte über mehrere Jahre bereits ein allgemeines Aufbaustraining stattgefunden haben (Drei-Jahres-Regel). Kinder und Jugendliche in der Pubeszenz (bis 15/16 Jahre) sollten kein intensives Tiefsprungtraining aus großen Höhen betreiben, da die sensiblen Wachstumszonen am reifenden Bewegungsapparat geschädigt werden können. Bis zu einem Alter von 18–20 Jahren ist mit einer reifebedingten Minderbelastbarkeit des Skelettsystems zu rechnen.

Aufgrund der hohen Beanspruchung sind nach einem Tiefsprungtraining längere Regenerationszeiten erforderlich als bei konventionellem Krafttraining. Es sollte nur 1- bis 2-mal pro Woche und auch nur phasenweise im Periodisierungsprozess durchgeführt werden. Mit Zusatzlasten sollte nur bis zu ca. 10–15 % des Körpergewichts gearbeitet werden (z. B. mit Gewichtswesten). Zu große Sprunghöhen und eine zu hohe Zusatzlast führen vor allem zur reflektorischen Hemmung der Muskulatur, was die Abdruckphase uneffektiv macht.

Pro Serie sollten nicht weniger als 5 und nicht mehr als 10 Wiederholungen durchgeführt werden. Die Serienzahl pro Trainingseinheit sollte zunächst bei 3, später bei maximal 5 liegen bei einer Serienpause von 5–10 Minuten. Auch zwischen den einzelnen Sprüngen sind Pausen einzuhalten, damit jeder Sprung mit hoher Konzentration und Intensität durchgeführt werden kann. Unter einer deutlichen Vorermüdung durch andere Trainingsinhalte (Kraft-, Ausdauer-, Schnelligkeitstraining) sollte kein Tiefsprungtraining absolviert werden. Auf lange statische Dehnungen vor dem Training sollte aufgrund der möglichen Störungen muskulärer Reflexmechanismen verzichtet werden.

VERWEISE:

- Plyometrisches Training (29)
- Schnellkraft (27)
- Körpergewicht (51)
- Nachwuchs (77)
- Drei-Jahres-Regel (85)

62 Gewichthebertechniken

Umsetzen, Reißen und Stoßen sind für viele Sportler nützlich

Die klassischen Wettkampftechniken aus dem Gewichtheben und ihre Zerlegungen sind im Bodybuilding und in Fitnessstudios relativ unbekannt. Da sie mehrere Muskelketten in einer Übung aktivieren, sind sie für den gezielten, isolierten Aufbau eines bestimmten Muskels wenig geeignet. Zudem ist die explosive Bewegungsausführung für den Massezuwachs nicht notwendig und die Dauer der Anspannung für einen optimalen Hypertrophiereiz kaum geeignet. Die Techniken Umsetzen, Reißen und Stoßen verbessern allerdings die allgemeine Grundkraft und erhöhen die Schnellkraftfähigkeiten des Trainierenden in Bewegungsabläufen, die in zahlreichen Sportarten vorkommen und die Wettkampfleistung maßgeblich beeinflussen, wie explosive Knie- und Hüftstreckungen oder Ausstoßbewegungen der Arme. Daher profitieren sowohl zahlreiche Spielsportler (z. B. Volleyball, Basketball) als auch Leichtathleten, Kampfsportler oder Turner von diesen Übungen. Ein weiteres Argument für die Anwendung von Gewichthebertechniken im Training anderer Sportarten ist die Trainingswirkung auf die feinkoordinative Stabilisierung von Wirbelsäule und Becken bei schnellen, dynamischen Bewegungen. Dieser Aspekt kann für eine Verletzungsprophylaxe genutzt werden. Meist werden Zerlegungen bzw spezifische Varianten der Wettkampfübungen bevorzugt in die Krafttrainingspläne anderer Sportarten aufgenommen, seltener der komplette Bewegungsablauf. So trainieren leichtathletische Werfer häufig das Anreißen der Hantel von oberhalb der Knie bis zum Kinn in einer explosiven Ausführung. Volleyballer und leichtathletische Sprinter und Springer setzen den *Hang Power Clean* – das explosive Umsetzen der Hantel von oberhalb der Knie auf Schultern und Brust – ein, um die kombinierte Streckung von Sprunggelenken, Knie und Hüften zu trainieren. Das Schwungdrücken (*Push Press*) führen Kugelstoßer, Kampfsportler und Basketballer zur Verbesserung der Stoßkraft der oberen Extremität durch.

In den Wettkampfübungen der Gewichtheber wird die Hantel vom Boden zur Hochstrecke über den Kopf gebracht. Beim Reißen (*Snatch*) muss dies in *einer* kontinuierlichen Bewegung erfolgen. Beim Stoßen (*Clean and Jerk*) ist die Bewegung in das Umsetzen und Ausstoßen zerlegt. Charakteristisch sind explosive Bewegungsphasen, in denen die Hantel

nach oben beschleunigt wird und der Sportler unter die Last taucht.



Die Wettkampfdisziplinen im Gewichtheben und ihre Zerlegungen können viele Sportler voranbringen.

Wichtige Voraussetzungen für den effektiven Einsatz der Gewichthebetechniken im Training sind die korrekte Vermittlung der Technik sowie die Berücksichtigung der Belastbarkeit der Sportler. Richtig durchgeführt, steigern die explosiven Techniken die Leistung. Falsch durchgeführt, können sie zu Verletzungen und Überlastungen führen. Um die Technik zu erlernen, werden die Übungen zunächst nur mit der Stange durchgeführt. Der häufigste Fehler beim Erlernen der explosiven Hanteltechniken ist ein zu hohes Gewicht.

VERWEISE:

- Bewegungstempo (58)
- Schnellkraft (27)
- Schnelligkeit (14)

63 Bewegungsbegrenzung

Vermeide Überlastungen durch Zwangslagen

Wir verdanken Axel Gottlob eine sehr fundierte und differenzierte Darstellung des Konzepts der biomechanischen Zwangslage bei Übungen mit Zusatzlasten (Gottlob 2001, S. 93–99). Das potentielle Überlastungsrisiko ist diesbezüglich bedeutsam genug, um die Beachtung von Zwangslagen zu einem Prinzip im Krafttraining zu erheben. Dynamische Kraftübungen haben in der Regel zwei Umkehrpunkte, an denen eine Bewegung zunächst abgebremst, und dann eine Gegenbewegung eingeleitet wird. Dies ist einerseits der Wechsel von der konzentrischen in die exzentrische Phase, andererseits der Wechsel von der exzentrischen in die konzentrische. Häufig droht vor allem am Ende der exzentrischen Phase die Gefahr einer unphysiologischen Belastung am »Gelenkanschlag«, wenn die Muskulatur ermüdet ist und das Gewicht nicht mehr kontrolliert werden kann.



Fliegende Bewegungen mit Kurzhanteln haben am tiefsten Punkt der Bewegung ein Zwangslagenrisiko.

Eine Zwangslage liegt also dann vor, wenn unter muskulärer Ermüdung oder unsauberer bzw. schnellkräftiger Bewegungsführung beim Erreichen einer endgradigen Gelenkwinkelstellung eine übermäßige Belastung der Gelenkstrukturen in Form einer Dehnung, einer Kompression oder einer

Scherbelastung auftritt.

Es drohen hierbei die Risiken einer Überdehnung von Gelenkkapsel- und Bandgewebe mit nachfolgendem Stabilitätsverlust, einer übermäßigen Belastung von Knorpelstrukturen mit Gewebseinrissen oder ruckartige Beanspruchungen der Sehnenansätze, die zu Entzündungsreaktionen führen können. Im Anfängertraining ist die Zwangslagengefahr unbedingt gering zu halten, während erfahrene Kraftsportler durch ihre besseren koordinativen Fähigkeiten die Risiken von Zwangslagen durch eine fein abgestimmte muskuläre Kontrolle minimieren können. Maßnahmen für eine Vermeidung der Zwangslage sind insbesondere

- die Anweisung in der Umkehrphase von exzentrischer zu konzentrischer Bewegung das Gewicht »kontrolliert« und »weich« abzubremsen,
- die Bewegungssamplitude durch einen Begrenzungsmechanismus zu verkürzen, so dass eine endgradige Gelenkstellung verhindert wird,
- die Übung mit Zwangslagengefahr gegen eine risikolose Alternative auszutauschen,
- die Positionierung des zu trainierenden Körpers oder Körperteils zu verändern
- über einen Gerät-Exzenter oder ein Kontergewicht eine geringere Belastung im kritischen Bewegungsbereich einzustellen,
- bei Freihantelübungen mit Zwangslagengefahr einen Partner um Hilfestellung zu bitten.

Die folgende Tabelle zeigt einige Beispiele für Übungen, in denen eine Zwangslagengefahr vorliegt.

Übung	Betroffenes Gelenk	Abhilfe
Butterfly-Maschine	Schultergelenk	Bewegungsbegrenzer am Gerät einstellen
Tiefkniebeuge	Knie, Lendenwirbelsäule	Sicherheits-Kniebeugenständer
Scottcurls Hanteln	mit Ellbogen	Bizepscurls im Stehen
Klimmzug	Schultergelenk, Schulterblätter	Bewegungskontrolle und Fixierung der Schulterblätter in der tiefen Bewegungsphase
Nackendrücken	Schultergelenk	Partner um Hilfestellung bitten

VERWEISE:

- Schulterbeschwerden (86)
- Wirbelsäulenschutz (81)
- Dysbalancen (82)
- Gelenkstabilität (84)

64 Dokumentation

Protokolliere deine Leistungsfortschritte

Durch ein Krafttraining erreicht der Trainierende Steigerungen in der muskulären Leistungsfähigkeit und weitere Veränderungen am Körper, die man durch Messungen verfolgen und dokumentieren kann. Das regelmäßige Durchführen von Krafttests und Körpermessungen ermöglicht dem Trainierenden bzw seinem Trainer die Fortschritte nachzuverfolgen, und dadurch die Effektivität der angewandten Trainingsmethoden zu überprüfen. Trainingsfortschritte (oder auch Rückschritte) rein nach dem subjektiven Empfinden zu beurteilen, führt häufig zu falschen Einschätzungen. Nach Möglichkeit sollte der Trainingsanfänger bereits Krafttests und Dokumentationen seines Körperstatus von einem erfahrenen Trainer durchführen lassen, da insbesondere zu Beginn eines Trainings sehr große, motivierende Fortschritte möglich sind. Beim erfahrenen Athleten sind die Fortschritte häufig wesentlich geringer. Doch gerade dann ist es wichtig regelmäßig, z. B. im Abstand von 3–6 Monaten den aktuellen Stand durch geeignete Verfahren zu überprüfen. Im Hochleistungssport werden solche Messverfahren standardmäßig – häufig mit teuren Messgeräten – durchgeführt, aber auch für den ambitionierten Hobbysportler gibt es Methoden die Trainingsfortschritte zu überprüfen. Man unterscheidet dabei grundsätzlich motorische Tests, die die muskuläre Leistungsfähigkeit anhand von Bewegungsaufgaben oder isometrischen Kontraktionen überprüfen, und anthropometrische Messungen, die den Körperstatus in Ruhe bestimmen. Beispiele für motorische Tests sind

- Dynamische Krafttests an Trainingsmaschinen oder mit Hanteln
- Sprungkrafttests
- Isometrische Krafttests mit einer computergesteuerten Messung

Beispiele für anthropometrische Testverfahren sind

- Messungen des Körpergewichts
- Umfangsmessungen von Körperteilen (z. B. Oberarm, Unterarm, Oberschenkel, Unterschenkel, Taillenumfang, Brustumfang, Schulterbreite)
- Bestimmung des Körperfettanteils

Von diesen Verfahren sind nicht alle wissenschaftlich anerkannt, da es

häufig viele Fehlerquellen gibt, die die Messungen beeinflussen können. Dennoch sind sie zur groben Einschätzung der Leistungsentwicklung in vielen Fällen dienlich. Wenn z. B. der Körperfettanteil leicht absinkt, das Körpergewicht jedoch zunimmt, beruht die Gewichtszunahme offensichtlich auf einem Muskelzuwachs. Kann der Trainierende zu Beginn einer Trainingsphase mit größter Mühe einmal 90 kg beim Bankdrücken bewältigen und drei Monate später 100 kg, so kann man von einem Kraftzuwachs ausgehen, d. h. das Training war effektiv. Insbesondere der Anfänger (die Anfängerin) kann auch durch Fotos des nur mit einer Badehose (Bikini) bekleideten Körpers von vorn, von der Seite und von hinten einen Status dokumentieren, der (unter möglichst gleichen Licht- und Raumverhältnissen) in gewissen Abständen überprüft werden kann. Bei langjährig Trainierten sind körperliche Veränderungen allerdings häufig so gering, dass sie durch Fotos kaum zu erkennen sind. Ein häufig angewendtes Mittel zur Leistungsüberprüfung ist das Führen eines Trainingstagebuches, in dem dokumentiert wird, welche Übungen mit wie viel Gewicht, wie vielen Wiederholungen und Serien und ggf. mit welcher subjektiven Anstrengung (eingeschätzt auf einer RPE-Skala) durchgeführt werden.

VERWEISE:

- Trainingssteuerung (11)
- Referenzwerte (70)

65 Instinkt

Das Instinkt-Prinzip ist nichts für Anfänger

Das Instinkt-Prinzip ist ein viel zitiertes Trainingsprinzip und vor allem im Bodybuilding und Fitness-Kraftraining verbreitet. Es besagt im Wesentlichen, dass der Trainierende beim Training sich von seinem »Instinkt«, d. h. von seinem Gefühl leiten lassen soll, was vor allem die Auswahl der Trainingsübungen, die Wahl der Methoden und die Gestaltung der Belastungsnormative (z. B. Anzahl der Wiederholungen und Serien) beeinflusst. »Instinkt« kann hierbei allerdings nicht verstanden werden als ein angeborenes, auf erblichen Faktoren begründetes Verhalten, sondern eher als – wie es umgangssprachlich verwendet wird – ein Gefühl, das ohne geistig reflektiert zu werden das Verhalten steuert. Das Instinktprinzip geht davon aus, dass der Sportler individuell spürt, wie er sein Training aufbauen muss, damit es speziell für ihn optimale Ergebnisse bringt. Wäre dieses Gespür ein Instinkt im Sinne eines auf erblichen Faktoren begründeten Verhaltens wäre jeder Anfänger in der Lage, sein Training instinktiv zu steuern. Dies ist aber nicht der Fall. Der »Instinkt« für die Effektivität eines Trainings beruht viel mehr auf verinnerlichten Erfahrungen aus der eigenen Trainingspraxis, wobei theoretische Wissensgrundlagen diesen Prozess normalerweise deutlich beeinflussen. Erst das Ausprobieren verschiedener Trainingsmethoden und Übungen über einen langen Zeitraum entwickelt das Gespür beim Sportler, welche Trainingsinhalte für ihn am effektivsten sind.

Ein Trainingsanfänger hat diesen »Instinkt« noch nicht entwickeln können. Er muss zunächst ein Gefühl für seine Muskeln bekommen und die Effekte des Trainings auf seinen Körper erfahren und einordnen. Krafttrainingsanfänger neigen häufig dazu sich falsch einzuschätzen. Viele überfordern sich und entwickeln Muskel- und Gelenkschmerzen. Andere unterfordern sich und vergeuden ihre Energie. In beiden Fällen ist Enttäuschung das Ergebnis, was häufig zur Aufgabe des Trainings führt. Daher sollte ein Anfänger unter Anleitung eines erfahrenen Trainers beginnen und mit dessen Unterstützung verschiedene Übungen und Trainingsmethoden kennen lernen und ausprobieren. Im günstigsten Fall werden die Trainingsfortschritte durch geeignete Testverfahren überprüft und dokumentiert. Mit zunehmendem Trainingsalter wächst mit der Erfahrung auch der »Instinkt«, so dass Kraftsportler, die jahrelang trainieren, sich immer besser auf ihn verlassen können.

Die Freiheit bei der Auswahl der Trainingsinhalte, eine wichtige Voraussetzung für das Training nach dem Instinkt-Prinzip, ist allerdings nicht für alle Kraftsportler gleich groß. Gewichtheber und KraftDreikämpfer müssen bestimmte Übungen im Training konsequent regelmäßig einsetzen, die ihre Leistungsfähigkeit in den Wettkampfübungen verbessern. Ein Gewichtheber muss regelmäßig die Techniken des Reißens und Stoßens trainieren, der Kraft-Dreikämpfer Kreuzheben, Kniebeugen und Bankdrücken. Für einen Bodybuilder ist es hingegen egal, ob er seinen vierköpfigen Oberschenkelmuskel mit Kniebeugen, Beinpressen, Beinstrecken, Hackenschmidt-Maschine oder Sissy-Kniebeugen aufbaut. Der erfahrene Bodybuilder hat also eine größere Freiheit in der Übungsauswahl als der Gewichtheber oder Kraft-Dreikämpfer, solange er alle relevanten Muskelgruppen berücksichtigt. Für den Bodybuilding-Papst Joe Weider ist das Instinkt-Prinzip eine Voraussetzung, »das naturgegebene Potential wirklich voll auszuschöpfen« (www.weider-germany.de) und der Sachbuch-Autor und Natural-Bodybuilder Berend Breitenstein beschreibt es als »das wichtigste [Prinzip] im Bodybuilding« (Breitenstein 1997, S. 52). Das Instinkt-Prinzip wird übrigens häufig nicht nur für die Gestaltung des Trainings empfohlen, sondern soll auch für die Zusammenstellung der Ernährung gelten.

VERWEISE:

- Individualisierung (5)
- Trainingssteuerung (11)
- Kommunikation und Aufmerksamkeit (68)
- Kontinuität (7)

66 Muskelbeherrschung

Das Prinzip der Iso-Tension

Das Iso-Tension-Prinzip ist eine Trainingsmethode für die Verbesserung der Muskelbeherrschung im Hinblick auf die Präsentation der Muskulatur im Posing eines Bodybuilding-Wettkampfes. Dieses Training besteht darin, einen einzelnen Muskel isoliert und mit voller Konzentration über 3–6 Sekunden anzuspannen. Diese Anspannung wird dann noch zweimal wiederholt. Nach Joe Weider, der die Iso-Tension-Methode in seinem Prinzipien-Katalog aufführt, sollten Bodybuilder dieses Training für alle Muskelgruppen des Körpers dreimal pro Woche durchführen (www.weider-germany.de). Das Iso-TensionPrinzip soll die im Training aufgebaute Muskulatur im Wettkampf optimal zur Geltung bringen. Der Zielort der Übungen ist das zentrale und das periphere Nervensystem, das den Muskeln den Befehl zur Kontraktion übermittelt.

Iso-Tension ist also ein Training der Koordination, losgelöst von intensiven Stoffwechselbeanspruchungen oder hohen Spannungsreizen wie sie im Krafttraining üblich sind, und dient nur dazu, die Muskeln beliebig spielen zu lassen. Ein solches Koordinationstraining erfordert keine Erholungsphasen wie ein Krafttraining, weshalb es theoretisch möglich ist, täglich bzw. mehrmals täglich zu üben. Die Übungen können außerhalb der normalen Trainingseinheit durchgeführt werden oder während einer längeren Erholungsphase zwischen den Serien. Als nützliches Hilfsmittel kann ein Spiegel dienen, um die optische Wirkung der Anspannung zu überprüfen. Die Bodybuilding legende Arnold Schwarzenegger sagt über Iso-Tension: »Ich glaube nicht, dass man eine größere Meisterschaft gewinnen kann, ohne Isotension-Anspannungen zwischen den Serien einzusetzen. Es reicht nicht, große Muskeln zu haben, man sollte auch in der Lage sein sie zu beherrschen, und das muss man lernen.« (Schwarzenegger 1998, S. 194).

Als spontanes Experiment versuche man, seinen rechten Brustmuskel einmal isoliert anzuspannen ohne dabei den Arm zu bewegen. Dann versuche man dasselbe auf der linken Seite. Wenn das gut klappt, versuche man die beiden Seiten rhythmisch im Wechsel anzuspannen.



Die isometrische Anspannung von Muskeln gehört zur Vorbereitung für das Posing im Bodybuilding-Wettkampf.

Die Methode der isolierten Muskelanspannung hat bereits eine alte Tradition: Schon der Krafttrainingspublizist Max Sick beschreibt in seinem Buch »Muskelbeherrschung oder Körperentwicklung durch Willenskraft« von 1914 viele verschiedene Körperhaltungen, in denen einzelne Muskeln isoliert angespannt werden. Er gilt als Begründer des isometrischen Trainings und als einer der Urväter des Muskelposing.

VERWEISE:

- Instinkt (65)
- Maximalkrafttraining (25)
- Kommunikation und Aufmerksamkeit (68)

67 Trainingspartner

Ein Trainingspartner holt mehr raus

Insbesondere im muskelaufbauorientierten Fitnesstraining und im Bodybuilding bevorzugen viele Trainierende ein Training mit einem Trainingspartner, der bei nahezu jeder Einheit anwesend ist und mit dem man gemeinsam das Übungsprogramm absolviert. Die gegenseitige Motivation, der Erfahrungsaustausch, das gemeinsame Erlebnis, ein gewisser Wettkampf untereinander und die Unterstützung in hochintensiven Übungsserien sind wesentliche Vorteile des Trainings mit einem Trainingspartner. Hierfür ist es allerdings anzuraten, dass sich die beiden Partner auf einem ähnlichen Leistungsniveau befinden und ähnliche Ziele mit dem Training verfolgen (z. B. Wettkampfteilnahme, Aufbau von Muskelmasse, sportartspezifische Leistungsverbesserung). Ein starkes Abweichen der Trainingsziele und des Trainingsniveaus bedeutet ein starkes Abweichen der Übungsauswahl, der Serienzahlen, der relativen und absoluten Lasten und der Trainingshäufigkeit. Dies steht einem harmonischen Training mit Partner entgegen. Wer zeitlich sehr flexibel sein muss, beim Training »seine Ruhe« braucht oder in der Gestaltung seines Trainingsplans keine Kompromisse eingehen will, trainiert meist ohne Partner.

Insbesondere als Motivationsfaktor ist ein Trainingspartner allerdings nicht zu unterschätzen: Man ist mit ihm verabredet und läuft daher weniger Gefahr, aus »Unlust« das Training ausfallen zu lassen. Der Austausch über Trainingsmethoden, Trainingsfortschritte und die Ziele des Trainings bewirkt eine verstärkte Wahrnehmung, Auseinandersetzung und innere Reflektion sowie aufgrund der »äußeren Kontrolle« durch den Partner häufig eine konsequenteren Verfolgung der festgelegten Trainingsprotokolle. Der Partner kann die letzten, sehr anstrengenden Wiederholungen einer Serie verbal motivierend begleiten und gleichzeitig Sicherheit geben, indem er im Fall des ermüdungsbedingten Kontrollverlusts über die Hantel das sichere Ablegen gewährleistet. Insbesondere wenn mit hochintensiven Methoden zur maximalen Ausbelastung des Muskels trainiert wird, erhöht ein Trainingspartner durch seine Hilfe die Reizdichte und Effektivität. Bei Intensivwiederholungen im Bankdrücken führt der Trainierende z. B. so viele Wiederholungen wie möglich durch. Wenn er die Hantel nicht mehr allein hochdrücken kann, hilft der Partner, der hinter der Hantel steht,

mit wenigen Fingern mit, um die fehlende Kraft zu ersetzen. Dadurch sind dem Trainierenden weitere, hochintensive Wiederholungen möglich, die den Wachstumsreiz auf die Muskulatur erhöhen. Auch beim Umstecken von Gewichten bei Reduktionsserien, in denen bei Erschöpfung der Muskulatur sofort mit einem niedrigeren Gewicht weiter trainiert wird, ist ein Partner sehr hilfreich. Ein Trainingspartner kann also durch seine sichernde Hilfestellung und seinen Einsatz bei Intensivtechniken die Trainingseffizienz erhöhen. Eine harmonische Trainingspartnerschaft lebt allerdings von dem gegenseitigen Interesse. Der Trainierende ist an seinem eigenen Fortschritt interessiert, aber auch an dem seines Partners und nimmt Anteil daran. Wenn man sich im Training versucht gegenseitig zu übertreffen, dann um sich zu motivieren und nicht um den anderen zu besiegen. Andererseits ist man mit seinem Trainingspartner nicht »verheiratet«, so dass es durchaus sinnvoll sein kann, in unterschiedlichen Trainingsphasen bzw. für unterschiedliche Zielsetzungen mit verschiedenen Trainingspartnern zu trainieren.



Funktionen eines Trainingspartners im Krafttraining

VERWEISE:

- Intensivtechniken (35)
- Kommunikation und Aufmerksamkeit (68)
- Individualisierung (5)

68 Kommunikation und Aufmerksamkeit

»In der Übung nur die Übung«

In Fitnessstudios sieht man häufig Trainierende, die sich während der Durchführung von Kraftübungen unterhalten. Auch im Vereinssport wird während der Gymnastik gern gescherzt oder anderweitig kommuniziert. Wer sich bewegt, um sich zu bewegen, der kann sich während der Übung durchaus unterhalten. Im aeroben Training gibt es zuweilen die Vorgabe, man solle in einem Tempo laufen, in dem noch eine Unterhaltung möglich ist. Hierbei ist die Reizintensität, die im Ausdauertraining häufig über die Herzfrequenz pro Minute (Puls) bestimmt wird, zwangsläufig niedrig: »Laufen ohne zu schnaufen«. Krafttraining hat jedoch einen Intensitätscharakter, der normalerweise keine Unterhaltung mehr zulässt. Eine Kraftübung, bei der man sich unterhalten kann, ist von der Natur der Sache her nicht sehr effektiv, da die Reizintensität nicht hoch genug ist. Beim Krafttraining sollte immer die ganze Konzentration des Augenblicks der Übungsdurchführung gewidmet werden. (Verbale) Kommunikation oder abschweifende Gedanken während der Übungen reduzieren die Effektivität des Trainings. In der Konzentration auf die arbeitende Muskulatur entsteht jenes »Gefühl« für die Anspannung, die feine Koordination der Muskeln untereinander und die Auswirkungen kleinstter Abweichungen von der Bewegungsbahn, die den erfahrenen Kraftsportler vom Anfänger unterscheiden und ihn schließlich in die Lage versetzen, erfolgreich nach dem Instinktprinzip zu trainieren und in einer Trainingstübung die Hauptzielmuskeln mit maximaler Effektivität zu erschöpfen. Auch das Erlernen und Optimieren technisch anspruchsvoller Übungen, z. B. der Gewichthebertechniken Reißen und Stoßen, ist ohne die volle Konzentration auf die Bewegung nicht möglich.

Ein ungeschriebenes Gesetz unter ambitionierten Kraftsportlern lautet: Sprich niemals jemanden während der Durchführung einer Kraftübung an.

Soll effizient trainiert werden, müssen Trainer und Trainierende die Kommunikation während der Kräftigungsübungen unterbinden, damit die gesamte Konzentration auf die Übung gelenkt werden kann.



Ist die Übung vollbracht, ist Zeit für Kommunikation.

Natürlich sind Kommunikation und der gemeinsame Spaß ein wichtiger Bestandteil des sportlichen Trainings. Dies gilt im Kraftsport wie in jeder anderen Sportart. Jedoch gehören Scherze und Gespräche in die Pausen zwischen den Serien bzw. Übungen oder in die Regenerationsphase. Nur drei Ausnahmen von dieser Regel sind zulässig:

- Zum Zwecke der Motivation (und somit Leistungssteigerung) sind einfache, verbale Ermunterungen durch eine vertraute Person (z. B. Trainer oder Trainingspartner) während der Übung sinnvoll – insbesondere »wenn es eng wird«, also die Anstrengung maximal ist.
- Beim Erlernen neuer Kraftübungen ist es die Aufgabe des Trainers, Hinweise und Bewegungskorrekturen zu geben, unter Umständen auch während der Durchführung der Übung.
- Um Gefahren und Unfälle abzuwenden, sind entsprechende Warnungen oder Hinweise notwendig.

Störungen der Konzentration im Training können nicht nur die Trainingseffektivität herabsetzen, sondern auch zu Unfällen führen. Insbesondere gilt dies für technisch anspruchsvolle Übungen, für schwere Überkopfarbeit und für das Training mit maximalen Lasten im Freihanteltraining.

VERWEISE:

- Trainingspartner (67)
- Instinkt (65)
- Atmung (59)

69 Rechts und Links

Das Prinzip des unilateralen Trainings

Üblicherweise werden die meisten Übungen im Krafttraining bilateral trainiert, d. h. beide Arme bzw. beide Beine arbeiten gleichzeitig gegen den Widerstand. Dies ist z. B. beim Bankdrücken, Klimmzug, Latissimus-Ziehen, Beinpressen sowie bei Kniebeugen oder Langhantel-Curls der Fall. Auch die meisten Sprungübungen werden bilateral absolviert, z. B. der Squat-Jump, Counter-Movement-Jump oder Standweitsprung. Von unilateralem Training spricht man dann, wenn jeweils nur eine Körperseite beansprucht wird, z. B. einarmiger Bizepscurl, einbeiniges Wadenheben oder Einbeinsprünge. Der Vorteil unilateraler Übungen liegt darin, dass jede Gliedmaße die volle Beanspruchung erfährt, während bei einem bilateralen Training bei vielen Übungen die stärkere Seite die schwächere unterstützen kann und dadurch deren Fortentwicklung hemmt.

Daher gilt insbesondere im rehabilitativen Training nach Verletzungen oder Operationen, wenn die eine Extremität noch deutlich schwächer ist als die andere, dass unilateral trainiert werden muss. Die Trainingsvorgaben werden am Leistungsniveau der schwächeren Seite ausgerichtet, damit diese einen optimalen Trainingsreiz erfährt. Die stärkere Seite wird mit den gleichen Belastungen beansprucht, wodurch zwar hier kein optimaler – wahrscheinlich nicht einmal trainingswirksamer – Reiz gesetzt wird, jedoch langfristig ein ausgewogenes Kraftverhältnis zwischen Rechts und Links entsteht. Konfrontiert man die stärkere Seite mit höheren Belastungen als die schwächere, würde das muskuläre Ungleichgewicht unterstützt und lange fortbestehen. Dies ist in der Regel unerwünscht, denn es kann zum Einschleifen falscher Bewegungsmuster (Schonverhalten) und zu Folgeproblemen durch einseitige Beanspruchung führen.

Abgesehen vom rehabilitativen Training kann auch das Leistungstraining gesunder Sportler von unilateralen Übungen profitieren: Bei Sprungübungen ist das einbeinige Training dem Bewegungsablauf der Wettkampfsituation häufig näher als das beidbeinige, da in vielen Sprungsituationen mit nur einem Bein abgesprungen wird. Zudem werden bei einem unilateralen Training in der Regel mehr stabilisierende Muskeln aktiviert, da die einseitigen Aktionen höhere koordinative Anforderungen an die muskuläre Kontrolle der Gelenkposition stellen. Insbesondere rotatorische und seitlich liegende Muskeln müssen intensiver arbeiten. Im

Bodybuilding ermöglicht das unilaterale Training eine intensivere Erschöpfung einzelner Muskeln, da – bei guter passiver Fixation der Nachbargelenke – die gesamte Energie und Aufmerksamkeit des Augenblicks auf die arbeitende Extremität konzentriert werden kann. Bei Übungen mit dem eigenen Körpergewicht schließlich ermöglicht die einbeinige bzw einarmige Ausführung eine deutliche Steigerung der Gewichtslast, man denke nur an einarmige Liegestütz oder einbeinige Kniebeugen. Das unilaterale Training ist also im rehabilitativen Training ein dringliches Gebot, im Leistungstraining (für bestimmte Zielsetzungen) eine der Effektivität und wettkampfspezifischen Ausrichtung förderliche Übungsform.

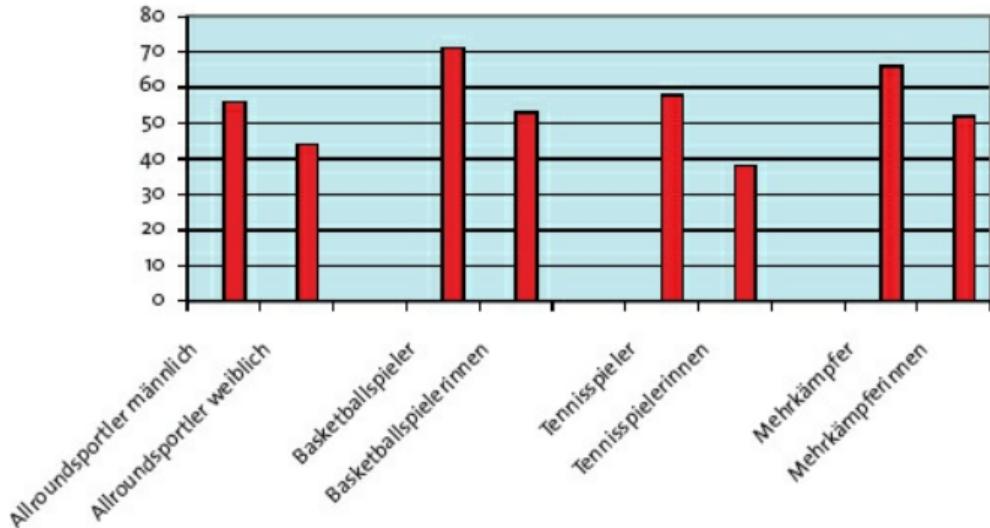
VERWEISE:

- Medizinisches Krafttraining (**97**)
- Dysbalancen (**82**)
- Crossing-Effekte (**23**)
- Exzentrisches Training (**33**)

70 Referenzwerte

Referenzwerte sind Eckpfeiler der Leistungsdiagnostik

Eine Leistungsdiagnostik umfasst alle Maßnahmen zur Analyse der momentanen Leistungsfähigkeit von Personen oder Personengruppen. Ein wichtiger Bestandteil der Leistungsdiagnostik im Sport sind motorische Tests, die die Ausprägung bestimmter, für die jeweilige Sportart leistungsrelevanter Fähigkeiten und Fertigkeiten prüfen. Beispiele hierfür sind Ausdauertests, Sprungkrafttests, Maximalkrafttests oder Beweglichkeitstests. Die Ergebnisse decken Stärken und Schwächen der Athleten auf und beeinflussen dadurch maßgeblich die individuelle Trainingsplanung. Die Interpretation der Testwerte ist abhängig von Vergleichsdaten, sogenannten Referenzwerten. Referenzwerte bei Krafttests beziehen sich häufig auf ein optimales Verhältnis der Kraft bestimmter Muskelgruppen untereinander oder – häufiger – auf die relative und absolute Leistungsfähigkeit in einer motorischen Aufgabe. Beträgt das optimale Verhältnis der Kraft von Kniestreckmuskeln und Kniebeugemuskeln 3:2, so kann ein Testwert von 2:1 dazu führen, dass der Sportler speziell seine Beugemuskeln trainieren muss, um das relative Defizit auszugleichen. Der angenommene Zielwert (3:2) ergibt sich in der Regel aus Messreihen, die zuvor mit Athleten der gleichen Sportart und der gleichen Leistungsklasse durchgeführt wurden. Für manche Sportler ist das Erreichen eines möglichst hohen absoluten Wertes in einem Test maßgeblich, so z. B. die vertikale Sprungkraft für einen Hochspringer oder die Kraft im Bankdrücken für einen Kugelstoßer. Liegen Referenzwerte für das Bankdrücken für einen 15-Meter-Stoß bei 115 kg und drückt der Sportler 120 kg, stößt aber nur 13 Meter weit, so liegt die Ursache vermutlich nicht in der mangelnden Armstoßkraft. In diesem Fall sind technische Mängel im Bewegungsablauf oder Schwächen in anderen Bereichen der muskulären Kette zu vermuten. Für viele Athleten ist die relative Kraft von großer Bedeutung, weshalb Referenzwerte häufig auf das Körpergewicht bezogen werden, d. h. auf die Kraft pro Kilogramm Körpergewicht. Des Weiteren spielen individuelle Merkmale wie das Alter, die Größe, die Leistungsklasse und das Geschlecht eine wichtige Rolle für die Einordnung von Leistungen in motorischen Tests. Daher sollten Referenzwerte sich aus Messreihen von Personengruppen ergeben, die diesbezüglich gleiche Merkmale aufweisen. Die Größe der Gruppe sollte möglichst bei mindestens 150 Testpersonen liegen.



Referenzwerte unterschiedlicher Sportler im Jump-and-reach-Sprungtest (in Zentimetern). Quelle: Letzelter & Letzelter 1986, S. 159 und Harman et al. 2000 (zitiert bei Cook 2003, S. 202).

Abgesehen von der Leistungsdiagnostik im Sport, finden Referenzwerte für motorische Fähigkeiten auch in der Medizin Verwendung. Durch Krafttests der Rumpfmuskulatur versucht man beispielsweise, Schwächen oder Dysbalancen aufzudecken, die bei Rückenpatienten ursächlich zum Beschwerdebild beitragen können. Ebenso kann über Krafttests abgeschätzt werden, wie stark die Schwäche im verletzten Bein nach einer Kreuzbandverletzung und mehrmonatiger Rehabilitation noch ausgeprägt ist. Dies kann die Entscheidung über eine Erweiterung der Behandlungsmaßnahmen bzw. über den Zeitpunkt der Wiederaufnahme des sportlichen Trainings beeinflussen.

VERWEISE:

- Trainingssteuerung (11)
- Dysbalancen (82)
- Rechts und Links (69)
- Kraft und Körpergewicht (16)
- Medizinisches Krafttraining (97)

71 Kniebeugen

Die Kniebeuge ist die Königin der Kraftübungen

Das Bankdrücken mag die beliebteste Übung im Krafttraining sein, zumindest im Krafttraining der Männer. Die wichtigste Übung ist sicherlich die Kniebeuge. Die Kniebeuge mit Zusatzlast ist eine Grundübung zur Entwicklung der Bein-, Hüft- und Rückenkraft. Sie findet weite Verbreitung, z. B. als wichtigste Hilfsübung im Gewichtheben, als Wettkampfübung im Kraft-Dreikampf, als Masse bildende Übung im Bodybuilding, als Kraft aufbauende Übung in zahlreichen Sportarten, wie Leichtathletik, Rudern oder American Football sowie als Übung im medizinischen Aufbautraining nach Verletzungen der unteren Extremität oder bei Rückenproblemen. In der Kniebeuge werden die höchsten Hantellasten im Kraftsport bewegt: Der offizielle Weltrekord in der Kniebeuge im Kraft-Dreikampf liegt bei 457,5 kg, aufgestellt durch den US-Amerikaner Shane Hamman. Es gibt verschiedenste Varianten der Kniebeuge z. B.

- Nackenkniebeuge (Hantel im Nacken; häufigste Form)
- Frontkniebeuge (Hantel liegt auf oberer Brust und Schultern)
- Überkopfkniebeuge (Hantel wird über dem Kopf gehalten)
- Ausfallschritt-Kniebeuge (ein Bein zurückgesetzt)
- Einbein-Kniebeuge (Kniebeuge auf nur einem Bein)
- Hackenschmidt-Kniebeuge (Hantel wird hinter dem Körper gehalten)

Kniebeugen trainieren zahlreiche, für Sportler leistungsrelevante Muskeln, u. a.:

- vierköpfiger Oberschenkelmuskel (M. quadriceps femoris)
- ischiokrurale Muskulatur (M. biceps femoris, M. semitendinosus, M. semimembranosus)
- großer Gesäßmuskel (M. gluteus maximus)
- Rückenstreckmuskulatur (M. erector spinae)
- kleine Gesäßmuskeln (M. gluteus medius und M. gluteus minimus)
- Hüftadduktoren (Mm. adductores)

Intensives Kniebeugentraining bringt große Massezuwächse, verbessert die Schnellkraftleistung (z. B. im Vertikalsprung) und erhöht die Maximalkraft. Ein wichtiger Aspekt bei der Durchführung ist die Tiefe der

Ausführung, d. h. wie tief das Gesäß und die Oberschenkel abgesenkt werden. Je tiefer die Kniebeuge, desto anstrengender wird die Übung, da in der tiefen Hocke die Kraftentwicklung deutlich niedriger ausfällt. Entgegen landläufiger Meinung halten Trainingsexperten auch tiefe Kniebeugenvarianten für gesundheitlich unbedenklich, vorausgesetzt, der Sportler wird langsam an die ungewohnte Winkelstellung gewöhnt. Drei typische Winkelstellungen der Kniebeuge sind die halbe Kniebeuge (ca. 80° Kniewinkel), die ganze Kniebeuge (Oberschenkel parallel zum Boden) und die Tiefkniebeuge (tiefe Hockposition).

Die Technik der Nackenkniebeuge kann wie folgt beschrieben werden: In der Ausgangsposition stehen die Füße etwa schulterbreit (Mindestweite hüftbreit) mit leicht auswärts zeigenden Fußspitzen (ca. 15°). Die Hantelstange liegt auf dem weichen Muskelpolster der Trapezmuskulatur. Die Hände halten die Stange etwa in doppelter Schulterbreite. Die Knie sind gestreckt, der Rücken ist gerade. Nun werden die Knie gebeugt und das Gesäß – unter Beibehaltung des geraden Rückens – nach unten hinten abgesenkt. Am tiefsten Punkt der Bewegung stehen die Oberschenkel parallel zum Boden und die Kniescheibe steht im Lot zu den Fußspitzen. Der Oberkörper ist deutlich vorgeneigt und der Blick nach vorn gerichtet. Lenden- und Brustwirbelsäule sind etwas stärker gestreckt als in der Ausgangsposition. Bei schwerem Hantel-gewicht sollte die Kniebeuge nur so tief ausgeführt werden, dass die Lendenlordose (Einwölbung der unteren Wirbelsäule nach innen) noch beibehalten werden kann. Aus dieser Position werden die Knie wieder gestreckt, aber am Bewegungsende nicht voll durchgedrückt. Der Sportler steht wieder aufrecht.

Es ist jedem Krafttrainierenden und ambitionierten Sportler dringend zu empfehlen, aufgrund der vielfältigen leistungsbildenden Effekte Kniebeugen in seinen Trainingsplan aufzunehmen.

VERWEISE:

- Eklektisches Prinzip (36)
- Aufbau der Trainingseinheit (44)
- Hebergürtel (87)
- Sensomotorisches Krafttraining (31)
- Das Schockprinzip (57)

72 Liegestütz

Einfach, billig, effektiv

Der Liegestütz ist die klassische Übung ohne Gerät, die von jedem, an jedem Ort, zu jeder Zeit durchgeführt werden kann. Der Liegestütz ist schnell zu erlernen, bedarf keiner zusätzlichen Hilfsmittel außer dem eigenen Körpergewicht und ist dabei je nach Ausführungsvariante hocheffektiv für die Steigerung von Kraftausdauer, Schnellkraft und Maximalkraft. Die Übung trainiert vor allem die Brust, die hinteren Oberarmmuskeln und die vorderen Schultermuskeln und damit die Armstößkraft, die für zahlreiche Sportarten relevant ist. Im Langstütz wird auch die Rumpfstabilität verbessert. Der Liegestütz kann im Grundlagen- und Aufbautraining mit allen Altersstufen durchgeführt werden, für Leistungssportler mit entsprechenden Steigerungen der Lastintensität und/oder schnellkräftigen Übungsformen.

Für den Untrainierten ist der Kniestiegestütz ein sehr guter Einstieg. Hierbei müssen nur etwa 45 % des eigenen Körpergewichts gestemmt werden. Bei der klassischen Form im Langstütz sind es etwa 65 %. Im Kniestiegestütz fällt auch die Rumpfstabilisierung wesentlich leichter, die bei vielen Anfängern mangelhaft ist und zu Fehlern in der Ausführung beiträgt.



Der einarmige Liegestütz kann auch für erfahrene Sportler noch eine Herausforderung sein.

Bei der klassischen Form des Liegestützes sind die Hände in der Ausgangsposition etwa handbreit neben der Schulter aufgesetzt. Die Mittelfinger zeigen nach vorn oder leicht nach außen. Die Füße sind etwa hüftbreit aufgestellt. Die Wirbelsäule ist gerade, die Knie und Ellbogen sind gestreckt und die Schulterblätter stehen in Neutralposition (nicht zusammengezogen!). Die Hüfte ist gestreckt oder zeigt einen leichten Beugewinkel. Der Kopf steht in Verlängerung der Wirbelsäule mit Blick zum Boden. Nun werden die Ellbogen gebeugt, wobei der Körper als Ganzes gestreckt und stabil bleibt (Wirbelsäule, Hüft-, Kniewinkel bleiben konstant). Der Körper wird soweit abgesenkt, bis die Nasenspitze fast (oder leicht) den Boden berührt. In der tiefsten Position beträgt der Ellbogenwinkel häufig etwas mehr als 90°. Bei einer breiten Handstellung steht der Unterarm im rechten Winkel zum Boden. Dann werden die Arme wieder gestreckt und dadurch der Körper in die Ausgangsposition hochgedrückt.

Trainierte Sportler bewältigen bei dieser Form ohne Probleme 30–50 Wiederholungen in einer Serie. Um die Last zu steigern, kann man den Liegestütz mit erhöht aufgestellten Füßen durchführen, z. B. mit einem Step, Turnkasten oder Stuhl. Wenn eine gute Rumpfkraft vorhanden ist, können auch einarmige Liegestütze die Last für das Training deutlich erhöhen. Die Schwierigkeit der Ausübung hängt dabei im Wesentlichen von der Stellung des gegenseitigen Beins ab. Wird der einarmige Liegestütz mit dem rechten Arm gedrückt, wird die Ausführung leichter, wenn das linke Bein deutlich abgespreizt wird. Für die Schnellkraftentwicklung eignen sich Liegestütz, bei denen sich der Sportler explosiv vom Boden abgedrückt, entweder in einem Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (Liegestütz mit Klatschen bzw. »gehüpft«) oder rein konzentrisch (mit »Landung« auf einer erhöhten Stützfläche, z. B. Medizinball). Will man für den Einstieg in schnellkräftige Übungsformen die Last zunächst reduzieren, werden die Hände erhöht aufgesetzt, z. B. auf einem Turnkasten. Der Einsatz von Liegestützgriffen, die ein tieferes Absenken der Brust ermöglichen, ist aus verletzungspräventiver Sicht kritisch zu beurteilen, da das Schultergelenk sehr stark überstreckt wird.

VERWEISE:

- Körpergewicht (51)
- Plyometrisches Training (29)
- Kraft und Körpergewicht (16)

73 Kreativität ist Trumpf

Der Erfindungsgeist ersetzt das Fitnessstudio

Joggen, Schwimmen, Radfahren, Walking oder Aerobic. Es gibt viele Möglichkeiten, die Ausdauer zu trainieren. Beim Krafttraining sind die Möglichkeiten nicht nur zahlreich, sondern nahezu unendlich. Die Auswahl an Übungen, Trainingsgeräten und Widerständen für die zahlreichen Muskeln, die unseren Körper bewegen, ist kaum überschaubar. Seit vielen tausend Jahren haben die Menschen nach Möglichkeiten gesucht, sich in Kraftleistungen zu messen und die Kraft zu trainieren. Es wurden Steine gehoben, Hölzer geworfen, das eigene oder das fremde Körpergewicht gestemmt, Hanteln und schwere Keulen geschwungen oder Sprünge über verschiedene Hindernisse absolviert. Spätestens seit der griechischen Antike kennt man eine entwickelte Krafttrainingskultur mit Übungsleitern, Trainern und Sportzentren.

In regelmäßigen Abständen werden neue Ideen entwickelt, wie man die Kraft effektiv trainieren kann. Die Kreativität bezieht sich auf die Übungsvielfalt, die Trainingsgeräte, die Methodik, die Kombination verschiedener Trainingsmittel usw. Dem Muskel ist es egal, ob er gegen den Widerstand einer Hantel, eines Steins oder eines Elektromotors arbeiten muss. Wichtig ist nur, dass der Widerstandsreiz groß genug ist, um eine Anpassungsreaktion im Sinne einer Kraftsteigerung zu provozieren. Viele Übungen im Krafttraining sind nach ihren Erfindern benannt, z. B. die Hackenschmidt-Kniebeuge (Georg Hackenschmidt), der Scott-Curl (Larry Scott) oder das Arnold-Drücken (Arnold Schwarzenegger). Unter den Trainingsgeräten finden sich die Sandow-Griffhantel (Eugen Sandow), die Kusnezow-Schaukel (W. W. Kusnezow) oder die Smith-Maschine (Rudy Smith). Im Heimtraining wird mit Sprudelkisten, gefüllten PET-Flaschen, alten Fahrradschläuchen, Sandsäcken, vor allem aber mit dem eigenen Körpergewicht trainiert. Die Teppichstange lädt zum Klimmzug ein, die Treppenstufe zum Wadenheben und der Türrahmen zum isometrischen Training. Wer kreativ ist, braucht im Grunde genommen kein Fitnessstudio und kein teures Equipment. Aufwendige Trainingsgeräte sind ein einfacher, bequemer und sicherer Weg zur Kraft. Es gibt jedoch viele andere, die ebenso effektiv sind. Im spezialisierten Hochleistungstraining von Spitzensportlern und im medizinisch-rehabilitativen Bereich sind intelligent konstruierte Trainingsmaschinen noch am dringendsten notwendig. Die Kreativität im Gerätbau zeigt sich

jedoch nicht nur in High-Tech-Maschinen mit Elektromotor, dreidimensionaler Bewegungsführung oder Exzenter-Technik, sondern auch in einer Vielzahl von Kleingeräten, z. B. zum Training von Halsmuskeln, Fußhebern oder Unterarm- und Fingermuskeln. Trainer, Kraftsportler, Sportlehrer und Physiotherapeuten sind seit jeher erfinderisch, um effektive Trainingsmittel für spezielle Zielsetzungen zu entwickeln. Eine langjährige Krafttrainingsfahrung gepaart mit trainingswissenschaftlichem und funktionell-anatomischem Grundwissen ist die beste Voraussetzung für die Entwicklung eigener Konzepte und Ideen. Vielleicht ist der Leser dieses Buches der nächste Erfinder einer neuen Übung, eines neuen Trainingsgerätes oder einer neuen Methode.

VERWEISE:

- Widerstandsarten (**49**)
- Körpergewicht (**51**)
- Hantel oder Maschine? (**50**)
- Variation (**8**)

74 Anfängertraining

Technik geht vor Kraft

Ein wichtiges Prinzip im Training mit Krafttrainingsanfängern ist, dass das Erlernen einer korrekten Bewegungstechnik vor dem Auflegen schwerer Gewichte steht. Der Neueinsteiger muss zunächst einmal das Zusammenspiel seiner Muskeln untereinander (intermuskuläre Koordination) optimieren, um die Bewegungen korrekt ausführen zu können. Dies gilt für Maschinenübungen genauso wie im Hanteltraining. Im Hanteltraining dauert das Techniklernen allerdings in der Regel etwas länger, da die Hantel mehr Freiheitsgrade besitzt als ein Maschinenhebel (starre Drehachse) und der Körper im Raum deutlich mehr stabilisiert werden muss, als wenn der Trainierende abgestützt durch Brust- oder Rückenpolster am Gerät sitzt. Wenn das Erlernen der korrekten Bewegungstechnik vernachlässigt und zu früh mit schweren Gewichten gearbeitet wird, sind folgende Nachteile zu erwarten:

- Abfälschen der Bewegung
- ineffizientes Training, da die Zielmuskulatur einer Übung nicht erreicht wird
- Muskel- und Gelenkschmerzen durch eine schlechte Haltung und/ oder mangelhafte Bewegungsführung
- erhöhte Zwangslagengefahr

Je geringer die Belastbarkeit des Trainierenden und je komplexer und anspruchsvoller die Trainingsübung, desto länger sollte die technische Lernphase dauern, bevor höhere Gewichte aufgelegt werden. »Höhere Gewichte« sind diesbezüglich Lasten, die 50–60 % der Maximalkraft übersteigen. Wenn ein Anfänger mit einem Gewicht 15–20 korrekte Wiederholungen bei einer geringen bis mittleren Anstrengung bewältigen kann, trainiert er im sicheren Bereich.

Gering belastbare Trainierende sind z. B. Kinder und Jugendliche, Senioren (ab 60 Jahre) und Patienten mit orthopädischen Beschwerden (Rückenschmerzen, Arthrose, Zustand nach Operationen etc.). Dabei gilt immer zu berücksichtigen, ob die Personen sportliche Vorerfahrungen aus anderen Bereichen mitbringen (höhere Belastbarkeit), oder ob sie noch nie Sport getrieben haben. Ebenso ist zu berücksichtigen, ob sie in körperlich anstrengenden Berufen arbeiten (höhere Belastbarkeit) oder eine leichte, sitzende Tätigkeit ausüben.

Anspruchsvolle Trainingstübungen sind alle komplexen Hantelübungen, wie Kniebeugen, Kreuzheben, Umsetzen, Überkopfdrücken oder Schulter- bzw. Rückenübungen in stehender, vorgebeugter Haltung. Die Gewichthebertechniken, Stoßen und Reißen, sind derart komplex, dass im Anfängertraining lange Zeit mit einem Holzstab bzw. leerer Hantelstange geübt wird, bevor zusätzlich Gewichtsscheiben angehängt werden. Bei der Auswahl der Trainingsgeräte steigt der Anspruch in der Reihenfolge Maschinen, Seilzüge, Hanteln.

Empfehlenswert sind im Anfängertraining bei einfachen Übungen 5–10 Trainingseinheiten, in denen das Bewegungslernen im Vordergrund steht. Danach können die Gewichte erhöht und dynamische Krafttests in den entsprechenden Übungen durchgeführt werden. Empfohlene Umfänge für das Bewegungslernen neuer Kraftübungen sind bei einfachen Übungen 3 Serien zu je 15–20 Wiederholungen, bei anspruchsvollen Übungen 4–6 Serien zu je 10 Wiederholungen. Für den Anfänger eignet sich besonders eine Kombination von Hantelübungen einfachen bis mittleren technischen Anspruchs mit einfachen Maschinenübungen, damit die intermuskuläre Koordination und eine stabilisierte Körperhaltung trainiert, aber – bei den einfachen Übungen – auch bald mit höheren Gewichten gearbeitet werden kann. Dadurch bleibt die Motivation erhalten.

VERWEISE:

- Individualisierung (5)
- Sanftes Krafttraining (30)
- Hantel oder Maschine? (50)
- Serienanzahl (39)
- Drei-Jahres-Regel (85)

75 Frauen und Männer

Die Regel der Zwei-Drittel-Kraft

Frauen haben eine geringere Muskelmasse als Männer und zeigen in Krafttests in der Regel deutlich geringere Leistungen. Während der Anteil an Muskulatur am Gesamtkörpergewicht bei Männern zwischen 40 und 45 % liegt, weisen Frauen einen Anteil von 25–35 % auf. Demnach ist nicht nur der absolute Wert an Muskelmasse bei den Männern höher, sondern auch der relative, bezogen auf das Körpergewicht. Biologisch-genetisch betrachtet, wird dafür im Wesentlichen der unterschiedliche Hormonhaushalt der Geschlechter verantwortlich gemacht, insbesondere das Testosteron, das bei Männern in großen Mengen im Blut zirkuliert. Künstlich hergestellte Derivate des Hormons Testosteron werden aufgrund ihrer anabolen Wirkung auf die Muskulatur illegal als Dopingmittel im Leistungssport eingesetzt.

Der hormonell bedingte größere Anteil an Muskelmasse bewirkt die deutlichen Unterschiede in der Kraftleistungsfähigkeit von Männern und Frauen. Als Faustregel gilt, dass die Kraft von Frauen etwa Zwei-Drittel der Kraft von Männern entspricht. Dies steht nahezu im gleichen Verhältnis wie ihre geringere Muskelmasse. Die Unterschiede sind jedoch nicht in allen Muskelgruppen gleich. In der Bein- und Rumpfkraft sind sie geringer, in der Arm- und Schulterkraft stärker ausgeprägt.

Kraftunterschiede zwischen Jungen und Mädchen sind vor der Pubertät zunächst kaum vorhanden. Auch die Trainierbarkeit der Kraft ist in den vorpuberalen Altersstufen etwa gleich. Dies ändert sich schlagartig mit Beginn der Pubertät, wenn das Testosteron beginnt, den Körper der Jungen zu durchfluten. Ihre Muskelmasse steigt zwischen dem 13./14. Lebensjahr und dem Erwachsenenalter von 27 % der Gesamtkörpermasse auf 40 % an. In Kraft- und Schnellkraftdisziplinen bringen Jungen nun deutlich höhere Leistungen als Mädchen. Liegt die Differenz mit 11–12 Jahren noch bei etwa 10 %, beträgt sie mit 15–16 Jahren bereits 25 % (Schmidbleicher 2009, S. 154). Frauen erreichen normalerweise vor dem 20. Lebensjahr ihr Kraftmaximum, Männer wenige Jahre später. Im Erwachsenenalter ist dann häufig die Zwei-Drittel-Regel anwendbar. Im Sport wird diesem Unterschied z. B. dadurch Rechnung getragen, dass Sportgeräte der Frauen in einigen Disziplinen leichter sind, z. B. beim Kugelstoßen (5 kg statt 7,26 kg), Diskuswerfen (1 kg statt 2 kg) oder beim Gewichtheben (15-kg-Stange statt 20-kg-Stange). Je niedriger

allerdings der Körperfettanteil der Sportlerinnen liegt (und damit umso höher der Anteil an Muskulatur), desto geringer sind die relativen, d. h. auf das Körpergewicht bezogenen Leistungsunterschiede zu den Männern. Neben den biologischgenetischen Aspekten des Leistungsunterschieds gibt es auch weitere Faktoren, die dafür verantwortlich sind, dass viele Frauen in Kraft- und Schnellkrafttests deutlich geringere Leistungen zeigen als Männer. Hierzu zählen z. B. Umwelteinflüsse, wie Erziehung, Sportmöglichkeiten, Vorlieben für bestimmte Sportarten oder auch der bei Mädchen in der Pubertät ausgeprägtere Rückzug von intensiven sportlichen Aktivitäten. Auch die Berufswahl spielt für die Entwicklung bzw. Erhaltung von Kraftfähigkeiten eine Rolle. Zudem bewirken Selbstkonstruktionsprozesse, insbesondere bezüglich der Geschlechterrollen, häufig eine Hinwendung zu weniger kraftbetonten Sportarten und Aktivitäten. Auch heute noch bewerten leider viele Menschen eine ausgeprägte Muskulatur bei Frauen als »unweiblich« und »unästhetisch«.



Frauen haben weniger Muskelmasse und daher weniger Kraft als Männer.

VERWEISE:

- Individualisierung (5)
- Kraft und Körpergewicht (16)
- Anabolika (93)

76 Fettabbau

Muskeln sind Fatburner

Für die Reduktion von Körperfett und eine Gewichtsabnahme generell, wurde bis vor kurzem vor allem ein Ausdauertraining empfohlen, da es viel Energie über einen längeren Zeitraum erfordert und dadurch häufig zu einem höheren Gesamtenergieverbrauch führt als ein Krafttraining. Zudem wird bei einem moderaten, aeroben Ausdauertraining ein relativ hoher Anteil der Energie durch Fettsäurenoxidation zur Verfügung gestellt, was als besonders günstig für das »Abschmelzen« von Fettgewebe angesehen wurde.

Der Sinn eines Fettstoffwechseltrainings und die Überlegenheit eines Ausdauertrainings für eine Reduktion von Körperfett und Gesamtkörpergewicht werden mittlerweile kritischer gesehen. Entscheidend für die langfristige Reduktion des Körperfetts ist letztendlich eine negative Energiebilanz, d. h. es wird mehr Energie verbraucht als zugeführt wird. Der Wert des Krafttrainings darf in diesem Zusammenhang nicht unterschätzt werden, da Muskeln nicht nur bei körperlicher Aktivität Energie verbrauchen (jegliche Bewegung ist Muskelarbeit!), sondern auch einen bedeutenden Anteil am Energieverbrauch des Grundumsatzes haben.

Der Grundumsatz bezeichnet den Energieverbrauch im Ruhezustand, der für Wachstums- und Umbaprozesse, Transportprozesse und unwillkürliche mechanische Arbeit (z. B. Erhaltung des Muskel-tonus, Atmung, Herzaktivität etc.) benötigt wird. Eine Erhöhung der Muskelmasse durch Krafttraining erhöht den Grundumsatz maßgeblich, d. h. mehr Muskeln = höherer Energieverbrauch im Ruhezustand. Dadurch ist es möglich, durch Krafttraining nicht nur während des Trainings, sondern auch danach mehr Energie zu verbrauchen. Ein höherer Energieverbrauch bei gleich bleibender Energiezufuhr (durch die Nahrung) bewirkt eine negative Energiebilanz, die zum Abbau von Körperfett beiträgt. Der erhöhte Verbrauch durch Muskulatur unterstützt auch die Erhaltung eines einmal erreichten, gewünschten Körpergewichts. Während zur Energieversorgung beim Krafttraining in der arbeitenden Muskulatur vor allem Kohlenhydrate herangezogen werden, sind Fette ein typischer Energieträger im Ruhestoffwechsel.

Zum Ausmaß der Erhöhung des Grundumsatzes liegen verschiedene Angaben aus der Literatur vor. Vorsichtig geschätzt kann man wohl von

etwa täglich 25–50 Kilokalorien (kcal) Mehrverbrauch pro Kilogramm zusätzlicher Muskelmasse ausgehen. Wenn in einem sechsmonatigen Training 5 Kilogramm Muskeln aufgebaut werden, würde das eine Erhöhung des Grundumsatzes um 125–250 kcal täglich bedeuten. Für 250 kcal Mehrverbrauch durch körperliche Aktivität müsste man schon etwa 25 Minuten täglich Joggen. Da ein Krafttraining von zweimal pro Woche zu je 45–60 Minuten ausreicht, um den Muskelstatus zu erhalten, ist ein Krafttraining auch zeitlich ökonomischer für den Energieverbrauch, wobei der Leistungsumsatz durch das Training und gewisse Nachbrenneffekte noch oben drauf kommen. Der Leistungsumsatz pro Minute eines üblichen Krafttrainings liegt bei etwa 4–6 kcal bei Männern und bei etwa 2,5–3,5 kcal bei Frauen.

Die Größe der Muskelmasse spielt in der Energiebilanz des Körpers also eine bedeutende Rolle und somit auch für den Wunsch nach der Reduktion von Körperfett. Im Rahmen einer strengen Diät zur Körpergewichtsabnahme bei erheblichem Übergewicht wirkt ein Krafttraining dem Verlust an Muskelmasse entgegen, der mit einer starken Gewichtsabnahme einhergeht, und trägt seinen Teil zur körperlichen Aktivierung, zur Verbesserung des Gesamtstoffwechsels und zur Prävention von Begleiterkrankungen (Diabetes, Bluthochdruck etc.) bei.

VERWEISE:

- Muskelaufbautraining (**26**)
- Ausdauertraining (**94**)
- Bauchmuskeltraining (**79**)
- Ernährung (**88**)

77 Nachwuchs

Das Krafttraining im Kindes- und Jugendalter muss altersgemäß gestaltet werden

Kinder sind keine kleinen Erwachsenen. Dieses Prinzip gilt auch im Krafttraining. Der körperliche Reifegrad ist bei Kindern und Jugendlichen z. T. sehr unterschiedlich und hängt nur bedingt mit dem kalenderischen Alter zusammen. Man unterscheidet daher

- Frühentwickler,
- Normalentwickler,
- Spätentwickler.

Eine Hilfe zur Abschätzung des Reifegrads ist insbesondere die Körperhöhe der Kinder und Jugendlichen. Die Mädchen sind in der Reifeentwicklung den Jungen grundsätzlich um etwa 1–2 Jahre voraus. Beziiglich der Entwicklung der Kraftfähigkeiten unterscheidet man einen *reifebedingten* Kraftzuwachs, der auf den Veränderungen der Körpergröße, der Hebelverhältnisse und des Hormonhaushalts beruht, und einen *trainingsbedingten* Kraftzuwachs. Die Kraft ist bereits im Vorschulalter trainierbar. Allerdings findet die Anpassung des neuromuskulären Systems in der Kindheit in hohem Maße über koordinative Anpassungsprozesse, Verbesserungen im Muskelstoffwechsel und über das Training der Willenskraft statt. Der Zuwachs an Muskelmasse spielt erst ab der Pubertät eine entscheidende Rolle für das Kraftpotential. Daher entwickelt sich die Körperkraft von Jungen und Mädchen vor der Pubertät fast gleich, während ab dem 12./13. Lebensjahr der enorme Anstieg der Testosteronproduktion bei Jungen, deren Kraftfähigkeiten im Vergleich zu den Mädchen sehr viel deutlicher anwachsen lässt.



Schon im Jugendalter spielen Kraft und Durchsetzungsvermögen eine wichtige Rolle im Sport.

Speziell zu beachten ist beim Krafttraining mit Kindern und Jugendlichen, dass es in bestimmten Entwicklungsphasen sensible Wachstumszonen am Bewegungsapparat gibt, die bei falschem Training zu Überlastungen führen können. Dies betrifft vor allem die knorpeligen Wachstumsfugen am Ende der Röhrenknochen (Epiphyse) und an den knöchernen Ansatzstellen der Sehnen (Apophyse) sowie die Wirbelsäule. Bei einem vernünftig durchgeführten Krafttraining besteht allerdings kein Risiko für die Heranwachsenden. Größere Vorsicht ist bei Sprungbelastungen geboten, da hier die größten Zug- und Kompressionskräfte am Bewegungsapparat entstehen. Grundsätzlich ist von einem Training mit maximalen Hantellasten, von schwerer Überkopfarbeit und von hochintensivem Sprungkrafttraining z. B. in Form von Tiefsprüngen aus großen Höhen, abzusehen. Neben den physiologischen Überlegungen muss berücksichtigt werden, dass im Kindesalter motivationale Aspekte, wie die spielerische Ausrichtung des Trainings und der Spaßfaktor, eine größere Bedeutung haben als im Erwachsenenalter. Ein abwechslungsreiches Training z. B. als

Zirkeltraining, Staffellauf, Hindernisparcours, Ziehund Schiebewettkampf oder Zielwurfspiel, sollte gewährleistet sein. Trainingsgeräte wie Medizinbälle, Turnbänke, Kletterseile und Gummizüge sowie gymnastische Übungen mit dem eigenen Körpergewicht sind altersgemäß. In der späten Pubeszenz (13–14 Jahre) kann mit einem gezielten Hanteltraining begonnen werden. Das Kindertraining ist vor allem auf eine vielseitige Ausbildung aller motorischen Fähigkeiten ausgerichtet und soll die allgemeine Kraft entwickeln. Ein sportartspezifisches Krafttraining setzt ab dem Jugendalter ein. Hierbei ist die Drei-Jahres-Regel zu berücksichtigen. Da Krafttraining dem heute bei vielen Kindern und Jugendlichen verbreiteten Mangel an körperlichen Belastungsreizen und den häufig diagnostizierten Haltungsschwächen entgegenwirkt, sollte es nicht auf den Leistungsaufbau im Sportverein beschränkt sein, sondern auch in der Schule eine angemessene Berücksichtigung finden.

VERWEISE:

- Individualisierung (5)
- Anfängertraining (74)
- Kontinuität (7)
- Drei-Jahres-Regel (85)
- Wirbelsäulenschutz (81)
- Zirkeltraining (56)
- Haltung (98)

78 Ältere Menschen

Krafttraining im Alter erhält die Leistungsfähigkeit, Selbständigkeit und Gesundheit

Zwischen dem 20. und 70. Lebensjahr reduziert sich die Muskelmasse des Menschen um etwa 30–40 %. Ab dem 70. Lebensjahr beschleunigt sich dieser Abbauprozess nochmals, so dass im Alter von 80 Jahren und mehr viele normale Alltagsaktivitäten große Mühe bereiten und der alte Mensch zunehmend seine motorische Selbständigkeit verliert. Man weiß heute, dass nur ein gewisser Anteil dieser altersbedingten Kraftverluste genetisch bedingt, und dadurch unaufhaltsam ist. Ein großer Anteil von geschätzt über 50 % ist durch Reizmangel bedingt, das heißt, dass ältere Menschen sich zunehmend weniger intensiven körperlichen Belastungen aussetzen als jüngere und dadurch der Leistungsabbau beschleunigt wird. Die Muskulatur ist bis ins höchste Alter trainierbar. Erstaunliche Maximalkraftgewinne können bei einem gezielten Krafttraining mit Senioren gemessen werden. Die Zuwächse nach einem 6- bis 12-wöchigen Training lagen in Studien z. T. bei über 50 %. Einige Trainierende erreichten pro Trainingseinheit einen durchschnittlichen Kraftzuwachs von 5 % (Fiatarone et al. 1990). Dass man bis ins hohe Alter beeindruckende Kraftleistungen erbringen kann, zeigen Beispiele von älteren Kraftsportlern, die noch im Alter von über 70 Jahren mehr als 200 Kilogramm in der Kniebeuge oder beim Kreuzheben bewältigen. Die Klimmzug-Legende John Curd Edmonds schaffte mit 66 Jahren noch 117 Klimmzüge, mit 77 noch 32. Diese Leistungen sollten natürlich nicht das Ziel im Training mit älteren Personen abstecken. Entscheidend ist vielmehr, dass man seine körperliche Leistungsfähigkeit durch ein regelmäßiges Training derart erhalten kann, dass man bis ins hohe Alter fit bleibt, um seinen Alltag allein zu bewältigen und Reisen oder Ausflüge unternehmen zu können. Körperliche Bewegung ist eine wichtige Voraussetzung für Lebensfreude im Alter und beugt Depressionen und zahlreichen Erkrankungen vor, die durch abnehmende körperliche Aktivität begünstigt werden, z. B. Bluthochdruck, Diabetes Typ II oder Osteoporose. Krafttraining ist mittlerweile auch ein wichtiger Bestandteil in Trainingskonzepten, die die Sturzgefahr im Alter reduzieren sollen.

Im Krafttraining mit Senioren steht neben einem Leistungsgewinn der Muskulatur auch der gesellige, kommunikative Aspekt im Vordergrund. Ein sanftes Krafttraining ohne Ausbelastung in der Einzelserie ist die

Methode der Wahl im Seniorenntraining. Nach einer Eingewöhnungsphase zum koordinativen Lernen der Bewegungen und Wiederholungszahlen von 15–20 pro Serie sollten allerdings auch zunehmend höhere Intensitäten eingesetzt werden, denn die Maximalkraftfähigkeiten und die weißen Muskelfasern sind im Alter besonders von einem Abbau betroffen. Sie spielen jedoch für den Erhalt der Selbständigkeit und Mobilität sowie in der Sturzprophylaxe eine wesentliche Rolle. Eine Verbesserung bzw. Erhaltung der Maximalkraft ist also auch ein Trainingsziel im Alter, nicht nur ein Training der Kraftausdauer. Ein sanftes Krafttraining bedeutet auch nicht, dass ohne Anstrengung effektive Trainingsgewinne möglich wären. Es meint lediglich den Verzicht auf die Ausbelastung der Muskulatur in der Einzelserie.

Eine Steigerung der Maximalkraft erreicht man bei älteren Menschen z. B. durch eine Absenkung der Wiederholungszahl auf 8–10 und eine zügige Bewegungsausführung. Als Organisationsrahmen eines Seniorenkraftrainings eignen sich Sportvereine und Fitnessstudios. Senioren-, Wohn- und Pflegeheime sollten betreute Gymnastik- und Sportgruppen anbieten, in denen kräftigende Übungen auf dem Programm stehen. Das Training muss nicht – aber kann durchaus an Kraftmaschinen durchgeführt werden. Zusätzlich zu den Übungen an Maschinen sollten jedoch auch koordinativ anspruchsvollere Bewegungen hinzukommen, z. B. Übungen mit Freihanteln, Seilzügen, auf instabilen Unterlagen und mehrgelenkige Bewegungsmuster. Im Training mit Hochaltrigen stehen Übungen zum Erhalt der Mobilität und Sturzprophylaxe im Vordergrund. Dazu sollte der Trainierende viele Übungen mit dem eigenen Körpergewicht durchführen und möglichst wenige im Sitzen. Als Trainingsgeräte sind Kleingeräte wie Hanteln, Gewichtsmanschetten und Latexbänder in der Regel ausreichend. Neben dem Krafttraining darf das Training der allgemeinen, aeroben Ausdauer nicht unberücksichtigt bleiben, da es einen sehr wichtigen Beitrag zur Leistungsfähigkeit und Gesunderhaltung leistet.

VERWEISE:

- Individualisierung (5)
- Sanftes Krafttraining (30)
- Krafttraining und Blutdruck (96)
- Knochenfestigkeit (99)
- Rückenschmerzen (100)
- Rehabilitation (95)

79 Bauchmuskeltraining

Der Bauchumfang schwindet nicht durch Bauchmuskelübungen

Eine schlanke Körpermitte wird von vielen Männern und Frauen als attraktiv und erstrebenswert eingestuft. Da der Körper besonders dazu neigt, im Bauchbereich Fettgewebe anzusammeln, ist das Ziel, einen schlanken Bauch zu haben häufig allerdings schwer zu erreichen. Fettgewebe dient als Energiespeicher und seine übermäßige Ansammlung ist meist das Ergebnis von einem Zuviel an Nahrungsenergie und einem Zuwenig an Sport und Bewegung. Seltener spielen Stoffwechselerkrankungen, Schilddrüsenfunktionsstörungen oder die Einnahme bestimmter Medikamente eine Rolle. Um das lästige Bauchfett loszuwerden, quälen sich manche Menschen mit zahllosen Bauchmuskelübungen und unendlich vielen Wiederholungen von Crunches, Klappmessern, Sit-Ups und Beinheben. Allerdings können durch das gezielte Trainieren eines bestimmten Körperteils leider nicht genau dort gezielt unerwünschte Fettdepots abgebaut werden. Krafttraining verringert zwar den Fettgehalt der trainierten Muskulatur. Der unerwünschte Bauchumfang kommt allerdings vor allem durch Fettansammlungen *vor* und *hinter* den Bauchmuskeln zustande. Vor den Bauchmuskeln und unter der Haut liegt das subkutane Fett. Dies bildet die »Speckröllchen«, die man leicht mit der Hand »packen« kann. Hinter den Bauchmuskeln liegt das viszerale Fett, das zwischen den inneren Organen in der Bauchhöhle einlagert ist, und in vielen Fällen deutlich zum Bauchumfang beiträgt. Dieses viszerale Bauchfett hat neben der kosmetischen Komponente auch einen negativen gesundheitlichen Aspekt. Die Fettzellen in diesem Gewebe produzieren Hormone (Adipokine), die zahlreiche physiologische Abläufe im Körper beeinflussen. Eine Entgleisung dieser Hormonproduktion durch ein Übermaß an viszeralen Fettzellen führt zu Bluthochdruck, schweren Herz- und Gefäßkrankheiten und erhöht das Risiko für Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit), Thrombosen und Krebs. Deshalb sollte man einen übermäßigen Bauchumfang nicht nur als ästhetisches Problem betrachten. Sport und Training können zu einer Verringerung von viszeralem (und subkutanem) Fettgewebe beitragen. Hierbei scheint allerdings vor allem entscheidend zu sein, dass der Gesamtenergiehaushalt verändert wird. Sporttreiben verbraucht Energie. Eine durch Training erhöhte

Muskelmasse verbrennt zusätzlich Kalorien im Ruhestoffwechsel. Tritt zur körperlichen Aktivität noch eine Umstellung der Ernährungsgewohnheiten in Richtung kalorienreduzierter, fettärmer und ballaststoffreicher Kost mit einem hohen Anteil an Obst und Gemüse, so kann eine deutliche Reduktion des Bauchumfangs erreicht werden. Kraftübungen für die Bauchmuskeln tragen zwar ihren Teil zum Energieverbrauch bei, verbrennen allerdings nicht das Depotfett an Ort und Stelle. Theoretisch vermehrt sich durch ein intensives Bauchmuskeltraining sogar die Gesamtgewebsmasse, da auch die Bauchmuskeln durch Training wachsen. Dies ist anteilmäßig betrachtet allerdings in der Regel kein Problem.



Die Bauchmuskeln werden wie jede andere Muskelpartie trainiert.

Das Bauchfett ist auf alle Fälle sehr hartnäckig und es bedarf eines erheblich größeren Aufwands an Maßnahmen es loszuwerden als tägliche Bauchmuskelübungen. Beim Thema Bauchumfang sollte man auch nicht die Rolle der Körperhaltung unterschätzen: Eine schlaffe Haltung mit Hohlkreuzbildung unterstützt die optische Präsenz des Bauchumfangs, während eine aktive, aufrechte Haltung sie reduziert. Hier liegt wiederum ein Vorteil von Übungen für die Bauchmuskeln, da sie zusammen mit der Rücken- und Gesäßmuskulatur einen wesentlichen Beitrag zu einer besseren Haltung liefern. Wenn man den Bauchumfang reduzieren möchte, sollte man also insgesamt mehr Sport treiben, seine Ernährung

umstellen und die Bauchmuskeln wie jede andere Muskelpartie des Körpers trainieren.

VERWEISE:

- Ernährung (88)
- Dysbalance (82)
- Haltung (98)

80 Gesundheit vor Leistung

Das Prinzip der Gesundheitserhaltung und -sicherung

Das Prinzip der Gesundheitserhaltung und Gesundheitssicherung im Krafttraining ist ein trainingsmethodisches wie auch pädagogisches Prinzip. Es betrifft das Handeln des Sportlers genauso wie das seines Trainers. Das Prinzip bedeutet, dass das Ziel einer maximalen Leistungsentwicklung des Trainierenden in Training und Wettkampf nicht zu einem gesundheitlichen Schaden führen darf. Dies betrifft sowohl die Methoden und Mittel im Training bzw. Wettkampf als auch trainings- und wettkampfbegleitende Maßnahmen. Die *National Strength and Conditioning Association* (NSCA) verlangt in ihrem Verhaltenskodex von ihren Trainern, dass sie sichere (*safe*) und effektive (*effective*) Trainingsbedingungen gewährleisten und auch dafür Sorge tragen, dass ihre Trainingsschützlinge einer medizinischen Betreuung zugeführt werden, falls dies notwendig sein sollte (www.nsca-lift.org). Gesundheitliche Risiken im Krafttraining entstehen u. a. durch:

- Unkenntnis/Missachtung von Sicherheitsmaßnahmen in Training und Wettkampf,
- falsche Technik,
- fehlerhaft konstruierte oder defekte Trainingsgeräte,
- enge räumliche Bedingungen,
- Fehler in der Belastungssteigerung (zu viel Gewicht)
- riskante Trainingsmethoden,
- einseitiges Training,
- Missachtung des Prinzips der Individualität und des Entwicklungsstands des Trainierenden,
- unzureichende regenerative Maßnahmen und zu kurze Erholungspausen,
- Missachtung von Schmerzen und Überlastungssymptomen,
- mangelndes Aufwärmen vor der Belastung
- Einnahme von Dopingsubstanzen,
- falsche Ernährung,
- übertriebener Leistungsdruck und psychischer Stress.

Sportler untereinander und Trainer im Besonderen müssen nach bestem

Wissen und Gewissen die Möglichkeiten schaffen, dass die Gesundheit – bezogen auf die körperliche und psychische Unversehrtheit – des Athleten geschützt wird und dennoch eine optimale Leistungsentwicklung gewährleistet ist. Dies erfordert neben dem Verantwortungsbewusstsein ein erweitertes Wissen über die im Training und Wettkampf auftretenden Belastungen und über die Belastbarkeit von biologischen Strukturen, Organsystemen sowie physiologischen und psychologischen Regulationsmechanismen. Der NSCA-Verhaltens-kodex fordert daher von seinen Trainern, dass sie die praktischen und theoretischen Grundlagen ihres Wissens durch fortwährende Weiterbildung auf einem aktuellen Stand halten. Im Sinne einer erweiterten Auffassung von Gesundheit als gesellschaftlicher Teilhabe und der Fähigkeit die soziale Rolle zu erfüllen, soll der Trainer auch die Persönlichkeitsentwicklung des Athleten und sein eigenverantwortliches Handeln fördern, ihn in Entscheidungsprozesse einbeziehen und das sportliche Handeln auf den gegebenen sozialen Rahmen und die gesamtgesellschaftliche Perspektive beziehen.

VERWEISE:

- Individualisierung (5)
- Wirbelsäulenschutz (81)
- Drei-Jahres-Regel (85)
- Anabolika (93)

81 Wirbelsäulenschutz

Erlerne korrekte Hebetechniken

Die Wirbelsäule stützt den Körper, schützt das Rückenmark und ist das Bindeglied zwischen oberer und unterer Extremität. Kräfte, die durch Muskelarbeit der Beine oder Arme entstehen, werden in den Rumpf fortgeleitet und müssen dort über die Haltemuskulatur der Wirbelsäule kompensiert werden, damit die Stabilität des Körpers aufrecht erhalten wird. Verletzungen und Überlastungsschäden der Wirbelsäule gefährden nicht nur die muskulären und knöchernen Strukturen, sondern können auch die Nervenfunktion beeinträchtigen, z. B. durch Bandscheibenvorfälle. Um unnötige und gefährliche Spitzenbelastungen auf die Wirbelsäule zu verhindern, sollte der Krafttrainierende, ob Fitnesssportler, Bodybuilder oder Gewichtheber, von Anfang an eine sichere Hebetechnik und korrekte Haltung erlernen. Dies ist durch Hantelübungen besonders effektiv möglich – und hierbei gleichzeitig am dringendsten geboten. Das Training mit Lang- und Kurzhanteln im Stehen (z. B. Bizepscurls, Frontheben) erfordert jederzeit eine stabilisierende Arbeit der Haltemuskeln der Wirbelsäule. In Positionen mit vorgeneigtem Oberkörper (z. B. Rudern vorgebeugt, Kreuzheben) erhöht sich die notwendige Haltearbeit zusätzlich.

Die »goldene Regel« ist diesbezüglich, die Forderung, den Rücken »gerade« zu halten, da hierbei die hohen Belastungen beim Hanteltraining gleichmäßig auf die Wirbelsäule verteilt werden und die Muskeln – nicht die passiven Bewegungsstrukturen – die Stabilisierung übernehmen. Dabei ist die Wirbelsäule gemäß ihren natürlichen Schwingungen eingestellt. Starke Überstreckungen oder jegliche Beugung der Wirbelsäule sind zu vermeiden. Entscheidend für die Einstellung der unteren Wirbelsäule ist die Beckenstellung. Diese muss in das Haltungstraining einbezogen werden, zumal muskuläre Verkürzungen der am Becken befestigten Oberschenkelmuskeln (Hamstrings, Quadrizeps, Lenden-Darmbein-Muskel) eine korrekte Beckeneinstellung behindern. Eine gute Beweglichkeit – auch im Schultergürtel – ist eine Voraussetzung um die Wirbelsäule optimal einzustellen. Die korrekte Haltung wird im Anfängertraining zunächst mit geringen Zusatzgewichten und unter Aufsicht eines Trainers eingeübt. Zudem sollten von Anfang an die wirbelsäulenstabilisierenden Muskeln in den Trainingsplan aufgenommen werden, d. h. im Wesentlichen Übungen für die Rückenstreckmuskulatur

und für die Bauchmuskeln. Bei speziellen Übungen für diese Muskelgruppen empfiehlt es sich dynamische Übungen (z. B. Rückenstrecken am Gerät, Bauch-Crunches, Rumpfrotationen) mit statischen (z. B. Kreuzheben, Seitstütze am Boden) zu kombinieren, um die Koordination und Kraftentwicklung variabel verfügbar zu machen. Bei dynamischen Rumpfübungen wird von der »goldenene Regel« des geraden Rückens abgewichen und es finden Beuge-, Streck-, Seitneige- und Rotationsbewegungen statt. Diese werden allerdings nie mit maximalen Zusatzlasten trainiert. Da eine stabile Haltung bei den Füßen bereits anfängt, ist im Training auf festes Schuhwerk und einen rutschfesten, ebenen Untergrund zu achten. Ein Hebergürtel sollte zur Unterstützung der Wirbelsäulenmuskeln angelegt werden, wenn Kniebeugen oder Kreuzheben mit schwersten Lasten durchgeführt werden.



Das Heben mit rundem Rücken birgt ein erhöhtes Risiko.



Das schwere Heben mit geradem Rücken ist die bevorzugte Technik im Krafttraining.

VERWEISE:

- Gelenkstabilität (84)
- Hebergürtel (87)
- Beweglichkeit (17)
- Bewegungstechnik (38)
- Bewegungsbegrenzung (63)

82 Dysbalancen

Trainiere auch die Antagonisten der Leistungsmuskulatur

Jede willkürliche Bewegung des Menschen wird durch die Anspannung und Entspannung von Muskeln bewirkt. Wird der Arm gegen Widerstand gebeugt, leisten mehrere Muskeln ihren Beitrag. Nicht nur der Bizeps ist ein Armbeuger. Vier weitere Muskeln, u. a. der M. brachialis und M. brachioradialis, unterstützen ihn in seiner Funktion. Diese an einer Bewegung gemeinsam beteiligten Muskeln bezeichnet man als Agonisten bzw Synergisten. Diejenigen Muskeln, die eine gegenläufige Bewegung – in diesem Fall die Ellbogenstreckung – bewirken, heißen Antagonisten. Das optimale Zusammenspiel von Agonisten und Antagonisten in einer Bewegung ermöglicht eine sichere Bewegungssteuerung und eine effektive Kraftentwicklung. Eine kräftige Armbeugung wird beispielsweise von einer Entspannung der antagonistischen Armstrecker begleitet. Die Antagonisten können andererseits die Bewegung der Agonisten abbremsen und dadurch eine biomechanische Zwangslage verhindern.

Von muskulären Dysbalancen geht man aus, wenn die Kraftfähigkeit einer synergistisch arbeitenden Muskelgruppe im Verhältnis zum Kraftpotential ihrer Antagonisten übermäßig ausgeprägt ist. Dieses Ungleichgewicht muss dabei deutlich über dem »natürlichen« Maß liegen, denn viele Muskeln haben von Natur aus erheblich mehr oder erheblich weniger Kraft als ihre Gegenspieler. So beträgt die Kraft der Beinbeuger in bestimmten Kniewinkeln häufig nur etwa zwei Drittel der Kraft der Beinstrecker. Die Außenrotatoren der Schulter liegen meist noch unterhalb dieses Wertes im Vergleich mit den Innen-rotatoren. Der Begriff der muskulären Dysbalance wird oft auch auf die Dehnfähigkeit bestimmter antagonistischer Muskelgruppen bezogen. Eine mangelnde Dehnfähigkeit einer Muskelgruppe kann die Gelenkbewegung ebenso negativ beeinflussen wie ein ungünstiges Kraftverhältnis.

Durch Dysbalancen können unphysiologische Gelenkbelastungen und Verletzungen begünstigt werden, nicht nur in Bezug auf die dynamischen Bewegungen im Sport, sondern auch auf die Haltungsregulation im Alltag. Aus diesen Gründen sollte ein Sportler nicht nur die für seine Sportart leistungsbestimmende Muskulatur trainieren. Er muss zudem das Training ihrer Antagonisten beachten.

Auch beim Kraftsportler führt ein einseitiges Training zu muskulären

Dysbalancen. Ein typisches Beispiel ist die Überbetonung des Brustumkeltrainings bei vielen Fitness-Trainierenden. Die beliebteste Übung ist hierbei das Bankdrücken. Die antagonistisch wirkende Muskulatur des Schultergürtels im oberen Rückenbereich sollte jedoch ebenso gewissenhaft trainiert werden. Übungen wie das Bankziehen, Butterfly reverse oder Rudern an einer Maschine schaffen den Ausgleich zu der hohen Kraftentwicklung der Armstoßkraft. Besonders problematisch sind Dysbalancen der gelenknahen Stabilisatoren, welche die Kraft der großräumige, kraftvolle Bewegungen erzeugenden Oberschenkel-, Gesäß-, Schulter- und Brustmuskeln kompensieren müssen. Stehen keine harmonisch ausgebildeten, kräftigen Rumpfmuskeln oder Rotatoren im Hüft- und Schultergelenk zur Verfügung, entstehen schnell Überlastungssyndrome, die sich nicht nur an den peripheren Gelenken, sondern auch an der Wirbelsäule bemerkbar machen. Schmerzen, Leistungsschwäche und Spätschäden können die Folge sein. Bei asymmetrischen Sportarten wie Tennis, Golf oder Speerwerfen können ohne ein ausgewogenes Krafttraining besonders leicht muskuläre Dysbalancen entstehen.

Allerdings sollte jeder Sportler auf ein harmonisches, physiologisches Kraftverhältnis aller Muskelgruppen achten, um eine optimale Leistungsfähigkeit und eine wirksame Verletzungsprophylaxe zu erreichen. Wo das optimale Kraftverhältnis antagonistischer Muskelgruppen liegt, ist allerdings immer im Einzelfall und je nach Sportart zu entscheiden.

VERWEISE:

- Gelenkstabilität (84)
- Schulterbeschwerden (86)
- Haltung (98)
- Dehnen (60)

83 Übertraining

Wer zuviel trainiert, wird schwächer

Für den Trainingserfolg ist die optimale Balance zwischen Belastung und Erholung entscheidend. Werden dem Körper des intensiv trainierenden Sportlers über einen längeren Zeitraum notwendige Erholungsphasen verwehrt, droht ein Übertraining. Die Sportmediziner Wildor Hollmann und Thomas Hettinger (2000, S. 452) definieren als Übertraining »das Nachlassen der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit in Verbindung mit anomalen Symptomen subjektiver und objektiver Natur trotz Durchführung eines geregelten Trainings«.

Das Hauptproblem des Übertrainings besteht darin, dass es die Funktionsfähigkeit des gesamten Organismus beeinträchtigt. Insbesondere beim Krafttraining kann es allerdings auch zu einem rein lokalen Übertrainingszustand kommen, bei dem der einzelne Muskel durch zu intensive Trainingsreize und mangelnde Erholungsmöglichkeiten an Funktionsfähigkeit verliert. Unter einem Übertraining sind keine Leistungssteigerungen und kein Muskelwachstum möglich. Im Gegenteil: Es kommt zu einem Verlust an Leistungsfähigkeit in puncto Kraft, Ausdauer und Koordinationsfähigkeit. Besonders hinderlich wirkt sich für den Kraftsportler das Absinken des Testosteronspiegels und Ansteigen des Cortisolspiegels im Blut aus, da dies den Muskelaufbau behindert. Typische Symptome eines Übertrainings sind:

- Abnahme der sportlichen Leistungsfähigkeit,
- schnelle Ermüdbarkeit,
- Kraftverlust,
- verlängerte Erholungszeiten,
- Trainingsunlust,
- Abnahme der Koordination,
- erhöhte Infektanfälligkeit,
- Depressionen, Apathie

Die Ursachen des Übertrainings liegen oft nicht allein in einer falschen Trainingsplanung, sondern werden durch weitere Faktoren wie beruflichen und privaten Stress, Ernährungsfehler, Schlafmangel etc. beeinflusst. Bezuglich der Trainingsbelastung scheinen insbesondere hohe Intensitäten ein Übertraining zu fördern, weniger hohe Belastungs-

umfänge. Auch werden vor allem anaerobe Stoffwechselbedingungen mit hoher Milchsäureproduktion wie sie im Krafttraining vorkommen mit einem erhöhten Übertrainingsrisiko in Verbindung gebracht. Entscheidend ist jedoch immer die Reizdichte, d. h. die Trainingshäufigkeit in Verbindung mit der Dauer der Regeneration.

Man unterscheidet traditionell das sympathikotone und das parasympathikotone Übertraining. Das sympathikotone Übertraining ist gekennzeichnet durch ein Überwiegen erregender Prozesse mit Schlafstörungen, gesteigertem Ruhepuls, Neigung zu verstärktem Schwitzen, Kopfschmerzen und Gewichtsabnahme. Dem Sportler ist deutlich unwohl. Bei einem parasympathikotonen Übertraining überwiegen hemmende Prozesse mit deutlich weniger Symptomen. Der Sportler fühlt sich kaum beeinträchtigt, registriert allerdings eine schnellere Ermüdbarkeit und einen Leistungsabfall im Training bzw Wettkampf. Da die allgemeine Beeinträchtigung gering ist, wird das parasympathikotone Übertraining oft übersehen und fehlgedeutet. Seine Therapie erfordert in der Regel deutlich mehr Zeit als das sympathikotone Übertraining.

An erster Stelle bei der Therapie von Übertrainingszuständen steht eine Reduktion von Trainingsintensität, Trainingsumfang und Reizdichte. Gegebenfalls muss das Training komplett ausgesetzt werden, um lediglich regenerative Maßnahmen durchzuführen: Schwimmen, leichtes aerobes Training, Massagen, warme Bäder, Saunaanwendungen, hochwertige Ernährung, mentale Entspannung, verlängerte Schlafzeiten.

VERWEISE:

- Belastung und Erholung (6)
- Trainingshäufigkeit (43)
- Split-Training (53)

84 Gelenkstabilität

Trainiere Rotatorenmuskeln

Krafttraining wird im Sport zur Leistungssteigerung eingesetzt und gilt darüber hinaus als vorbeugende Maßnahme gegen Verletzungen. Eine entscheidende Grundlage für eine Leistungssteigerung bzw. Verletzungsprophylaxe durch Krafttraining ist die Verbesserung der Gelenkstabilität. Ein stabiles Hüftgelenk wirkt als leistungsfähiges Bindeglied zur Kraftübertragung zwischen Bein und Rumpf und eine stabile Wirbelsäule bietet eine optimale Basis, um effizient Kräfte in der oberen und unteren Extremität zu entwickeln. Die Stoß- oder Zugkraft der Arme kann verpuffen, wenn sie nicht in einer stabilen Rumpfmuskulatur ein Widerlager findet. Auch bei der Vorbeugung von Verletzungen spielt die Gelenkstabilität eine entscheidende Rolle, da Muskeln wie Stoßdämpfer wirken und durch eine optimierte Bewegungsführung Spitzenbelastungen reduzieren. Die Stabilität eines Gelenks hängt im Wesentlichen von der Leistungsfähigkeit der umgebenden Muskulatur ab. Gelenke bzw. Gelenksysteme mit großen Bewegungsmöglichkeiten und vielen Freiheitsgraden sind die Schulter- und Hüftgelenke (Kugelgelenke) und die Wirbelsäule. Die muskuläre Stabilisierung ist hier dementsprechend anspruchsvoll. Man sollte für eine optimale Stabilität alle Muskeln, die diese Gelenke umspannen, kräftigen. Allerdings ist eine Gruppe von gelenkstabilisierenden Muskeln besonders zu beachten, da sie häufig im Training »vergessen« werden, jedoch durch ihre anatomische Lage nah am Gelenk besonders effektiv zur Stabilität beitragen können: die Rotatorenmuskeln. Rotatorenmuskeln sind Muskeln, die den Arm, das Bein oder die Wirbelsäule um die eigene Längenachse drehen. Im Schultergelenk bilden die Rotatorenmuskeln eine Art Manschette um den Oberarmkopf und die Gelenkpfanne. Diese nennt man daher Rotatorenmanschette. Der M. subscapularis liegt im vorderen Bereich des Schultergelenks und bewirkt eine Einwärtsdrehung des Armes. Im hinteren Bereich liegen die Außenrotatoren: M. infraspinatus, M. teres minor. Der M. supraspinatus, der unter dem Schulterdach über das Gelenk zieht, bildet ebenfalls einen Teil der Rotatorenmanschette, obwohl er vorwiegend eine abduzierende Wirkung entfaltet. Die genannten Muskeln verhindern eine Auslenkung des Schultergelenks bei der Kontraktion der großen, die Schulter bewegenden Muskeln, z. B. M. latissimus, M. pectoralis major oder M. deltoideus. Sie werden durch Übungen in die Außen- bzw.

Innenrotation sowie in die Schulteradduktion und -abduktion trainiert, vorzugsweise am Seilzug.

Rotatoren der Wirbelsäule sind z. B. die Mm. rotatores und Mm. multifidi. Diese Muskeln sind direkt an den Quer- und Dornfortsätzen der Wirbelsäule befestigt. Sie sind relativ kurz und überspannen nur wenige Bewegungssegmente wodurch ihr direkter Einfluss auf die Feineinstellung der Wirbel zueinander sehr groß ist. Sie bewirken gemeinsam mit den schrägen Bauchmuskeln Rotationsbewegungen im Bereich der Lenden- und Brustwirbelsäule bzw. Stabilisieren diese Abschnitte gegen die Einwirkung äußerer Kräfte. Leistungsphysiologisch sind die Rumpfrotatoren für fast alle Sportarten relevant, u. a. Wurfdisziplinen, Tennis, Fußball, Golf, Kanufahren oder Schwimmen. Man kann diese Muskeln mit isometrischen und dynamischen Übungen entwickeln, z. B. einarmige Ruder- bzw. Stoßbewegungen am Seilzug, einarmige oder einbeinige Stützübungen am Boden bzw. auf Pezzibällen sowie dynamische Rumpfrotationen an speziellen Kraftmaschinen oder Seilzügen.



Durch einarmige Zugübungen am Seilzug können die Rumpfrotatoren und Hüftrotatoren gekräftigt werden.

Die Hüftrotatoren teilen sich – wie am Schultergelenk – in Außen- und Innenrotatoren. Wichtige Außenrotatoren sind z. B. der M. piriformis, die Mm. obturatorius internus et externus und die Mm. gemellus superior et

inferior. Sie werden unterstützt von einigen Adduktorenmuskeln und dem großen Gesäßmuskel (M. gluteus maximus). Innenrotatoren sind vor allem die kleinen Gesäßmuskeln (Mm. gluteus medius et minimus). Je nach Stellung des Hüftgelenks können die Muskeln z. T. auch entgegengesetzte Wirkung entfalten. So werden in bestimmten Rotations- bzw Beugewinkeln einige Außenrotatoren zu Innenrotatoren. Die Hüftrotatoren können vor allem an Seilzügen trainiert werden. Entweder indem die Bewegungen direkt als dynamische Außen- oder Innenrotation durchgeführt werden oder durch isometrische Beanspruchung z. B. bei einarmigen Ruder- bzw. Stoßbewegungen der Arme im Einbeinstand.

VERWEISE:

- Schulterbeschwerden (**86**)
- Wirbelsäulenschutz (**81**)
- Rückenschmerzen (**100**)
- Rehabilitation (**95**)

85 Drei-Jahres-Regel

Höchstbelastungen sind nichts für Anfänger

Im Krafttraining kann man sanfte, mittelgradig belastende und hochintensive Trainingsmethoden unterscheiden. Zu welchem Zeitpunkt eine Methode eingesetzt werden kann, entscheidet maßgeblich das Trainingsalter des Sportlers, d. h. wie viele Monate bzw Jahre seit der Aufnahme des Krafttrainings vergangen sind. Je höher das Trainings-alter des Trainierenden, desto intensivere Methoden können angewendet werden. Einerseits muss die Beanspruchung so hoch gewählt werden, dass ein überschwelliger Trainingsreiz gesetzt wird, andererseits darf die Belastung den Sportler nicht überfordern. Überforderungen können akut zu Muskel- und Sehnenverletzungen führen oder längerfristig zu chronischen Sehnenentzündungen und Knorpelverschleiß bis hin zum irreversiblen Sportschaden. Der Bewegungsapparat des Trainingsanfängers muss zunächst mit sanften Methoden an die Belastungen eines Krafttrainings gewöhnt werden, damit es nicht zu derartigen Überlastungen kommen kann. Nach und nach wird das Training intensiver, d. h. es wird mit höheren Lasten gearbeitet und mit einer stärkeren Ausbelastung (Erschöpfung) in der einzelnen Trainingsserie. Der langjährig Trainierte braucht dann schließlich spezielle Intensivierungstechniken, damit er weitere Fortschritte machen kann. Diese Intensivierungstechniken sind im Muskelaufbaustraining z. B. Methoden der Satzerweiterung im Sprungkrafttraining Tiefsprünge aus großer Höhe, im Training von Maximalkraft- und Schnellkraftsportlern Methoden des Innervationstrainings, bei dem die intramuskuläre Koordination mit höchsten Lasten (90–100 % der Maximalkraft) trainiert wird.

Um hohe Trainingsbelastungen ohne Risiko eingehen zu können, empfehlen Experten, die Drei-Jahres-Regel zu beachten. Diese besagt, dass ein Sportler ein dreijähriges Grundlagentraining im Kraftbereich absolviert haben sollte, bevor Methoden zur intensiven, spezialisierten Kraftentwicklung zum Einsatz kommen. Dies gilt u. a. auch für das schnellkräftige Training mit der Scheibenhantel, d. h. Reißen, Stoßen, Umsetzen etc. Im Nachwuchstraining ist dabei immer die reifungsbedingte Belastbarkeit des Bewegungsapparates zu berücksichtigen, der diesbezüglich »sensible Phasen« durchläuft. Der regelmäßige Einsatz hochintensiver Methoden und maximaler Lasten im Training kann erst

gegen Ende der Adoleszenz (17–18 Jahre) empfohlen werden. Beim erwachsenen Trainingsanfänger kann man die Drei-Jahres-Regel ohne Einschränkung anwenden. Ob man bereits *vor* einem Trainingsalter von drei Jahren hochintensive Techniken durchführen kann, ohne das Risiko einer Überlastung einzugehen, hängt sehr stark von dem sportlichen Werdegang des Trainierenden ab. Bei einem sehr gezielten, systematischen, kontinuierlichen und doch verantwortungsvollen Leistungsaufbau kann ein erwachsener Krafttrainierender auch schon früher mit hochintensiven Techniken beginnen, insbesondere wenn vor Aufnahme des Krafttrainings bereits Sportarten mit intensiver Belastung des Bewegungsapparates betrieben wurden, z. B. Rugby, Leichtathletik, Handball oder Squash. Somit ist die Orientierung an der Drei-Jahres-Regel für jeden Trainer grundsätzlich hilfreich, muss aber immer individuell für den jeweiligen Sportler hinterfragt werden. Generell empfiehlt es sich allerdings, erst dann hochintensive Techniken anzuwenden, wenn der normale Leistungs- bzw. Muskelaufbau stagniert, um eine vorzeitige Plateaubildung der Leistungsentwicklung zu vermeiden.

VERWEISE:

- Anfängertraining (74)
- Nachwuchs (77)
- Kontinuität (7)
- Das Prinzip des überschwlligen Reizes (2)
- Gesundheit vor Leistung (80)

86 Schulterbeschwerden

Die Schulter ist der »wunde Punkt« des Kraftsportlers

Epidemiologische Studien im Kraftsport zeigen, dass die Schulter besonders anfällig für Verletzungen und Überlastungsschäden ist. Insbesondere im Kraft-Dreikampf (Powerlifting) und Bodybuilding, aber auch im ambitionierten Fitnesstraining von Männern nehmen Schulterbeschwerden den ersten Platz ein, noch vor Beschwerden an Kniegelenken, Wirbelsäule, Ellbogen oder Handgelenken. Auch im Gewichtheben finden sich Schulterbeschwerden neben Kniegelenkproblemen auf den ersten Rängen.

Diese Befunde erklären sich aus der Tatsache, dass das Schultergelenk einerseits eine geringe passive Stabilität aufweist und andererseits natürlich bei fast allen Oberkörperübungen in die Belastung einbezogen ist und somit hohe Trainingsumfänge bei nur kurzen Erholungsphasen kompensieren muss. Die geringe passive Stabilität ergibt sich aus der Verbindung eines relativ großen Gelenkkopfes mit einer relativ kleinen Gelenkpfanne, verbunden durch einen Kapsel-Band-Apparat, der eine hohe Beweglichkeit (Kugelgelenk!) durch den Verzicht auf eine straffe Gelenkführung ermöglichen muss. Das Schultergelenk wird daher vor allem durch die Muskulatur gesichert und geführt, speziell durch die Muskeln der Rotatorenmanschette. Im Krafttraining kommt es zu enormen Belastungen des Schultergelenks, z. B. bei Überkopfarbeit mit Hanteln, beim Bankdrücken oder beim Latissimus-Training. Bei trainingsbedingten Ermüdungserscheinungen oder extremen Bewegungen mit Zwangslagengefahr (z. B. Bankdrücken, Dips, Reißen oder Fliegende Bewegungen), kann es zu einem Verlust der Kontrolle über die Trainingslast kommen, was akut zu Überdehnungen der Kapsel oder zu Schulterluxationen – langfristig zu Schulterinstabilitäten und/oder einem Impingement-Syndrom führen kann. Ein Impingement-Syndrom entsteht, wenn die Gewebestrukturen am Schultergelenk durch wiederholte Überlastungen Entzündungen entwickeln, z. B. die lange Bizepssehne, der Schleimbeutel unter dem Schulterdach oder die Sehnen der Rotatorenmanschette (insbesondere des Supraspinatus-Muskels). Daneben kann es durch wiederholte, ruckartige Überstreckungen der Schulter auch zu Entzündungen und Knochenerkrankungen am äußeren Ende des Schlüsselbeins kommen, das mit dem Schulterblatt das Schultereckgelenk bildet. Symptome der beschriebenen, chronischen Überlastungen sind

diffuse Schulterschmerzen während des Trainings, z. B. bei Übungen wie Bankdrücken, Latissimus-Ziehen, Seitheben oder Überkopfarbeit mit Hanteln. Die Leistungsfähigkeit bei Oberkörperübungen wird durch die Beschwerden zunehmend eingeschränkt bis ein normales Training nicht mehr möglich ist. Häufig sind Trainings- und Wettkampfpausen, Krankengymnastik, Medizinische Trainingstherapie oder ärztliche Maßnahmen bis hin zur Operation notwendig, um die Beschwerden zu beseitigen. Besser ist es, Überlastungen der Schulter vorzubeugen. Eine mögliche Prophylaxe ist in folgenden Maßnahmen zu suchen:

- Sorge für eine leistungsfähige Muskulatur der Rotatorenmanschette zur Stabilisierung des Schultergelenks
- Sorge für ein harmonisches Kraftverhältnis aller Muskeln des Schultergürtels durch ein ausgewogenes Training von Zug- und Druckübungen
- Vermeide eine völlige Erschöpfung der Muskulatur bei Übungen mit einer Zwangslagengefahr für das Schultergelenk (z. B. Brustumkelübungen, Dips oder Überkopfarbeit mit Hanteln)
- Steigere die Gewichtslasten langsam
- Beachte ausreichende Regenerationsphasen für das Schultergelenk durch eine differenzierte Trainingsplanung, z. B. ein Split-System
- Verzichte auf Antagonisten-Superserien schulterbelastender Übungen
- Sorge für ein ausreichendes spezielles Aufwärmen der oberen Extremität vor schulterbelastenden Übungen
- Lerne als Gewichtheber bei Überkopfarbeit die Hantel im Falle eines Kontrollverlusts fallen zu lassen (keine riskanten Rettungsversuche!)

VERWEISE:

- Gelenkstabilität (84)
- Muskelgruppen-Splitting (54)
- Bewegungstechnik (38)
- Bewegungsbegrenzung (63)
- Gesundheit vor Leistung (80)
- Belastung und Erholung (6)

87 Hebergürtel

Ein Hebergürtel schützt die Wirbelsäule bei schweren Lasten

Ein Hebergürtel wird fest um den Bauch geschnallt, um beim Heben schwerer Lasten die Lendenwirbelsäule zu unterstützen und dadurch Überlastungen und Verletzungen zu vermeiden. Beim schweren Heben in vorgeneigter Haltung, wie es bei Kniebeugen oder beim Kreuzheben vorkommt, entstehen nicht nur hohe Druckkräfte auf die Wirbelknochen und Bandscheiben, sondern auch extreme Scherkräfte, die bei unzureichender Stabilisierung durch die Muskulatur zu Verletzungen an den Wirbelbögen oder Bandscheiben führen können. Die höchsten Kräfte entstehen dabei in den unteren Bewegungssegmenten, also im Bereich der Lendenwirbelsäule. Ein komplexes System aus Muskeln, Faszien, Bändern, Wirbelgelenken und dem Bauchrauminnendruck sorgt für eine Stabilisierung und Druckentlastung der Lendenwirbelsäule beim Heben. Welche Rolle dabei ein Hebergürtel spielt, ist biomechanisch nicht genau geklärt. Man weiß allerdings, dass ein Hebergürtel den Bauchrauminnendruck deutlich erhöht. Dieser könnte vor allem die »feste Umpackung« der Wirbelsäule unterstützen und dadurch Scherkräften entgegenwirken. Zudem soll er einen Beitrag zur Druckentlastung leisten. Das Einatmen vor dem Hebevorgang mit Hebergürtel stellt offenbar eine wichtige Voraussetzung für eine effektive Entlastung der Wirbelsäule dar. In der Praxis hat es sich bewährt, einen Hebergürtel bei schweren Lasten in der Kniebeuge und beim Kreuzheben zu tragen.

Ein weiterer Aspekt des Hebergürtels ist, dass er durch taktile (Berührungs-) Reize ein besseres Gefühl dafür vermittelt, in welcher Position der Bereich Becken-Lendenwirbelsäule eingestellt ist, wodurch eine Veränderung der Haltung deutlicher spürbar wird, z. B. eine ungünstige Überstreckung oder Beugung der Wirbelsäule. Das Tragen eines Gürtels vermittelt mehr Sicherheit, wodurch manche Sportler sich trauen, höhere Lasten aufzulegen. Bei eher vorsichtigen Sportlern kann dies ein Vorteil sein (mehr Leistung), bei eher sorglosen ein Nachteil (Verletzungsgefahr).



Ein Hebergürtel unterstützt die Wirbelsäule beim schweren Heben.

Das Heben mit einem Hebergürtel sollte bei leichteren Lasten eingetübt werden, bevor man ihn im Training mit höchsten Intensitäten einsetzt. Er sollte niemals ständig im Training getragen werden, da der Aufbau einer optimalen Haltungskontrolle durch körpereigene Mechanismen (Rumpfmuskulatur) behindert wird. Sein Einsatz beschränkt sich im Wesentlichen auf Kniebeugen, Kreuzheben und Überkopfarbeit mit schweren Lasten ($> 70\% \text{ MVC}$). Der Aufbau einer starken Bauch- und Rückenmuskulatur ist allerdings die höchste Pflicht für jeden Sportler, der mit schweren Lasten trainieren möchte. Der Gürtel ist nur eine Ergänzung, niemals die Hauptbedingung für ein sicheres Heben.

Insbesondere im Powerlifting (Kraft-Dreikampf) ist das Heben mit einem Hebergürtel verbreitet. Im Gewichtheben ist die Benutzung seltener geworden. Bei den Olympischen Spielen in Peking 2008 sah man viele Heber ohne Gürtel. Im Bodybuilding wird der Einsatz sehr unterschiedlich gehandhabt.

VERWEISE:

- Wirbelsäulenschutz (81)
- Gelenkstabilität (84)

88 Ernährung

Mehr Leistung durch eine sportgerechte Ernährung

Die Ernährung hat für den Kraftsportler mehrere wichtige Aufgaben:

- Versorgung der Muskeln mit Energie für Training und Wettkampf
- Versorgung des Körpers mit Protein für den Muskelaufbau
- Versorgung des Körpers mit Vitaminen und Mineralstoffen für reibungslose Stoffwechselvorgänge, den Aufbau von Knochen und eine optimale Sauerstoffversorgung
- Versorgung des Körpers mit Flüssigkeit für Transport- und Speicheraufgaben sowie die Regulation der Körpertemperatur über die Schweißbildung
- Regulation des Körpergewichts (in Form von Fett und/oder Muskulatur)
- Regulation des Wasserhaushalts und der Körperzusammensetzung.

Ernährungsfehler führen zu Verzögerungen in der Leistungsentwicklung, zu einer unerwünschten Gewichtszunahme bzw. -abnahme, zu Leistungsschwäche im Wettkampf und unter Umständen zu gesundheitlichen Problemen. Für die Hebeleistungen im Kraftsport sind in Training und Wettkampf als Energieträger vor allem die Kohlenhydrate entscheidend, da die Energie für Kraftleistungen über anaerobe Stoffwechselprozesse bereitgestellt wird, wofür die Energieträger ATP, Kreatinphosphat und Glykogen herangezogen werden. Die Fettsäurenoxidation spielt in der arbeitenden Muskulatur während der Belastung keine Rolle. Fette werden allerdings als Energieträger der ruhenden Muskulatur bzw. vor und nach der Belastung verstoffwechselt.



Getreideprodukte und Obst sind die gesunde Basis einer vollwertigen Sportlerernährung.

Steht zuwenig Energie zur Verfügung, kann die Leistungsfähigkeit der Muskulatur herabgesetzt sein, die Regeneration und das Muskelwachstum behindert und gegebenenfalls Muskelmasse abgebaut werden. Ein zuviel an Energie begünstigt die Anlage von Fettdepots, die für Gewichtsklassenathleten, Bodybuilder und Fitnesssportler häufig unerwünscht ist und den Wettkampferfolg gefährdet. Der Anteil der Energieträger in der Ernährung sollte zu 20 % aus Fetten und zu 60 % aus Kohlenhydraten bestehen. Die restlichen 20 % der Gesamtenergiezufuhr sind die Proteine. Die Proteinzufluss sollte allerdings eher auf das Körpergewicht bezogen werden als auf den Gesamtbetrag an Energie. Protein ist der Hauptbaustoff für den Muskelzuwachs und zudem Bestandteil von Enzymen und Hormonen. Ein Mangel bedeutet vor allem das Risiko eines verringerten oder ausbleibenden Muskel- und Kraftzuwachses.

Vitamine sind an zahlreichen Stoffwechselvorgängen beteiligt und werden in wasserlösliche (z. B. C, B-Gruppe, Niacin) und fettlösliche Vitamine (z. B. A, D, E) unterschieden. Der Bedarf an Vitaminen kann durch die gesteigerte Stoffwechselrate bei Sportlern leicht erhöht sein. Ein Vitaminmangel, der bei einer ausgewogenen Ernährung mit vollwertigem Getreide, Milchprodukten, mäßigem Fleischkonsum und einem

angemessenen Anteil an Frischkost nicht zu erwarten ist, kann die körperliche Leistungsfähigkeit herabsetzen. Eine Zufuhr über den Bedarf hinaus führt nicht zu einer Leistungssteigerung. Überdosierte wasserlösliche Vitamine werden vom Körper ausgeschieden, fettlösliche z. T. gespeichert. Bei den Vitaminen A und D sind bei extrem hoher Dosierung Erkrankungen im Sinne einer Hypervitaminose möglich. Aufgrund der hohen Produktion aggressiver, freier Sauerstoffradikale durch intensives körperliches Training wird insbesondere die Bedeutung der Antioxidantien (Vitamin C, A und E) beim Sport diskutiert. Das Vitamin C spielt darüber hinaus eine wichtige Rolle bei der Biosynthese von Carnitin und der Aufnahme von Eisen aus der Nahrung. Die Mineralstoffe dienen im Körper z. T. als Baustoffe (z. B. Calcium und Phosphor in den Knochen) und Transportstoffe (z. B. Eisen für Sauerstoff) und sind an zahlreichen leistungsphysiologischen Vorgängen (z. B. Muskelkontraktion), hormonellen Regulationsmechanismen und an der Einstellung des Wasserhaushalts (z. B. Kalium und Natrium) beteiligt.

Als kritischer Stoff gilt in der Versorgung des Sportlers, insbesondere bei Frauen, das Spurenelement Eisen. Ein Eisenmangel hat aufgrund seiner Bedeutung für den Sauerstofftransport starke Auswirkungen auf die körperliche Leistungsfähigkeit. Auch auf eine ausreichende Magnesiumzufuhr ist zu achten, da Magnesium bei der Aktivierung zahlreicher Enzyme im Leistungsstoffwechsel und an der Erregungsübertragung zwischen Nerv und Muskel beteiligt ist. Ein Magnesiummangel kann die neuromuskuläre Funktion stören und Muskelkrämpfe begünstigen.

Der Wasserhaushalt des Körpers wird insbesondere durch Natrium und Kalium sowie durch die Gesamtzufuhr von Wasser reguliert. Die Manipulation des Wasserhaushalts durch eine entsprechende Ernährung wird z. B. von Bodybuildern genutzt, um »definierter« auszusehen, das heißt die Muskeln plastisch und deutlich hervortreten zu lassen. Sportler, die in Gewichtsklassen starten versuchen z. T., das Körpergewicht für das Wiegen vor dem Wettkampf auch über den Wasserhaushalt einzustellen. Das Verhältnis von fettfreier (Muskel)Masse zu Fettgewebe wird über den Energiehaushalt der Nahrung eingestellt.

Diese Ausführungen zeigen die hohe Bedeutung, die zu Recht der Ernährung für den sportlichen Erfolg aller Athleten zugesprochen wird. Die z. T. ausufernde Einnahme von Ernährungspräparaten in Form von Vitaminen, Mineralstoffen, Carnitin, Aminosäuren, Kreatin usw. ist sicherlich – insbesondere außerhalb des Hochleistungssports – kritisch zu bewerten, da viele dieser Präparate durch ein ausgeprägtes Wissen über Ernährung und eine dementsprechende Nahrungsauswahl überflüssig wären.

Die Einnahme von Präparaten ist vor allem dann sinnvoll, wenn der Energie- und Vitalstoffbedarf des Sportlers so hoch liegt, dass durch leicht verdauliche Konzentrate die Verdauungsorgane entlastet werden können.

VERWEISE:

- Protein (89)
- Fleisch und Kraft (91)
- Trinken (90)
- Belastung und Erholung (6)

89 Protein

Ohne Eiweiß kein Muskelaufbau

Der Ernährung wird für die Leistung und Leistungsentwicklung im Sport eine große Rolle zugeschrieben, weshalb es spezielle Ernährungsempfehlungen für die unterschiedlichen Sportarten gibt. Eine besondere Betrachtung im Kraftsport und Muskeltraining verdient der Nährstoff Protein, auch als »Eiweiß« bezeichnet. Proteine bestehen aus unterschiedlichen Kombinationen von Aminosäuren, von denen der Körper einige selbst herstellen kann, andere mit der Nahrung aufnehmen muss. Während Fette und Kohlenhydrate vor allem als Energieträger benötigt werden, sind Proteine in erster Linie für den Baustoffwechsel wichtig, d. h. für die Erneuerung bzw. den Neuaufbau von Körpergewebe. Beim Krafttraining ist es häufig das Ziel, Muskulatur aufzubauen. Diese besteht zu einem hohen Anteil aus Proteinen. Um neues Muskelgewebe herzustellen, benötigt der Körper also einen Proteinüberschuss, ohne den kein Muskelaufbau möglich ist. Nur wenn dem Körper ausreichend Protein über die Nahrung zugeführt wird und die Energiebilanz positiv ist, also ein gewisser Energieüberschuss vorhanden ist, können im Training gesetzte Wachstumsreize in einen Muskelzuwachs umgesetzt werden. Der Energieüberschuss ist notwendig damit das Protein nicht im Energiestoffwechsel verbraucht wird, sondern als Baustoff verwendet werden kann. Ist der Körper im Hungerzustand (negative Energiebilanz) wird Nahrungsprotein für die Muskelarbeit verbraucht und sogar körpereigenes Eiweiß (u. a. Muskelmasse) abgebaut. Eine ausreichende Protein- und Energiezufuhr ist also notwendig, damit das harte Training einen optimalen Muskelzuwachs erbringen kann. Neben dem Aufbau neuer Muskelmasse ist Protein auch wichtig, um im Trainingsprozess verschlissenes Gewebe (Mikroverletzungen) wiederherzustellen.

Als tägliche Zufuhr von Protein über die Nahrung werden für gesunde Erwachsene 0,8 Gramm pro Kilogramm (g/kg) Körpergewicht empfohlen. Sportler haben einen erhöhten Proteinbedarf, ob Ausdauer-, Spielsportler oder Kraftathleten. Für Krafttrainierende werden 1,5 bis 2,0 g/kg als ausreichend angesehen. Eine höhere Zufuhr ist nicht notwendig und bringt keinen erhöhten Muskelzuwachs. Wenn sehr intensiv trainiert wird und die Zielsetzung des Krafttrainings auf Muskelaufbau ausgelegt ist, sollte man sich eher an der höheren Empfehlung von etwa 2 g/kg orientieren. Das Minimum zur Erhaltung der Muskelmasse wird für den Kraftsportler

mit 1,2 g/kg angegeben. Eine Beispielrechnung:

Ein Kraftsportler wiegt 80 Kilogramm: Für 1,5 g/kg Körpergewicht müsste er 120 Gramm ($80 \times 1,5 = 120$) Nahrungsprotein pro Tag konsumieren, für 2,0 g/kg 160 Gramm ($80 \times 2,0 = 160$).

Gesundheitliche Risiken bei einer hohen Proteinzufuhr bestehen für gesunde Sportler nicht. Häufig vermutete Nierenschäden sind ebenso wenig zu erwarten wie Knochenstoffwechselstörungen, wenn ausreichend Flüssigkeit und Kalzium aufgenommen wird. Lediglich Personen mit Nierenerkrankungen sollten die Proteinzufuhr mit ihrem Arzt abstimmen. Bei einer bewussten und ausgewogenen Ernährung mit Nahrungsmitteln, die einen hohen Proteingehalt aufweisen, sind keine zusätzlichen Proteinkonzentrate notwendig. Proteinkonzentrate (z. B. Eiweißshakes) können allerdings sinnvoll und unbedenklich eingesetzt werden, um die erforderliche tägliche Proteindosis zu erreichen. Proteinreiche Nahrungsmittel sind z. B. Quark, Käse, Eier, Fisch und Fleisch, Sojabohnen und Haferflocken.

Bei der Auswahl der Nahrungsmittel sind die fettarmen Produkte zu bevorzugen. Man sollte auch die Qualität des Nahrungsproteins beachten. Die biologische Wertigkeit eines Proteins ist ein Maß dafür, wie viel körpereigenes Eiweiß aus der jeweiligen Aminosäurenkombination aufgebaut werden kann. So liegt die biologische Wertigkeit des Milchproteins höher als die des Proteins aus Mais oder Weizen. In der Regel haben tierische Proteine eine höhere biologische Wertigkeit als pflanzliche. Allerdings ergibt die Kombination verschiedener Proteine, z. B. tierischer und pflanzlicher Herkunft, oft höhere Wertigkeiten als ein Protein für sich allein betrachtet.

Ein häufig diskutierter Aspekt ist der Zeitpunkt der Einnahme von Protein. Soll man es vor, während oder nach dem Training einnehmen? Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass in den ersten Stunden nach dem Krafttraining der Proteinumsatz besonders hoch ist, so dass für diese Phase eine ausreichende Proteinversorgung gewährleistet sein sollte. Hierfür ist vor allem wichtig, bereits in den Mahlzeiten vor dem Training proteinhaltige Nahrungsmittel zuzuführen, damit der Aminosäurenpool (im Körper ständig vorhandene Menge freier Aminosäuren) optimal gefüllt ist, aus dem schon direkt nach dem Trainingsende Proteine aufgebaut werden können. Eine leicht verdauliche Proteinmahlzeit zeitnah (30 bis 60 Minuten) nach dem Training (magere Milchprodukte, fettarme Proteinriegel) garantiert eine ausreichende Versorgung. Hier wäre auch ein sinnvoller Zeitpunkt für den Einsatz von Proteinshakes. Allerdings sollten auch Kohlenhydrate nach dem Training zugeführt werden, damit der Körper über ausreichend Energie verfügt, um seine

Proteine für den Baustoffwechsel verwenden zu können. Die erste größere Mahlzeit nach dem Training sollte unbedingt einen hohen Anteil an hochwertigen Proteinen und Kohlenhydraten enthalten.

Proteingehalt ausgewählter Nahrungsmittel (pro 100 Gramm)

Nahrungsmittel	Proteingehalt in Gramm pro 100g	Nahrungsmittel	Proteingehalt in Gramm pro 100g
Milch, 1,5 % Fett	3,4	Roggenvollkornbrot	5,2
Buttermilch*	3,3	Sojaflocken	40,0
Magerquark*	12,0	Hähnchenbrustfilet*	20,0
Edamer Käse, 40 %	25,0	Schweinefilet*	21,0
Vollmilchschokolade	7,0	Rindertatar*	21,0
Thunfisch (Dosen)*	26,0	Obst*	0,2 – 1,0
Körniger Frischkäse	12,5	Gemüse*	1,0 – 2,0
Forellenfilet, ger.*	19,1	Naturreis*	7,5
Seelachsfilet*	18,5	Kartoffeln*	2,0
Lachs, frisch	20,0	Ei, 1 Stück	7,0
Haferflocken	14,0	Nudeln, Spaghetti*	11,5

*Nahrungsmittel mit sehr niedrigem Fettgehalt

VERWEISE:

- Ernährung (**88**)
- Fleisch und Kraft (**91**)
- Muskelaufbautraining (**26**)

90 Trinken

Trockene Sportler bringen's nicht

Der Körper des Erwachsenen besteht zu 50–60 % aus Wasser. Davon befindet sich ein großer Teil in der Muskulatur, die einen Wassergehalt von etwa 70 % aufweist. Das im extrazellulären Raum gespeicherte Wasser wird vor allem über die Elektrolyte Natrium und Chlorid reguliert, das intrazelluläre Wasser über Kalium. Wasser erfüllt im Organismus vor allem Aufgaben als Lösungs- und Transportmittel für zahlreiche Substanzen sowie zur Wärmeregulation (z. B. Schweißbildung). Ein nicht-sporttreibender Mensch hat einen Flüssigkeitsbedarf von ca. 2 Litern pro Tag. Die Zufuhr erfolgt über den Wassergehalt fester Nahrung (z. B. 700 ml), über Oxidationswasser, was bei der Energiegewinnung entsteht (ca. 300 ml), sowie über die Trinkmenge (z. B. 1200–1500 ml). Die Wasserabgabe erfolgt über den Urin und Stuhl sowie über die Lungen (Atmung) und die Haut (Schweiß).

Sportler haben einen erhöhten Wasserbedarf, da sie über den Schweiß und die vermehrte Atmung zusätzliche Flüssigkeitsverluste eingehen. Bei intensiver Schweißbildung durch körperliche Aktivität bei Normaltemperaturen ist mit Verlusten von 1–1,5 Litern pro Stunde zu rechnen. Bei heißen Temperaturen steigt die Schweißproduktion noch deutlich an. Schon ein Wasserverlust von 2 % des Körpermengen (bei 80 kg 1,6 Liter) führt zu einer Einschränkung der Versorgung der Muskulatur mit Sauerstoff und Nährstoffen und damit zu einer Leistungsminderung. Die Symptome Durst, Müdigkeit, Schwäche, Übelkeit, Kopfschmerzen und Krämpfe können auf einen Wassermangel hindeuten. Über die Bluteindickung bei erheblichen Flüssigkeitsverlusten kommt es nicht nur zu einer verminderten Nährund Sauerstoffzufuhr, sondern auch zu einem verlangsamten Abtransport von Stoffwechselprodukten, z. B. Milchsäure. Die Beseitigung der bei intensiver Muskelarbeit im Krafttraining anfallenden Milchsäure ist jedoch eine wesentliche Voraussetzung für das Durchhaltevermögen im Kraftausdauer- und Muskelaufbautraining. Den Wasserverlust bei einer Trainingseinheit kann man messen, indem man sich vor und nach dem Training wiegt, ohne während des Trainings zu trinken. Die gemessene Differenz beruht fast ausschließlich auf Wasserverlusten.



Das richtige Getränk zur rechten Zeit fördert die Leistung im Training und die Erholung danach.

In enger Verbindung mit dem Wasserhaushalt steht der Elektrolythaushalt. Schweiß enthält vor allem Natrium, Chlorid, Kalium, Magnesium und Calcium. Diese Elektrolyte gehen mit der Schweißabsonderung weitgehend verloren. Daher sind elektrolythaltige Getränke während des Trainings eine Möglichkeit, dem Wasserverlust entgegenzuwirken und damit einer Leistungsminderung vorzubeugen. Um auch dem Energieverlust des Körpers Rechnung zu tragen, enthalten Sportlergetränke häufig eine geringe Menge an Kohlenhydraten. Dieser Anteil sollte bei unter 10 % liegen, z. B. 2,5–8g Kohlenhydrate pro 100ml. Bei hohen Konzentrationen (über 10%) ist die Magenentleerung deutlich verlangsamt wodurch der gewünschte Flüssigkeitsersatz verzögert wird. So genannte isotonische Getränke enthalten eine optimale Menge

an Elektrolyten und Kohlenhydraten, welche die gewünschte Flüssigkeits-, Nährstoff- und Elektrolytzufuhr mit einer schnellen Verwertbarkeit kombiniert. Ein geeignetes selbst gemixtes Sportgetränk ist eine Mischung aus Fruchtsaft (z. B. Apfelsaft) und einem Mineralwasser mit mittlerem Natriumgehalt und möglichst wenig Kohlensäure im Verhältnis 1:4 bis 1:2.

Für den Kraftsportler, der in Gewichtsklassen antreten muss, ist immer zu berücksichtigen, dass das »Gewichtmachen« vor einem Wettkampf durch radikalen Wasserentzug (einfachste Form des Gewichtsverlusts) die Leistungsfähigkeit – wie oben erläutert – deutlich herabsetzen und sogar zu gesundheitlichen Komplikationen (z. B. Herz-Kreislauf-Problemen) führen kann.

Beim Bodybuilder führt ein erheblicher Wasserentzug vor dem Wettkampf zu einem verminderten Muskelvolumen, da Muskulatur zu etwa 70 % aus Wasser besteht. Es wird daher zuweilen empfohlen, den Wassergehalt durch eine kaliumreiche und natriumarme Ernährung einzustellen, um den intrazellulären Flüssigkeitsstatus stabil zu halten.

VERWEISE:

- Ernährung (88)
- Belastung und Erholung (6)
- Protein (89)

91 Fleisch und Kraft

Der Muskel wächst auch ohne Fleisch

Ein Mythos, der seit der griechischen Antike in der abendländischen Tradition gepflegt wird, ist jener, dass Sportler, insbesondere Kraftsportler, große Mengen an Fleisch verzehren sollten, um eine hohe Leistungsfähigkeit zu erreichen. Insbesondere für den Aufbau einer großen Muskelmasse soll ein Fleischkonsum unverzichtbar sein. Der Hauptgrund dafür, dass diese Meinung auch gegenwärtig noch unter vielen Athleten verbreitet ist, ist wohl in dem hohen Gehalt hochwertigen Proteins im Fleisch zu suchen. Rind- und Schweinefleisch enthalten davon etwa 20 Gramm pro 100g ebenso Geflügel. Bei der Proteinzufluss ist allerdings nicht nur die Gesamtzufluss zu beachten, sondern auch die Wertigkeit des Nahrungsproteins. Die biologische Wertigkeit sagt aus, wie viel körpereigenes Protein der Mensch aus dem verzehrten Nahrungsprotein aufbauen kann. Aminosäuren sind die Bausteine der Proteine. Der menschliche Körper kann einige Aminosäuren selbst herstellen, andere muss er mit der Nahrung aufnehmen. Je nachdem wie viele unverzichtbare Aminosäuren in einem günstigen Mengenverhältnis in dem jeweiligen Nahrungsprotein vorhanden sind, ist seine Wertigkeit hoch oder niedrig. Diese biologische Wertigkeit liegt bei tierischem Protein in der Regel höher als bei pflanzlichem. Das Eiprotein ist von Wissenschaftlern als »Goldstandard« gesetzt worden und hat die Wertigkeit 100. Alle anderen Nahrungsproteine werden auf diese Wertigkeit bezogen (siehe Tabelle).

Nahrungsmittel	Biol. Wertigkeit	Nahrungsmittel	Biol. Wertigkeit
Vollei	100	Soja	85
Rindfleisch	86–92	Reis	81–83
Kuhmilch	88	Roggenmehl	80
Käse	84	Mais	71–74
Molke (Lactalbumin)	104	Weizenmehl	52–57

Biologische Wertigkeit ausgewählter Nahrungsmittel (Quelle: Albers 2001, S. 49, Tab. 1; www.dgk.de)

Will der Körper Muskulatur aufbauen, ist für ihn nur entscheidend, ob er die notwendigen Aminosäuren dafür zur Verfügung hat. Wo diese Aminosäuren herkommen, ist ihm egal. Eine große Portion Magerquark

hat die gleiche Proteinmenge wie ein mageres Stück Rind- oder Schweinefleisch bei einer sehr akzeptablen Wertigkeit. Molkeprotein hat sogar eine deutlich höhere Wertigkeit als Fleischprotein, weshalb es gern in Proteinkonzentraten verarbeitet wird. Mit Eiern und Milchprodukten kann man ohne weiteres das Fleisch als Proteinquelle ersetzen. Somit hat ein Ovo-Lakto-Vegetarier, der auf Fleisch, nicht aber auf Eier und Milch verzichtet, keine Protein-Mangelzustände zu befürchten. Ein Veganer, der auf alle tierischen Produkte verzichtet, muss auf hochwertiges Protein aus pflanzlicher Kost zurückgreifen. Sojaprodukte z. B. enthalten hochwertiges Protein in hoher Dichte. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, bestimmte Nahrungsproteine gezielt zu kombinieren, da dies die biologische Wertigkeit deutlich erhöhen kann. So gewinnt man aus einer Kombination von Bohnen- und Maisprotein z. B. eine Wertigkeit von 99 (Albers 2001, S. 49, Tab. 2). Bei guter Kenntnis der Ernährungslehre und bewusster Umsetzung dieses Wissens in der täglichen Kost, kann also unter Fleischverzicht dennoch eine optimale Proteinversorgung gewährleistet werden. Nachteile für den Muskelaufbau sind daher bei fleischloser Kost nicht zu erwarten.

Als »kritische« Stoffe in der fleischlosen Ernährung werden häufig auch Kreatin, L-Carnitin und Eisen thematisiert. Kreatin und L-Carnitin sind »von außen« fast nur über Fleischkonsum (oder Konzentrate) in größeren Mengen zuführbar, können allerdings auch vom Körper selbst hergestellt werden. Leistungssteigerungen durch eine hohe Zufuhr von Kreatin, das eine wichtige Rolle im Energiestoffwechsel bei kurzzeitigen, starken Muskelkontraktionen spielt, sind im Kraftsport möglich – Mangelzustände bei Fleischverzicht aufgrund der Eigensynthese nicht zu erwarten. Der Sinn einer Zufuhr von L-Carnitin mit seiner großen Bedeutung im Fettstoffwechsel ist sehr umstritten. Eisen, das für die Sauerstoffversorgung im Organismus zuständig ist, kann aus fleischhaltiger Nahrung besser verwertet werden als aus pflanzlicher, so dass auf die Aufnahme eisenreicher Nahrungsmittel bei vegetarischer Kost geachtet werden sollte. Gegenüber den zum Großteil umstrittenen Mangelzuständen an bestimmten Stoffen bei fleischloser Ernährung sollte man die gesundheitlichen Risiken eines hohen Fleischkonsums nicht missachten.

VERWEISE:

- Ernährung (88)
- Protein (89)

92 Schlaf

Schlaf fördert die Leistungsfähigkeit

Schlaf ist ein »der Erholung dienender Zustand der Ruhe und des Sich-Abschließens von der Umwelt unter Herabsetzung oder Aufhebung des Tagesbewusstseins und der willkürlichen Bewegung« (Becker-Carus 1994, S. 683). Dieser äußerliche Ruhezustand wird allerdings von intensiven inneren Aktivitäten unseres Körpers begleitet. Während Puls, Blutdruck, Atemfrequenz und Muskeltonus absinken, ist die Aktivität des Magen-Darm-Trakts und des Immunsystems erhöht. In Träumen werden Erlebnisse psychisch verarbeitet, am Tag Erlerntes wird wiederholt und gefestigt. Dies gilt nicht nur für geistige Lerninhalte, sondern auch für Bewegungen. In frühen Schlafphasen werden größere Mengen an Wachstumshormonen ausgeschüttet, die den Aufbau von Körperzellen, u. a. auch Muskulatur anregen. Im Kraftsport gilt der Schlaf berechtigterweise als eine der drei Säulen eines erfolgreichen Leistungsaufbaus neben Training und Ernährung. Dass der Muskel in der Ruhephase wächst, ist ein Grundsatz der Trainingslehre. Schlaf ist die intensivste Ruhephase für unseren Körper.

Der Schlafbedarf liegt beim erwachsenen Menschen bei etwa 6–8 Stunden pro Tag. Ambitionierte Sportler sollten eine Schlafdauer von 7–8 Stunden langfristig nicht unterschreiten. Ein gewisser Anteil der Schlafdauer sollte gemäß den gängigen Empfehlungen vor Mitternacht liegen.

Ein kurzfristiger, völliger Schlafentzug (1–2 Tage) wirkt sich bezüglich der körperlichen Leistungsfähigkeit vor allem negativ auf feinmotorische Aufgaben (Koordination) und auf die Reaktionsschnelligkeit aus. Daneben können auch Kraft-, Schnellkraft- und Ausdauerfähigkeiten herabgesetzt sein. Bei lediglich einer »schlechten Nacht«, z. B. vor Wettkämpfen, sind in der Regel keine bedeutenden Leistungseinbußen zu befürchten. Langfristige Schlafdefizite wirken sich allerdings erheblich ungünstiger auf die sportliche Leistungsfähigkeit aus. Nach mehreren Tagen mit erheblich reduzierter Schlafdauer (> 2 Stunden) kann es zu Störungen des Glucosestoffwechsels, einem Anstieg des Stresshormonspiegels (Cortisol), einem Absinken der Aktivität von Wachstumshormonen und zu einem erhöhten subjektiven Anstrengungsempfinden bei gewohnten Belastungen kommen. Die Reaktion des Menschen auf eine reduzierte Schlafdauer ist allerdings individuell sehr unterschiedlich, so dass generelle Aussagen

schwierig sind. Eine Extrapolation Schlaf (10 Stunden/Tag) über sechs Wochen führte bei jungen, erwachsenen Sportlern aus verschiedenen Sportarten zu einer Steigerung der Bewegungspräzision, der Sprintschnelligkeit, der Reaktionsfähigkeit und der allgemeinen Stimmung. Dies ergaben neuere Untersuchungen der Stanford-Universität in Kalifornien. Insgesamt ist der Einfluss verschiedener Schlafzeiten auf die körperliche Leistungsfähigkeit und ihre unterschiedlichen Komponenten noch relativ unklar. Dass Schlaf die sportliche Leistungsfähigkeit beeinflusst ist hingegen unstrittig. Nicht zuletzt die Bedeutung des Schlafes für die Immunabwehr kann Trainingsausfälle oder Leistungseinbußen durch Erkältungskrankheiten reduzieren.

Schlafstörungen bei Sportlern können z. B. durch späte Trainingszeiten, Übertrainingszustände, zu hohe Trainingsintensitäten und -umfänge, Flugreisen (Jet lag), unregelmäßige Zubettgehzeiten, Auf-regung vor Wettkämpfen oder psychischen Stress bedingt sein.

VERWEISE:

- Belastung und Erholung (6)
- Übertraining (83)

93 Anabolika

Anabolika sind unfair und gesundheitsschädlich

Das Doping ist im modernen Hochleistungssport trotz intensiver Kontrollen und Bestrafung der Ertappten leider weiterhin weit verbreitet. Doping ist die Anwendung von verbotenen Wirkstoffgruppen oder verbotenen Methoden zur Leistungssteigerung im Sport. Was »verboten« ist, bestimmt die Dopingliste der World AntiDoping Agency (WADA), die jährlich aktualisiert wird. Im Kraftsport hat die Leistungssteigerung durch die Einnahme sogenannter anaboler Steroide, künstlich hergestellte Derivate des männlichen Sexualhormons Testosteron, eine lange und traurige Tradition. Neben den anabolen Steroiden spielt die Einnahme von Wachstumshormonen, insbesondere dem *Human Growth Hormone* (HGH), eine wichtige Rolle. Das Doping mit anabolen Steroiden hielt in den 1950er Jahren Einzug in den Sport, zunächst vor allem im Gewichtheben. Es breitete sich jedoch nach und nach in vielen Sportarten, insbesondere bei Athleten aus Kraft- und Schnellkraftdisziplinen, aus. Mittlerweile nehmen sogar viele Freizeitsportler, Fitnesstrainierende und auch Nichtsportler Anabolika zum Aufbau von Muskelmasse und zur Leistungssteigerung ein.

Das Doping hat nicht nur eine ethisch-moralische Komponente (Wettbewerbsverzerrung), sondern durch die erheblichen gesundheitlichen Nebenwirkungen auch eine medizinische (Gesundheitsgefährdung) und rechtliche (Körperverletzung). So drohen dem Athleten, Trainer oder Händler von Dopingmitteln nicht nur sportliche, sondern auch rechtliche Konsequenzen, z. B. Geld- und Gefängnisstrafen.

Die Einnahme anaboler Steroide bewirkt einerseits eine körperliche Leistungssteigerung andererseits eine verstärkte Ausprägung männlicher Geschlechtsmerkmale und beeinflusst die Funktion verschiedener Organsysteme. Erwünschte Effekte auf die sportliche Leistungsfähigkeit sind u. a. eine Erhöhung der isometrischen und dynamischen Maximalkraft und Schnellkraft, eine Vergrößerung des Muskelquerschnitts (Hypertrrophie), eine erhöhte Einlagerung von Energieträgern in die Muskelzelle, eine gesteigerte Lipolyse (Verstoffwechselung von Fettsäuren) und eine schnellere Regeneration nach Trainingseinheiten. Demgegenüber stehen eine Reihe unerwünschter und großenteils gesundheitlich schädigender Einflüsse. Bei Jugendlichen kommt es zu einer beschleunigten Verknöcherung der Wachstumsfugen, wodurch das

Längenwachstum frühzeitig gestoppt wird. Bei Frauen führt ein Missbrauch anaboler Steroide zu einer verstärkten Körperbehaarung (Hirsutismus), einer tieferen Stimme, zu Menstruationsstörungen, einer Vergrößerung der Klitoris und einer Verkleinerung der Brust. Die Wirkungen sind z. T. auch nach Absetzen der Anabolika irreversibel. Männer wie Frauen riskieren mit der langfristigen Einnahme anaboler Steroide Schäden innerer Organe mit z. T. lebensbedrohlichen Folgen. Es entstehen krankhafte Veränderungen am Herzmuskel und am Gefäßsystem (Arteriosklerose, Bluthochdruck), was das Herzinfarkt-Risiko deutlich erhöht. Dazu wird die Leber, insbesondere bei oraler Einnahme von Steroiden, schwer geschädigt. Es kommt zu Funktionsstörungen und strukturellen Veränderungen bis hin zu Leberkrebs. Weitere Organe, die von Nebenwirkungen betroffen sein können, sind Schilddrüse, Niere und Prostata. Daneben treten negative psychische Effekte ein, z. B. erhöhte Aggressivität, Depression und Suizidgefahr.

Aus ethisch-moralischer Sicht verletzt das Anabolika-Doping grundlegende Regeln des sportlichen Fair-Play-Gedankens. Der dopende Athlet erzielt einen Leistungszuwachs durch unerlaubte Hilfsmittel, die nicht mit seinem Können bzw seinem Trainingseifer und seiner Disziplin in Verbindung stehen. Dadurch verschafft er sich einen ungerechten Vorteil gegenüber seinen Konkurrenten bzw zwingt diese geradezu, sich ebenfalls den gesundheitlichen Risiken des Dopings auszusetzen. Das Prinzip der Chancengleichheit im Sport wird durch Doping von vornherein aufgehoben. Zudem bewundern wir an einer sportlichen Leistung, dass diese untrennbar mit dem Talent, dem Trainingseifer und der Persönlichkeit eines Athleten verbunden ist. Das Doping ist eine externe Manipulation des Funktionssystems Sportler, die keine Bewunderung verdient und seine gesamte Leistung in Frage stellt, da man nicht mehr erkennen kann, welchen Anteil der Sportler selbst an seinem Erfolg hat. Doping allein macht zwar keinen Meister, aber es verschafft häufig den entscheidenden Vorteil. Leistungssteigerungen von 10 % und mehr – je nach Sportart und Einsatz der Steroide – werden in der Literatur berichtet.

Ein Versuch, der Dopingproblematik im Kraftsport entgegenzutreten ist die Gründung der »World Natural Bodybuilding Federation« 1989 in New York. »Natural« Bodybuilder streben danach, ohne die Hilfe von Dopingsubstanzen (z. B. anabole Steroide, Wachstumshormone) eine große Muskelmasse aufzubauen und diese im Wettkampf ästhetisch zu präsentieren. Auch andere Kraftsportarten (z. B. Gewichtheben) haben Strategien gegen das Doping entwickelt und bieten ihren Sportlern ausführliche Informationen und Beratungen an.

VERWEISE:

- Gesundheit vor Leistung (**80**)
- Krafttraining und Blutdruck (**96**)

94 Ausdauertraining

Kraftsportler können ein moderates aerobes Training betreiben

Viele Kraftsportler haben Bedenken gegen ein aerobes Ausdauertraining (AT) in Form von Jogging, Radfahren oder Ergometerarbeit, weil sie glauben, dass es sich negativ auf ihre Kraft- und Muskelentwicklung auswirken könnte. Ob dies tatsächlich zutrifft, hängt von der Dauer, dem Umfang und der Intensität des AT ab. AT und Krafttraining lösen sehr unterschiedliche Anpassungsreaktionen in der Muskulatur aus: Während Krafttraining vor allem eine anaerobe Energiegewinnung erfordert, die ohne Sauerstoff arbeitet und Laktat produziert, verbrennt ein AT Fette und Kohlenhydrate über aerobe Stoffwechselprozesse, die auf eine hohe Sauerstoff-Transportkapazität und eine optimale lokale Sauerstoffausnutzung angewiesen sind. Krafttraining führt zu einer Hypertrophie der Muskelzelle, wodurch die Diffusionswege für den Sauerstoff vom Blutgefäß in die Mitochondrien (Zellorgane zur aeroben Energiegewinnung) verlängert werden. Zudem reduziert sich die relative Dichte der Mitochondrien im Muskel. Ein AT führt nicht zu einer Hypertrophie, sondern vermehrt die Mitochondrien in der Muskelzelle und erweitert die internen Sauerstoffspeicher (Myoglobin). Es fördert überdies die Erweiterung des Leistungspotentials der roten Muskelfasern (Typ I), während ein Krafttraining – insbesondere in einer Schnellkraftsportart – vor allem auf das weiße Faserspektrum (Typ II) abzielt. Diese konkurrierenden Anpassungen führen zu dem Schluss, dass eine gleichzeitige optimale Ausprägung von Kraft und Ausdauerleistung nicht möglich ist.

Für den Kraftsportler bedeutet ein intensives AT einen zusätzlichen »Trainingsstress« mit einer Ausschüttung von katabolen (den Abbau fördernden) Hormonen und einer zusätzlichen Belastung des Energiestoffwechsels. Es werden zwar beim AT nur Kohlenhydrate und Fette (keine Muskelproteine) zur Energiegewinnung herangezogen, doch besteht die Gefahr einer negativen Energiebilanz, da AT sehr viele Kilokalorien verbrennt. Zudem erhöht das gesteigerte Gesamtvolumen an Trainingsbelastungen das Risiko eines Übertrainings. Diese Nachteile sind allerdings vor allem bei einem hohen Trainingsvolumen des AT, einer hohen Intensität und einer fehlerhaften Trainingsplanung und unzureichenden Ernährung zu erwarten. Schnellkraftsportler sind trotz

Beachtung dieser Risikofaktoren offenbar grundsätzlich eher gefährdet einen Leistungsverlust durch AT zu erleiden als volumen-orientierte Kraftsportler (z. B. Bodybuilder, Fitness-Trainierende). Gewichtheber, Kugelstoßer, Sprinter oder Springer sollten also besonders darauf achten, ihre leistungsbestimmende Muskulatur nicht mit intensivem AT zu beanspruchen.



Ein moderates Ausdauertraining kann die Leistungsentwicklung unterstützen und die Gesundheit fördern.

Für ein *moderates* AT in Ergänzung zum Krafttraining spricht allerdings eine Verbesserung des Fettstoffwechsels und des gesamten Transportsystems für Nährstoffe und Sauerstoff. Die Veränderungen betreffen die Kapazität des Herzmuskel und des Gefäßsystems sowie das Blut, Zellorgane und Enzyme. Sie ermöglichen eine schnellere Regeneration nach dem Training da in Ruhephasen die aeroben Stoffwechselvorgänge dominieren. Das im Krafttraining anfallende Laktat kann schnell abtransportiert und aerob als Energieträger genutzt werden. Dies kann die Erholungsfähigkeit schon während der Trainingseinheit günstig beeinflussen. Zudem verbessert ein moderates AT die Immunabwehr, so dass weniger Trainingsausfälle aus Krankheitsgründen zu erwarten sind. Ein weiterer gesundheitsprotektiver Aspekt ist die Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Bodybuilder nutzen seit langem das AT in ihrer Wettkampf vorbereitung, um den Körperfettanteil zu senken und dadurch die Muskulatur besser zur Geltung zu bringen.

Empfehlungen zur Durchführung aerober Aktivitäten sollten aus den o. g. Gründen allerdings immer auf maßvolle Umfänge und Intensitäten hinauslaufen. Ein Training im Pulsbereich von 60–70 % der maximalen Herzfrequenz ist als sinnvoll zu erachten. Der Belastungsumfang sollte bei 2–3 Trainingseinheiten pro Woche von maximal 20–30 Minuten Dauer liegen. Dabei sei immer daran erinnert, dass es nicht um die maximale Verbesserung der aeroben Kapazität geht, sondern um eine Förderung von Regenerationsfähigkeit und Gesundheit. Diese Empfehlungen sind für den Fitness- und Breitensport geeignet. Im Hochleistungssport ist unter Berücksichtigung der umfangreichen diagnostischen Möglichkeiten immer eine Einzelfallentscheidung zu treffen, ob, in welchem Umfang und in welchen Trainingsphasen ein aerobes AT sinnvoll einsetzbar ist.

VERWEISE:

- Konditionstraining (55)
- Übertraining (83)
- Protein (89)
- Muskelfasertypen (20)

95 Rehabilitation

Krafttraining ist ein unverzichtbarer Baustein in der Rehabilitation zahlreicher Erkrankungen

Die medizinische Rehabilitation strebt die größtmögliche Wiederherstellung der körperlichen, psychischen und sozialen Funktionsfähigkeit eines Menschen nach einer schwerwiegenden gesundheitlichen Beeinträchtigung an. Krafttraining ist ein unverzichtbarer Bestandteil vieler moderner Rehabilitationsprogramme. Die Beeinträchtigung kann z. B. aus einer Erkrankung, einer Verletzung oder einer Operation resultieren. Die größte Tradition hat das rehabilitative Krafttraining im orthopädischtraumatologischen Bereich bei Verletzungen, Operationen oder chronischen Schäden am Bewegungsapparat. Häufig erfordert eine Verletzung oder Operation eine strikte Schonung, womit unweigerlich ein Funktionsverlust und Leistungsabbau verbunden ist. Nach 8 Tagen Ruhigstellung im Gipsverband beträgt der Kraftverlust in der betroffenen Muskulatur bereits 20 %, nach 14 Tagen 28 % (Hollmann & Hettinger 2000). Einher mit dem massiven Funktionsverlust geht eine deutliche Atrophie der Muskulatur, d. h. eine deutlich sichtbare Abnahme der Muskelmasse. Die moderne Rehabilitation setzt ein medizinisches Krafttraining ein, um die muskuläre Leistungsfähigkeit des Patienten möglichst schnell wiederherzustellen, damit er alsbald in seinen häuslichen und beruflichen Alltag zurückkehren kann. Typische Krankheitsbilder sind Knochenbrüche, Kreuzband- oder Meniskusverletzungen, Bandscheibenvorfälle oder ein künstlicher Gelenkersatz. Bei chronischen Erkrankungen am Bewegungsapparat, z. B. Rückenschmerzen, Kniegelenk- oder Hüftarthrose, trägt ein Krafttraining dazu bei, Beschwerden zu lindern und die Funktionsfähigkeit der Gelenke zu verbessern, wodurch eine Steigerung der Lebensqualität und der Alltagsbelastbarkeit erreicht wird.

Aufgrund seiner günstigen Wirkung auf das Gefäßsystem und auf die allgemeine körperliche Belastbarkeit ist ein moderates Krafttraining mittlerweile auch ein fester Bestandteil der modernen kardiologischen Rehabilitation bei Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Für rehabilitative Zwecke werden die Methoden des Krafttrainings der jeweiligen Erkrankung und der jeweiligen Belastbarkeit des Patienten angepasst. Dadurch ist es z. B. möglich, auch mit Bluthochdruckpatienten die Kraft zu trainieren, obwohl intensive muskuläre Belastungen den Blutdruck

kurzfristig in große Höhen treiben können.



Das rehabilitative Krafttraining hilft Sportlern nach einer Verletzung wieder fit zu werden.

Ein weiteres Gebiet, auf dem die medizinische Wirkung von Krafttraining genutzt wird, ist die Behandlung des Diabetes mellitus Typ II (Zuckerkrankheit). Die Insulinsensivität der Muskelzellen, die beim Diabetiker herabgesetzt ist, kann durch Muskeltraining gesteigert werden und einigen Folgeerkrankungen, vor allem des Herz- und Gefäßsystems, entgegengewirkt werden. In neuerer Zeit wird ein Krafttraining auch verstärkt in der Krebs-Therapie eingesetzt, z. T. bereits während einer Chemotherapie, um den körperlichen Leistungsverfall zu vermindern und die Lebensqualität zu steigern oder um nach der Behandlung wieder fit zu werden.

VERWEISE:

- Medizinisches Krafttraining (**97**)
- Rückenschmerzen (**100**)
- Krafttraining und Blutdruck (**96**)
- Knochenfestigkeit (**99**)

96 Krafttraining und Blutdruck

Krafttraining lässt den Blutdruck akut steigen und chronisch sinken

Der Einfluss von Krafttraining auf den Blutdruck muss von zwei Seiten betrachtet werden. In der akuten Reaktion während anstrengender Übungen steigt der Druck bei jedem Menschen kurzfristig deutlich an. Bei Menschen mit dauerhaft erhöhten Blutdruckwerten (Hypertonie) bewirkt ein über mehrere Monate durchgeführtes Training hingegen ein Absinken des Ruheblutdrucks. Ein normaler Blutdruck liegt im Bereich 120/80 mmHg. Von einem behandlungsbedürftigen Hochdruck geht man aus, wenn die Messwerte dauerhaft bei über 140/90 mmHg liegen. Bei gesunden, jungen Menschen birgt ein hoher Blutdruckanstieg während des Krafttrainings normalerweise kein Risiko. Bei Menschen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen und im hohen Alter können allerdings stark vorgeschädigte Gefäße verletzt werden oder – aufgrund des hohen Druck-Frequenz-Produkts – Minderversorgungen des Herzmuskels (bis hin zum Herzinfarkt) eintreten.

Der Blutdruckanstieg während des Kraftrainings hängt im Wesentlichen ab von

- der Größe der aktivierten Muskelmasse,
- der Höhe der Anstrengung (Intensität),
- der Dauer der Anstrengung (Belastungsumfang),
- dem Einsatz einer Pressatmung (Valsalva-Manöver).

Die höchsten Blutdruckanstiege sind bei Trainingslasten von 70–95 % MVC zu erwarten, wenn in diesem Intensitätsbereich bis zur muskulären Erschöpfung belastet wird. Bei hochintensiven Übungen an der Beinpresse mit Pressatmung wurden bei Bodybuildern Werte von durchschnittlich 320/250 mmHg gemessen. Beim einarmigen Bizepscurl lagen die Werte – trotz der kleineren Muskelmasse – noch bei 255/190 (McDougall 1985). Solche Druckwerte sind nur von gesunden Sportlern ohne Risiko zu tolerieren. Will man aus medizinischen Gründen den Druckanstieg niedrig halten, sollten entweder sehr niedrige Lasten (30–50 % MVC) verwendet werden oder vorwiegend Isolationsübungen mit kurzer Belastungsdauer und ohne muskuläre Ausbelastung. Das Absetzen der Last für 3 Sekunden nach jeder einzelnen Wiederholung hält den Blutdruck ebenfalls im niedrigen Bereich. Dynamischen Kraftübungen ist dabei immer der Vorzug vor

isometrischen zu geben. Unter Einhaltung solcher Vorkehrungen kann auch mit Herzpatienten ein effektives Krafttraining durchgeführt werden.

Besteht ein dauerhaft erhöhter Blutdruck, können durch ein mehrmonatiges Krafttraining die Ruhewerte deutlich gesenkt werden. In einer Studie mit Diabetes-Patienten sank der Ruheblutdruck im Laufe eines viermonatigen Krafttrainings signifikant von durchschnittlich 138/84 auf 119/76 mmHg (Cauza et al. 2005).

Krafttraining führt daher nicht – wie früher irrtümlich angenommen – zu dauerhaft erhöhten Blutdruckwerten. Allerdings kann die Einnahme von Anabolika neben weiteren ernsthaften Gesundheits-gefahren auch den Ruheblutdruck erhöhen.

VERWEISE:

- Atmung (59)
- Anabolika (93)
- Rehabilitation (95)
- Isometrisches Training (32)

97 Medizinisches Krafttraining

Das Muskeltraining nach Verletzungen folgt einer erweiterten Zielsetzung und Methodik

Im Sport kommt es häufig zu Verletzungen, deren Folgen einen Ausfall von Trainingszeiten und Wettkämpfen nach sich ziehen. Muss der Sportler über mehrere Wochen pausieren, um seine verletzten Gewebestrukturen zu schonen oder um sich einer Operation zu unterziehen, verliert seine Muskulatur an Kraft. Akute Verletzungen von Muskeln, Sehnen, Knochen oder Kapsel-Band-Gewebe müssen jedoch zunächst geschont werden, damit Heilungsprozesse ungestört ablaufen können. Doch schon während der Zeit der verminderten Belastbarkeit kann ein medizinisches Muskeltraining einsetzen. Dabei orientiert man sich allerdings nicht nur an den üblichen Vorgaben der Trainingslehre, sondern bezieht weitere Überlegungen in die Trainingsplanung mit ein. Zunächst ist die Kenntnis der Wundheilungsphasen von Bedeutung, da sie eine grobe Orientierung über die Belastbarkeit eines Gewebes nach einer Verletzung ermöglicht. Die Wundheilungsphasen werden in eine Entzündungsphase, eine Proliferationsphase und eine Remodellierungsphase eingeteilt. Die frühe Phase der Remodellierung wird als Konsolidierungsphase gesondert betrachtet, da sich in dieser Phase noch sehr deutliche Veränderungen in der Belastbarkeit vollziehen. Die Belastbarkeit des verletzten Gewebes spielt jedoch zunächst die wichtigste Rolle bei der Trainingsplanung. So ist in der frühen Phase einer Muskelverletzung am Oberschenkel noch kein intensives Krafttraining des betroffenen Beins möglich, häufig jedoch bereits ein Training zur Automobilisation. Dies beinhaltet z. B., dass der Sportler das verletzte Bein selbständig ohne zusätzliche Widerstände oder sogar unter Reduzierung der Schwerkraft selbständig bewegt, um den Gelenk- und Muskelstoffwechsel anzuregen und eine Verkürzung von Muskel-, Kapsel und Bandstrukturen zu verhindern.

Phase

Entzündungsphase (1.–5. Tag)

Proliferationsphase (6.–21. Tag)

Inhalte der Bewegungstherapie

keine aktiven Übungen

Automobilisation

Anbahnung
Koordination

Propriozeption,

Konsolidierungsphase (21.–60. Tag)	Muskelausdauer, Stoffwechselsteigerung, Kraftaufbau
Remodellierungsphase (ab 60. Tag)	Intensivierung Muskelaufbau (Hypertrophie), Alltags- und sportbezogene Übungsformen und Intensitäten

Wundheilungsphasen

An diese Phase schließt sich ein lokales Muskeltraining mit weiterhin sehr geringen Lasten an, um die intermuskuläre Koordination zu fördern und die Sensorik im verletzten Bereich zu verbessern. Eine Intensivierung der Stoffwechselprozesse im verletzten Gewebe, die eine Heilung beschleunigen, wird durch eine stete Erhöhung der Belastungsumfänge und langsame Steigerung der Widerstände erreicht.

Dies führt schließlich in die für ein Krafttraining nun typischen Intensitätsbereiche eines Kraftausdauer- und Muskelaufbautrainings von 50–60 % MVC. Da Maximalkrafttests zu diesem Zeitpunkt häufig noch nicht zu empfehlen sind, wird die Trainingslast über Wiederholungen-Maximum-Tests oder über die subjektive Einschätzung auf einer RPE-Skala bestimmt. Wenn über mehrere Wochen ein intensives Muskelaufbautraining gut toleriert wurde, kann der Sportler mit sehr hohen Intensitäten ($> 80\% \text{ MVC}$) belastet werden und zunehmend wieder sportartspezifische Belastungen und Belastungsintensitäten eingehen. Bei den meisten Verletzungen oder operativen Eingriffen ist nach ca. 9–12 Wochen ein intensives Muskelaufbautraining möglich. Die Belastbarkeit muss jedoch stets mit dem behandelnden Arzt abgestimmt werden. Es muss auch berücksichtigt werden, dass Muskelverletzungen schneller ausheilen als Sehnen- oder Bänderverletzungen. Knorpelstrukturen (z. B. Meniskusrisse) haben aufgrund ihres langsamen Stoffwechsels sehr lange Heilungsphasen. Größere Knorpelverletzungen hinterlassen häufig Langzeitschäden. Abgesehen vom Training des verletzten Gewebes kann während der Schonphase durch ein intensives Krafttraining der nicht verletzten Strukturen ein allgemeiner Leistungsabbau verhindert werden.

Ziel	Intensität (MVC)	Wiederholungen	Serien	Serienpause in Minuten
Automobilisation & Anbahnung	10–30 %	10–20	1–4	0,5–1
Muskelausdauer/Trophik	30 %	20–30	3–4	0,5–1
Kraftausdauer, Spannungstoleranz	30–50 %	20–30	3–5	0,5–1
Muskelaufbau	60–80 %	8–15	2–3	1–2
Sportspezifische Belastungen	bis 100 %		variabel	

Zielsetzung und Belastungsnormative im Medizinischen Krafttraining nach Verletzungen und Operationen

VERWEISE:

- Rehabilitation (**95**)
- Sensomotorisches Krafttraining (**31**)
- Rechts und Links (**69**)
- Crossing-Effekte (**23**)
- Widerstandsarten (**49**)

98 Haltung

Ein ausgewogenes Krafttraining verbessert die Körperhaltung

Haltungsfehler und Haltungsschwächen sind in der Bevölkerung weit verbreitet. Sowohl viele Erwachsene als auch Kinder und Jugendliche zeigen Fehlhaltungen, die zu ungünstigen Belastungen des Bewegungsapparates führen können. Zunächst stehen muskuläre Verspannungen und funktionelle Bewegungseinschränkungen im Vordergrund. Im langfristigen Verlauf werden Verschleißerscheinungen wie Arthrosen oder Bandscheibenschäden begünstigt. Kurzfristig wie langfristig kommt es zu vermehrten Schmerzen, insbesondere im Bereich der Lenden- und Brustwirbelsäule sowie im Hals-Nacken-Bereich. Die Körperhaltung wird maßgeblich beeinflusst von der muskulären Funktionsfähigkeit sowie von der Körperwahrnehmung und dem Haltungsbewusstsein. Bei der muskulären Funktionsfähigkeit fällt der Kraft, Beweglichkeit und Ausdauer eine wichtige Rolle zu.

Besondere Zielmuskeln im Haltungstraining sind die Streckmuskeln der Wirbelsäule, da die Massenschwerpunkte von Oberkörper und Kopf vor der Wirbelsäule liegen, so dass eine ständige Anspannung erforderlich ist, damit sich der Mensch aufrecht halten kann. Schwächen in dieser Muskulatur führen zu einer Rundrückenhaltung mit einem Nach-vorn-fallen des Kopfes. In der Regel fallen zudem auch die Schultern nach vorn, insbesondere, wenn die Muskulatur zwischen den Schulterblättern unzureichend entwickelt ist. Eine Folge dieser ungünstigen Stellung ist langfristig eine Verkürzung der Brust- und Bauchmuskulatur, die zu einer Verfestigung dieser Haltung führt. Neben Rückenschmerzen werden auch Fehlbelastungsfolgen im Schultergelenk begünstigt.

Da die Wirbelsäule im Becken steht, ist für eine günstige Haltung auch die Muskulatur im Beckenbereich relevant. Die Gesäß-, Rücken und Bauchmuskeln helfen, das Becken auszubalancieren, während Verkürzungen im Bereich der Oberschenkelmuskeln (M. rectus femoris und ischiokrurale Gruppe) Fehlstellungen unterstützen.

Es muss allerdings betont werden, dass es nicht das Ziel ist, über die gesamte Tageszeit eine gerade Haltung der Wirbelsäule anzustreben. Die Wirbelsäule ist auf Bewegung, Haltungsänderungen und Belastungswechsel angewiesen, um gesund und funktionsfähig zu bleiben. Es geht im Haltungstraining deshalb vor allem darum, Faktoren zu beeinflussen, die

einseitige Belastungen und Haltungsmonotonien verhindern können. Zu diesen Faktoren gehört die Muskelkraft ebenso wie die Beweglichkeit. Um bei gleichförmigen Arbeitsvorgängen einer erschlafften Haltung vorbeugen zu können, spielt auch die Muskelausdauer der Haltemuskulatur eine wichtige Rolle. Dennoch führt Krafttraining nicht automatisch zu einer besseren Haltung. Es muss ausgewogen sein und darf nicht einseitig betrieben werden. Sporttreibende mit Haltungsschwächen müssen z. B. beachten, auch die muskulären Gegenspieler (Antagonisten) ihrer Hauptleistungsmuskulatur im Training zu berücksichtigen.

Haltemuskeln sollten sowohl in ihrer dynamischen als auch in ihrer statischen Funktion (die bei der Haltungsregulation überwiegt) trainiert werden. Dies bedeutet, dass isometrische Beanspruchungen für die Rücken-, Bauch-, Becken- und Schultergürtelmuskulatur im Training vorkommen sollten. Die Rückenmuskeln werden z. B. beim Kreuzheben, beim Bizepscurl im Stehen oder beim Hanteltraining in vorgeneigter Haltung isometrisch beansprucht. Die Bauchmuskeln arbeiten isometrisch beim Liegestütz und bei einigen Seilzugübungen im Stehen, z. B. Fliegende Bewegungen oder Trizepsdrücken. Spezielle Halteübungen in Bauch-, Rücken- oder Seitlage sind als isoliertes Training geeignet.

VERWEISE:

- Dysbalanzen (82)
- Rückenschmerzen (100)
- Beweglichkeit (17)
- Gelenkstabilität (84)
- Referenzwerte (70)
- Wirbelsäulenschutz (81)

99 Knochenfestigkeit

Krafttraining ist Knochentraining

Ende des 19. Jahrhunderts formulierte der deutsche Anatom Julius Wolff die Regel, dass Knochengewebe an Festigkeit zunimmt, wenn es belastet wird, jedoch unter Entlastung an Festigkeit verliert. Dieses Wolff'sche Gesetz hat auch im Krafttraining Bedeutung, da die mechanische Belastung des Knochenapparates zum einen durch die Schwerkraft bestimmt wird, zum anderen durch die Muskelkontraktion. Die Zugspannungen der Muskelarbeit beim Krafttraining sind effektive mechanische Reize auf das Knochengewebe. Sind diese Reize ungewohnt hoch, so erhöht sich die Festigkeit der überschwellig beanspruchten Knochen durch verschiedene Anpassungsmechanismen.

Der Knochen besteht im Wesentlichen aus verschiedenen Knochenzellen und einer festen Interzellulärsubstanz, die sich zu 50 % aus Mineralien (vor allem Calcium und Phosphor), zu 25 % aus organischen Verbindungen (vor allem Kollagen) und zu 25 % aus Wasser zusammensetzt. Die äußere Schicht des Knochens (Kompakta) zeigt eine hohe Dichte. Sie fasst die innere, schwammartige Struktur von Knochenbälkchen (Spongiosa) ein. Sowohl Veränderungen in der Kompakta als auch in der Spongiosa erhöhen die Knochenfestigkeit, indem vermehrt Mineralien eingelagert werden, Knochenmasse angebaut und die Struktur der Knochenbälkchen entsprechend der Richtung der einwirkenden Kräfte organisiert wird. Da die Höhe der mechanischen Beanspruchung als der entscheidende Stimulus für die Knochenfestigkeit gilt, haben Sportler, deren Sportausübung mit Sprüngen, Sprints, Abstoppbewegungen oder hohen Lasten verbunden ist, eine erhöhte Knochendichte. So zeigen Gewichtheber und Squashspieler z. B. eine höhere Knochendichte als Langstreckenläufer oder Schwimmer.

Beim Krafttraining ist der Aufbaureiz auf den Knochen vor allem abhängig vom Trainingsgewicht und vom Bewegungstempo. Liegt das Trainingsgewicht bei über 60 % der Maximalkraft und wird mit zügigen oder schnellkräftigen Bewegungen gearbeitet, können hohe Reize auf die Knochenfestigkeit gesetzt werden. Wird mit langsamer Geschwindigkeit trainiert, wird der gewünschte Stimulus vor allem über eine hohe Lastintensität (80 % der Maximalkraft und mehr) erzielt.

Die Anpassungsvorgänge, die zu einer deutlich erhöhten Knochenfestigkeit führen können, brauchen in der Regel mehrere Monate

und setzen sich fort, solange der mechanische Reiz weiter sukzessive erhöht wird. Krafttraining ist also Knochentraining! Dieses Phänomen macht sich die moderne Medizin z. B. in der Behandlung von Osteoporose zunutze. Bei dieser Erkrankung ist die Knochendichte und -festigkeit deutlich herabgesetzt. Betroffen sind vor allem Menschen in höherem Alter (insbesondere wenn sie körperlich inaktiv sind) und Frauen nach den Wechseljahren. Ein regelmäßiges Krafttraining kann einer Osteoporose-Erkrankung vorbeugen und als ein wichtiger therapeutischer Baustein bei ihrer Behandlung dienen. Die erhöhte Bruchfestigkeit eines trainierten Knochens kann aber auch dem gesunden Menschen zugute kommen, da die Bruchgefahr bei Unfällen, Stürzen und bei Sportarten mit Gegnerkontakt reduziert wird. Zudem gilt der Aufbau einer großen Knochenmasse im Leistungsalter auch als ein gewisser Schutzfaktor vor Osteoporose in späteren Lebensabschnitten.

VERWEISE:

- Das Prinzip des überschwelligen Reizes (2)
- Ältere Menschen (78)
- Nachwuchs (77)

100 Rückenschmerzen

Krafttraining kann Rückenschmerzen lindern und verhindern

Rückenschmerzen sind eine Volkskrankheit. Nahezu jeder Mensch durchläuft in seinem Leben eine Phase mit mehr oder weniger starken Schmerzen. Das Ausmaß, die Dauer der Beschwerden und die Ursachen sind dabei individuell sehr unterschiedlich. Ein großer Teil der Rückenschmerzen in den Industriegesellschaften geht auf einseitiges, falsches oder zu seltenes Bewegen und Belasten des Gelenksystems Wirbelsäule zurück. Ein wichtiger Ort der Schmerzentstehung ist eine funktionsgestörte Muskulatur. Selbst wenn ein Bandscheibenvorfall einmal der Auslöser für akute und heftige Rückenschmerzen war, so ist das langwierige Fortbestehen von Beschwerden häufig eng mit muskulären Verspannungen, Blockierungen, Fehl- und Schonhaltungen, Instabilitäten sowie Defiziten in der Kraft und Koordination verbunden. Diese Komponenten des Rückenschmerzes sind durch Muskeltraining beeinflussbar. Hierbei spielt die Entwicklung einer großen Muskelmasse und die Steigerung der Maximalkraft zwar nicht die entscheidende Rolle. Jedoch ist ein Krafttraining im herkömmlichen Sinne, mit Lasten im Intensitätsbereich von 30–80 % der Maximalkraft sehr effektiv, da es alle relevanten Verbesserungen der muskulären Funktion zur Beeinflussung von Rückenschmerzen bietet. Die Ansteuerung der Muskulatur, Haltungs- und Spannungsregulation sowie der Muskelstoffwechsel lassen sich im unteren Intensitätsbereich trainieren, der Aufbau von Kraft und Muskelmasse sowie die koordinative Stabilisierung unter hohen Alltagsbelastungen ist durch höhere Lasten effektiver zu verbessern. Neben den physiologischen Aspekten spielen auch psychische Faktoren eine Rolle bei Rückenschmerzen, insbesondere wenn die Schmerzen lange andauern und die Alltagsgestaltung des Menschen zunehmend beeinträchtigen. Bewegungsängste und Depressionen sind psychische Dimensionen des Rückenschmerzes, die sich durch Sport und Bewegung, auch durch Krafttraining, beeinflussen lassen. Zahlreiche Studien konnten belegen, dass ein fachlich angeleitetes Muskeltraining im Sinne eines Krafttrainings bei den meisten Geplagten zu einer erheblichen Linderung langwieriger Rückenschmerzen führt, und insbesondere mildere Formen vollständig kurieren kann.

Auch bei der Vorbeugung von Rückenbeschwerden spielt der

Fitnesszustand des Körpers eine Rolle. Wer über fitte Muskeln, ein gutes Körpergefühl und eine gute Haltung verfügt und in seinem Alltag körperliche Belastungsreize mit ausreichenden Ruhephasen kombiniert, mindert sein Risiko, unter ernsthafteren Rückenbeschwerden leiden zu müssen. Allerdings lässt sich selbst bei hervorragend trainierten Personen ein Bandscheibenvorfall nicht ausschließen. Es gibt keinen hundertprozentigen Schutz vor Rückenschmerzen und ein schlecht angeleitetes, falsch betriebenes Krafttraining kann auch Beschwerden hervorrufen.



Das Training der Rückenmuskeln hilft bei Wirbelsäulenbeschwerden.

Wer jedoch vorbeugend etwas tun will bzw. bereits unter Rückenschmerzen leidet berücksichtige folgende Tipps:

- Lassen Sie bei bestehenden Rückenschmerzen die Ursache ärztlich abklären.
- Trainieren Sie zu Beginn unter der Aufsicht eines kompetenten Trainers mit Erfahrungen im gesundheitsorientierten Krafttraining.
- Beginnen Sie mit leichten Gewichten, die im Laufe der Zeit zunehmend gesteigert werden.
- Trainieren Sie Ihre Rumpfmusculatur, vor allem die tief liegenden Schichten der Rücken- und Bauchmusculatur (Rückenstreckmuskeln,

Rotatorenmuskeln, schräge Bauchmuskeln).

- Trainieren Sie auch die Bein- und Armmuskeln zur Verbesserung der Beckenstabilität und der Schultergürtelfunktion.
- Trainieren Sie regelmäßig, ausgewogen und intensiv unter Beachtung körperlicher Erholungsphasen.

VERWEISE:

- Rehabilitation (95)
- Haltung (98)
- Dysbalanzen (82)
- Wirbelsäulenschutz (81)
- Gelenkstabilität (84)
- Hebergürtel (87)

Glossar

aerobe Energiebereitstellung

Die aerobe Energiebereitstellung ist die dominierende Form der Energiegewinnung bei gering intensiver Muskelarbeit (z. B. Ausdauerbelastungen) und in Ruhe. Die Stoffwechselprozesse laufen unter der Beteiligung von Sauerstoff ab.

Agonist

Muskeln, die durch ihre Kontraktion eine bestimmte, gewünschte Bewegung herbeiführen, nennt man Agonisten. Die drei Muskelköpfe des Trizeps sind z. B. Agonisten für die aktive Streckung im Ellbogengelenk.

Aktomyosin

Aktin- und Myosinfilamente bilden die Feinstruktur des Sarkomers. Wenn das Myosin die Aktinfilamente zu sich hinzieht, verkürzt sich das Sarkomer. Die Verkürzung der Sarkomere führt zur Kontraktion der Muskelfaser.

anabol

Das Adjektiv »anabol« steht für Prozesse, die Körpergewebe aufbauen. Krafttraining hat eine anabole Wirkung, indem es Muskulatur vermehrt und auch die anderen Gewebe des Bewegungsapparates wie Knochen, Sehnen, Bänder etc. stärkt.

anaerobe Energiebereitstellung

Die anaerobe Energiebereitstellung ist die dominierende Form der Energiegewinnung im Krafttraining. Die Stoffwechselprozesse laufen ohne Sauerstoff ab. Bei längerer Belastung fällt dabei eine beträchtliche Menge an Milchsäure an, die zu einer zunehmenden Übersäuerung der Muskulatur führt.

Antagonist

Muskeln, die durch ihre Kontraktion einer bestimmten Bewegung entgegenwirken können, heißen Antagonisten. Sie sind die Gegenspieler der Agonisten und für die Feinsteuerung von Bewegungen von Bedeutung. Der Bizeps ist als Beuger im Ellbogengelenk z. B. ein Antagonist des Trizeps, der das Gelenk streckt.

Arnold-Drücken

Eine nach dem Bodybuilder Arnold Schwarzenegger benannte

Kurzhantelübung zur Entwicklung der Schultermuskulatur. Nach dem Drücken der Hanteln über Kopf werden die Oberarme in eine waagerechte Position nach vorn gebracht. Von dort aus werden die Oberarme wieder nach außen und die Hanteln in die Über-Kopf-Position bewegt.

Bauchrauminndruck

Durch ein Anspannen der Rumpfmuskulatur (vor allem Bauchmuskeln) steigt der Druck in der Bauchhöhle, die nach unten hin vom Beckenboden, nach oben hin vom Zwerchfell begrenzt wird. Durch ein zusätzliches Anhalten der Luft (Valsalva-Manöver) wird der Druckanstieg verstärkt. Ein hoher Bauch raum innendruck soll die Stabilität der Wirbelsäule beim Heben erhöhen.

Belastungsnormative

Belastungsnormative sind Größen, die eine Trainingsbelastung bestimmen, z. B. Lastintensität, Wiederholungszahlen, Serienzahlen, Pausendauer.

Core-Board

Das Core-Board ist eine kleine Plattform für Stütz- und Balanceübungen, die über drei Achsen beweglich auf einer Standvorrichtung befestigt ist und vor allem im *Functional Training* und in der Physiotherapie eingesetzt wird.

Core-Training

Core-Training ist ein Konzept zum Training der Stabilität und Funktion der Körpermitte, d. h. im Wesentlichen der Bauch- und Rückenstreckmuskulatur sowie weiterer Muskelgruppen im Rumpf-, Becken- und Hüftbereich. Core-Training wird im Sport zur Leistungssteigerung im Wettkampf und zur Verletzungsprophylaxe eingesetzt.

Cortisol

Cortisol (auch: Kortisol) ist ein Hormon, das den Abbau von Proteinen (u. a. zur Energiegewinnung) fördert. Es zählt zu den »Stresshormonen« mit negativen Auswirkungen auf Immunsystem, Gehirn und Regeneration. Ein hoher Cortisolspiegel hemmt anabole Prozesse, z. B. Muskelaufbau.

Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus

Ein Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ) meint die schnelle Abfolge der Kombination einer exzentrischen Muskeldehnung und einer konzentrischen Kontraktion. Sprints, einige Sprungformen und viele Muskelaktionen mit Ausholbewegungen enthalten einen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus. Die Kraftentwicklung ist aufgrund von

Reflexmechanismen und elastischen Rückstellkräften gegenüber der rein konzentrischen Aktionsform erhöht.

Drehmoment

Ein Drehmoment ist ein Maß zur Bestimmung der Drehwirkung, die eine Kraft auf einen starren, drehbaren Körper ausübt. Es ist das Produkt aus der angreifenden Kraft und ihrem Abstand zur Drehachse. Drehmomente entstehen im Krafttraining durch eine Last (z. B. Hantel) oder durch Muskelkraft, wobei die Drehachse normalerweise durch ein Gelenk verläuft. Bestimmt wird das Drehmoment in der Einheit Newtonmeter.

ektomorph

Siehe »Konstitutionstypen«

endomorph

Siehe »Konstitutionstypen«

Epidemiologische Studien

Epidemiologische Studien sind wissenschaftliche Untersuchungen zum Auftreten, zur Häufigkeit und zur Verteilung von Krankheiten in der Bevölkerung bzw. in Bevölkerungsgruppen sowie zu deren Ursachen, Einflussfaktoren und Folgen.

exzentrische Kontraktion

Bei einer exzentrischen, nachgebenden Kontraktion verlängert sich der Muskel bei der Arbeit gegen einen Widerstand. Beispiel: Absenken einer Hantel aus der gebeugten Ellbogenstellung in die gestreckte. Der Bizeps arbeitet hierbei exzentrisch.

Faszie

Eine Faszie ist eine Gewebebinde, die verschiedene Körperfeste umgibt und sowohl trennende wie verbindende Funktion ausübt. Muskelfaszen umhüllen einzelne Muskeln, Gruppenfaszen mehrere Muskeln mit ähnlicher Funktion.

Functional Training

Functional Training ist ein Trainingsansatz, in dem die Übungen vor allem in komplexen Bewegungsmustern ausgeführt werden. Das Functional Training verzichtet weitgehend auf Isolationsübungen und aktiviert vor allem sogenannte Muskelketten, was für nahezu alle Sportarten ein typisches Anforderungsprofil darstellt. Besonders betont werden auch gelenkstabilisierende Übungen, z. B. Core-Training. Diese Trainingsform erhebt den Anspruch, eine umfassende wie auch sportartspezifische

Muskelfunktionsfähigkeit herzustellen.

Grundumsatz

Der Grundumsatz ist der Energieverbrauch des Körpers in Ruhe. Er wird morgens, ca. 12–14 Stunden nach der letzten Mahlzeit, gemessen. Der Grundumsatz wird im Wesentlichen durch chemische Reaktionen, Transportprozesse und unwillkürliche Muskelarbeit (z. B. Herz, Atmung, Muskeltonus) bestimmt und in Kilojoule (kj) oder Kilokalorien (kcal) angegeben.

Hackenschmidt-Kniebeuge

Die Hackenschmidt-Kniebeuge ist eine beidbeinige Kniebeuge, bei der die Hantel hinter dem Becken gehalten wird. Sie ist nach dem russischen Kraftathleten Georg Hackenschmidt (1878–1968) benannt.

Hypertrophie

Hypertrophie ist der Fachbegriff für einen Zuwachs an Muskelmasse. Hypertrophietraining = Muskelaufbautraining.

isometrische Kontraktion

Bei einer isometrischen Kontraktion spannt sich der Muskel an, ohne dass eine Bewegung stattfindet. Beispiel: Eine Hantel wird mit gestrecktem Arm vor dem Körper gehalten. Der Schultermuskel arbeitet hierbei isometrisch.

Jetlag

Ein *Jetlag* meint eine Störung des natürlichen Tages- und Nachtrhythmus aufgrund einer schnellen Reise (Flug) über mehrere Zeitzonen mit negativen Folgen für die Befindlichkeit und die Schlaf- und Wachzeiten.

Konstitutionstypen

Es gibt mehrere Versuche von Wissenschaftlern, die Unterschiede im Körperbau von Menschen in verschiedene Konstitutionstypen einzuteilen. Insbesondere im Bodybuilding ist es verbreitet, unterschiedliche Trainingsschwerpunkte und Kostpläne für die verschiedenen Konstitutionstypen zu empfehlen (z. B. Breitenstein & Hamm 1996; Schwarzenegger 1998). Nach Sheldon (1940) werden der ektomorphe (sehr schlanke), der mesomorphe (athletische) und endomorphe (sehr stämmige) Konstitutionstyp unterschieden. Häufig treten Mischformen auf. Die Typenlehre nach Sheldon wurde von mehreren Autoren weiterentwickelt.

konzentrische Kontraktion

Bei einer konzentrischen Kontraktion verkürzt sich der Muskel gegen einen Widerstand und löst dadurch eine Bewegung aus. Beispiel: Anheben einer Hantel durch Beugen des Armes. Der Bizeps arbeitet hierbei konzentrisch.

Kraftwirkungslinie

Die Kraftwirkungslinie ist eine gedachte Linie, die in Richtung einer an einem Körper angreifenden Kraft verläuft. Sie wird auch als Angriffslinie der Kraft bezeichnet.

Kusnezow-Schaukel

Schaukelvorrichtung, durch die ein Sportler ein dosierbares Reaktivkrafttraining für die Beine absolvieren kann. Der Sportler in der Schaukel stößt sich kräftig von einer vertikalen Plattform ab. Die Schaukel schwingt zurück, dann wieder vor, wodurch eine abbremsende Phase entsteht, auf die sofort eine erneute Abdruckbewegung erfolgt.

Laktat

Siehe »Milchsäure«

mesomorph

Siehe »Konstitutionstypen«

metabolisch

Das Adjektiv »metabolisch« bedeutet »auf die Stoffwechselprozesse bezogen«. Metabolische Aspekte der Kraftentwicklung sind z. B. Mechanismen der Energiegewinnung und Energiespeicherung sowie der Zufuhr bzw. des Abtransports von Aufbau- und Abfallstoffen.

Milchsäure

Milchsäure ist ein Stoffwechselprodukt der anaeroben Energiebereitstellung. Sie führt zu einer Übersäuerung der Muskulatur und damit zu muskulären Schmerzen während einer intensiven Belastung. Die Milchsäure wird in der ruhenden Muskulatur, im Herzmuskel und in der Leber abgebaut. Der Begriff »Laktat« wird häufig gleichbedeutend verwendet.

Mitochondrien

Die Mitochondrien sind Organe in der Muskelzelle, in denen die aerobe Energiegewinnung stattfindet. Im Krafttraining mit seiner überwiegend anaeroben Energiegewinnung spielen sie leistungsphysiologisch kaum eine Rolle.

MVC

Durch eine Prozentangabe mit der Beifügung der Abkürzung MVC wird die Intensität einer Übung im Krafttraining beschrieben. 80 % MVC entsprechen einem Gewicht, das 80 % der Maximalkraft des Trainierenden in der jeweiligen Übung beträgt. Die Abkürzung »MVC« steht für *Maximal Voluntary Contraction*.

Myoglobin

Das Myoglobin ist ein roter Farbstoff, der als Sauerstoffspeicher in der Muskelzelle dient.

Nachbrenneffekt

Ein Nachbrenneffekt ist ein erhöhter Energieverbrauch (= Kalorienverbrauch) nach einer sportlichen Belastung. Je intensiver und umfangreicher die Belastung, desto höher der Nachbrenneffekt.

National Strength and Conditioning Association (NSCA)

Die NSCA ist eine internationale Vereinigung, deren Ziel es ist, durch Information und Ausbildung optimale Trainingspraktiken im Kraft- und Konditionstraining zu verbreiten. Die Organisation, die aktuell ca. 30 000 Mitglieder in 52 Staaten umfasst, hat den Anspruch, wissenschaftliche Erkenntnisse in die Trainingspraxis zu vermitteln. Neben der Optimierung der sportlichen Leistungsfähigkeit spielt die Gesundheit der Athleten und die Verletzungsprävention eine wichtige Rolle. Der Hauptsitz ist in Colorado Springs (Colorado/USA).

Pezziball

Der Pezziball ist ein großer, luftgefüllter Gummiball von 55–75 cm Durchmesser. Er wird als Sitzalternative und als Gymnastikgerät eingesetzt.

Reißen

Das Reißen (engl. *Snatch*) ist eine der zwei Wettkampfübungen im modernen Gewichtheben. Die Hantel wird zunächst in *einer* Bewegung vom Boden in die Über-Kopf-Position gebracht. Dabei taucht der Sportler in die tiefe Hocke ab. Dann streckt der Sportler die Knie, um die Endposition im aufrechten Stand zu erreichen.

Rekrutierung

Wird eine Muskelfaser vom Nervensystem aktiviert, also in einen Kontraktionsprozess eingebunden, spricht man von ihrer Rekrutierung. Die Einbeziehung möglichst vieler Muskelfasern in eine Kontraktion ist die Bedingung für eine hohe Kraftentwicklung.

Rekrutierungsschwelle

Die Rekrutierungsschwelle ist diejenige Belastungshöhe, ab der eine motorische Einheit aktiviert wird. Große motorische Einheiten werden z. B. erst bei relativ schweren Gewichten aktiviert. Somit liegt ihre Rekrutierungsschwelle hoch.

Rotatorenmanschette

Die gelenknahen Muskeln am Schultergelenk bilden die Rotatorenmanschette. Diese vier Muskeln sind hauptverantwortlich für die Stabilität und eine sichere Gelenkführung. Es sind der M. supraspinatus, M. infraspinatus, M. teres minor, M. subscapularis.

RM

Die Abkürzung »RM« steht für *Repetition Maximum* und meint die höchstmögliche Anzahl von Wiederholungen innerhalb einer Serie bei einer gegebenen Last(intensität).

RPE-Skala

Eine RPE-Skala ist eine mehrstufige Skala (5, 7, 10 oder mehr Stufen), auf der ein Trainierender die von ihm subjektiv empfundene Anstrengung bei einer Übung einschätzen soll. Die Abkürzung »RPE« steht für *Rate of perceived Exertion*.

Sarkomer

Das Sarkomer ist die kleinste funktionelle Einheit der Muskelzelle. Die Fähigkeit des Sarkomers sich zusammenziehen zu können ist die Voraussetzung für die Muskelkontraktion. In den Myofibrillen einer Muskelzelle sind zahlreiche Sarkomere hintereinander geschaltet.

Satz

Siehe »Serie«

Schwarzenegger, Arnold

Arnold Schwarzenegger (geb. 1947 in Thal/Österreich) ist siebenfacher Mr. Olympia im Bodybuilding, Autor von Kraftsportbüchern, erfolgreicher Filmschauspieler und amerikanischer Politiker. Seine sportlichen Erfolge und Trainingsmethoden fanden große Beachtung in der Fachwelt.

Scott-Curls

Die Scott-Curls sind eine Bizepsübung, die nach dem ersten Mr. Olympia im Bodybuilding – Larry Scott – benannt ist. Dabei werden die Oberarme auf einer nach vorn abfallenden Unterstützungsfläche abgelegt. Bei einer

Scott-Bank ist diese Unterstützungsfläche mit einem Sitz verbunden.

Serie

Eine Serie umfasst die Zahl an Wiederholungen, die ohne (Serien-)Pause hintereinander absolviert werden. Eine Serie besteht z. B. aus 12 Wiederholungen, d. h. 12 Hebungen. »Satz« ist eine andere Bezeichnung für »Serie«.

Sissy-Kniebeuge

Bei Sissy-Kniebeugen steht der Sportler im Parallelstand auf dem Vorfuß und hält sich mit einer Hand seitlich fest (z. B. Sprossenwand, Wandgriff). Unter Zurücklehnen des Oberkörpers werden die Knie gebeugt und deutlich vor die Füße geschoben. Oberkörper und Oberschenkel bilden eine Linie. Sissy-Kniebeugen beanspruchen insbesondere die Vorderseite des Oberschenkels (Quadrizeps).

Smith-Maschine

Die Smith-Maschine ist ein Gerüst, in dem eine Langhantelstange senkrecht geführt wird. Die Stange ist in zahlreichen Positionen durch ein Hakensystem fixierbar. Die Smith-Maschine heißt auch Multipresse. Man trainiert an ihr Übungen wie Kniebeugen, Nacken- und Bankdrücken.

Split-Training

Organisationsform des Krafttrainings. Der umfangreiche Trainingsplan wird in mehrere Trainingseinheiten »gesplittet« (aufgeteilt), so dass an unterschiedlichen Tagen, unterschiedliche Muskelgruppen trainiert werden.

Stoßen

Das Stoßen (engl. *Clean and Jerk*) ist eine der zwei Wettkampfübungen im modernen Gewichtheben. Die Hantel wird zunächst vom Boden aus »umgesetzt« (*Clean*). Dabei taucht der Sportler in die Hocke ab. Die Hantel ruht auf Schultern und Brust. Der Sportler richtet sich auf, um dann in einer Ausstoßbewegung (*Jerk*) die Hantel in die Über-Kopf-Position zu bringen.

Synergisten

Muskeln, die durch ihre Kontraktion bei einer bestimmten, gewünschten Bewegung zusammenarbeiten, heißen Synergisten. Am hinteren Oberschenkel arbeiten z. B. der Bein bizeps (M. biceps femoris), der Halbsehnenmuskel (M. semitendinosus) und der Plattsehnenmuskel (M. semimembranosus) bei der Beugung im Kniegelenk synergistisch.

Testosteron

Testosteron ist ein männliches Sexualhormon (Androgen) mit hoher Konzentration im Blutserum. Es beeinflusst u. a. die Proteinsynthese (z. B. Muskelaufbau) und die Ausbildung der männlichen Geschlechtsmerkmale. Künstlich hergestellte Derivate des Testosteron werden als Dopingmittel (Anabolika) verwendet.

Trainingsmittel

Trainingsmittel sind alle im Trainingsprozess eingesetzten Geräte und Hilfsmittel. Häufig werden neben den materiellen Bedingungen auch Übungen, Organisationsformen und Maßnahmen zur Informationsvermittlung zu den Trainingsmitteln gezählt.

Weider, Joe

Josef (»Joe«) E. Weider (geb. 1922 in Montreal/Kanada) ist ein Unternehmer, der sich seit vielen Jahrzehnten der Förderung und Verbreitung des Bodybuilding-Sports widmet. Gemeinsam mit seinem Bruder Ben Weider gründete er 1946 den Bodybuilding-Weltverband IFBB. Als Herausgeber von Zeitschriften und als Buchautor propagierte er zahlreiche Trainingsmethoden und stellte u. a. die »Weider-Trainingsprinzipien« auf, die im Laufe der Zeit aktualisiert und modifiziert wurden.

Wiederholung

Eine Wiederholung entspricht dem Anheben und Absenken des Gewichts in einer Kraftübung. Sie setzt sich also üblicherweise aus einer konzentrischen (überwindenden) und exzentrischen (nachgebenden) Phase zusammen. Die Summe der Wiederholungen ergibt eine Serie bzw. einen Satz.

Zwangslage

Eine biomechanische Zwangslage liegt vor, wenn unter muskulärer Ermüdung oder unsauberer bzw. schnellkräftiger Bewegungsführung beim Erreichen einer endgradigen Gelenkwinkelstellung eine übermäßige Belastung der Gelenkstrukturen in Form einer Dehnung, einer Kompression oder einer Scherbelastung auftreten kann.

Literatur

1. Albers, T. (2001). Die Biologische Wertigkeit als Qualitätsmaß für Nahrungseiweiß. In: Trainer (Heft 4). S. 48–50.
2. Baker, G (1994). Safety Considerations in Teaching the Overhead Lifts. In: Strength & Conditioning 16. S. 40–43.
3. Bauer, K. & Felder, H. (2008). Sporttherapie bei depressiven Erkrankungen. In: Zeitschrift für Physiotherapeuten 60. S. 16–25.
4. Baum, K., Rüther, T., Essfeld, D. (2003). Reduction of blood pressure response during strength training through intermittent muscle relaxations. International Journal of Sports Medicine 24. 441–445.
5. Baum, K. & Schuster, S. (2008). Der Energieumsatz in der Nachbelastungsphase: Ein wesentlicher Beitrag zur Gewichtsreduktion? In: Dtsch Z Sportmed 59. S. 110–114.
6. Baumann, F. T. & Bloch, W. (2010). Evaluierte Trainingsinterventionen während und nach Tumortherapie. Eine Review-Analyse. In: Dtsch Z Sportmed 61. S. 6–10.
7. Beckedorf, N. & Gsöllpointner, M. (1995). Frauen und Fitness: Eine empirische Untersuchung über Frauen, ihr Selbstbild und ihre Motive, Sport zu treiben. In: Krüger, A. & Wedemeyer, B. (Hg.). Kraftkörper- Körperkraft. Zum Verständnis von Körperfunktion und Fitness gestern und heute. Göttingen: Universitätsdruckerei. S. 65–75.
8. Becker-Carus, C. (1994). Schlaf. In: Dorsch Psychologisches Wörterbuch. 12. Aufl. Bern, Göttingen, Toronto, Seattle: Hans Huber. S. 683–685.
9. Begerow, B., Dietzel, R., Bollert, G (2009). Leitlinie Bewegungstherapie und Physiotherapie bei Osteoporose – Methoden und Ergebnisdarstellung. In: Bewegungstherapie und Gesundheitssport 25. S. 149–154.
10. Berendonk, B. (1992). Doping. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
11. Biesalski, H. K. et al. (Hg.) (1999). Ernährungsmedizin. Stuttgart: Thieme.
12. Bizzini, M. (2000). Sensomotorische Rehabilitation nach Beinverletzungen. Stuttgart: Thieme.
13. Bjarnason-Wherens, B. et al. (2004). Einsatz von Kraftausdauertraining und Muskelaufbautraining in der kardiologischen Rehabilitation. In: Zeitschrift für Kardiologie 93.

14. Bjarnason-Wehrens, B., Rauch, B., Halle, M. (2009). Leitlinie körperliche Aktivität zur Sekundärprävention und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen. In: Clinical Research in Cardiology. Band 4. Suppl. 3. S. 1–44.
15. Boeckh-Behrens, W. U. & Buskies, W. (2005). Fitness-Krafttraining. Die besten Übungen und Methoden für Sport und Gesundheit. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
16. Boeckh-Behrens, W.U. & Buskies, W. (2009). Supertrainer Bauch. Die effektivsten Übungen. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
17. Böning, D. (2002). Muskelkater. In: Deutsches Ärzteblatt 99. A 372–375.
18. Borgmann, R., Hermanns, S., Pauls, J. (1995). Das Training im Fitness-Studio im Hinblick auf die Motivation der Trainierenden und die Rolle des Trainingspersonals. In: Krüger, A. & Wedemeyer, B. (Hg.). Kraftkörper- Körperkraft. Zum Verständnis von Körperfunktion und Fitness gestern und heute. Göttingen: Universitätsdruckerei. S. 52–64.
19. Bös, K. (2001). Handbuch Motorische Tests. 2., vollst. überarb. Aufl. Göttingen: Hogrefe.
20. Bös, K. (2003). Motorische Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen. In: Schmidt, W. (Hrsg.). Erster Deutscher Jugendsportbericht. Schorndorf: Karl Hofmann. S. 85–109.
21. Bös, K. et al. (2008). Motorik-Modul (MoMo): Normwerte zur motorischen Leistungsfähigkeit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. In: Haltung und Bewegung 28. S. 5–50.
22. Boyle, M. (2010). Functional Training. Das Erfolgsprogramm der Spitzensportler. 2. Aufl. München: riva.
23. Brand, R. (2010). Sportpsychologie. Wiesbaden: VS-Verlag.
24. Bredenkamp, A. (1990). Trainieren im Sportstudio. Bünde: Fitness-Contur-Verlag.
25. Breitenstein, B. & Hamm, M. (1996). Bodybuilding. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
26. Broocks, A. & Sommer, M. (2005): Psychische Sportwirkungen. In: Dtsch Z Sportmed 56. S. 393–394.
27. Brown, E. W. & Kimball, R. G (1983). Medical History Associated with Adolescent Powerlifting. In: Pediatrics 72. S. 636–644.
28. Bührle, M. & Werner, E. (1984). Das Muskelquerschnittstraining der Bodybuilder. In: Leistungssport 14. S. 5–9.
29. Buskies, W. & Boeckh-Behrens, W.U. (1999). Probleme bei der

Steuerung der Trainingsintensität im Krafttraining auf der Basis von Maximalkrafttests. In: Leistungssport 29. S. 4–8.

30. Buskies, W. (1999). Sanftes Kraftraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden versus Training bis zur muskulären Ausbelastung. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 50. S. 316–320.
31. Buskies, W. & Boeckh-Behrens, W. U. (2005). Kraftraining. Welche Belastung ist sinnvoll? In: Trainer. Heft 4. S. 48–51.
32. Cahill, B. R. (1992). Atraumatic Osteolysis of the distal Clavicle. A Review. In: Sports Medicine 13. S. 214–222.
33. Carpinelli, R.N. & Otto, R.M. (1998). Strength Training. Single versus Multiple Sets. In: Sports Medicine 26. S. 73–84.
34. Cauza, E. et al. (2005). The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with Type 2 Diabetes mellitus. In: Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 86. S. 1527–1533.
35. Cissik, J.M. (1998). An Introduction to Olympic-Style Weightlifting. 2. Auflage. New York u. a.: The McGraw-Hill Companies, Inc. Primis Custom Publishing.
36. Colcombe, S. & Kramer, A. F. (2003). Fitness Effects on the Cognitive Function of Older Adults. In: Psychological Science 14. S. 125–130.
37. Connolly, D. A., McHugh, M. P., PadillaZakour, O. I. (2006). Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. In: British Journal of Sports Medicine 40. S. 679–683.
38. Conroy, B. P. & Earle, R. W. (1994). Bone, Muscle and connective tissue adaptations to physical activity. In: Baechle, T. R. (Hg.). Essentials of Strength Training and Conditioning. Champaign: Human Kinetics. S. 51–66.
39. Cook, G. (2011). Der perfekte Athlet. Spitzenleistungen durch Functional Training. München: riva.
40. Cressey, E. M., West, C. A., Tiberio, D. P., Kraemer, W. J., Maresh, C. M. (2007). The Effects of Ten Weeks of Lower-Body Unstable Surface Training on Markers of Athletic Performance. In: Journal of Strength and Conditioning Research 21. S. 561–567.
41. Cresswell, T. R. & Smith, R. B. (1998). Bilateral anterior shoulder dislocations in bench pressing: an unusual cause. In: British Journal of Sports Medicine 32. S. 71–72.
42. Decker, W. (1995). Sport in der griechischen Antike. München: Ch. Beck-Verlag.

43. DeMareés, H. (1996): Sportphysiologie. Köln: Sport & Buch Strauss.
44. Denner, A. (2001). Medizinische Trainingstherapie für die Wirbelsäule. In: Kügelgen, B. & Hildebrandt, J. (Hg.). Leitlinien zum modernen Rückenmanagement. München, Bern, Wien, New York: Zuckschwerdt. S. 89–112.
45. Deutscher Turnerbund (Hg.) (2005). Bewegungs- und Gesundheitsförderung für Hochaltrige. Frankfurt: Frankfurter Societäts-Druck.
46. Diem, C. (1960). Weltgeschichte des Sports und der Leibeserziehung. Stuttgart: Cotta.
47. Dörr, B. & Pförringer, W. (1981). Gewichtheben. In: Pförringer, W. (Hg.). Sporttraumatologie. Erlangen: Perimed-Spitta. S. 63–71.
48. Drosselmeyer, N., Müller, S., Schröer, K., Baumann, F. T. (2008). Krafttraining während der Chemotherapie – ein Widerspruch? In: Bewegungstherapie und Gesundheitssport 24. S. 197–201.
49. Ehksam, R. & Zahner, L. (1996). Kraft und Krafttraining im Alter. In: Denk, H. (Hg.): Alterssport. Schorndorf: Hofmann.
50. Fiatarone, M. A., Marks, E. N., Meredith, C. N., Lipsitz, L. A., Evans, W. J. (1990). High-intensity strength training in nonagenariens. In: JAMA 263. S. 3029–3034.
51. Fimland, M. S. et al. (2009). Neural adaptations underlying cross-educative after unilateral strength training. In: European Journal of Applied Physiology 107. S. 723–730.
52. Fleck, S. J. & Kraemer, W. J. (1997). Designing Resistance Training Programs. 2. Aufl. Champaign: Human Kinetics.
53. Freiwald, J., Starischka, S., Engelhardt, M. (1993). Rehabilitatives Krafttraining. In: Dtsch Z Sportmed 44. S. 368–377.
54. Freiwald, J. et al. (1999). Dehnen. Neuere Forschungsergebnisse und deren praktische Umsetzung. In: Manuelle Medizin 37. S. 3–10.
55. Freiwald, J., Greiwing, A., Engelhardt, M. (2003). Bewegung und Sport bei Arthrose. In: Sportorthopädie – Sporttraumatologie 19. S. 197–206.
56. Friedmann, B. (2007). Neuere Entwicklungen im Krafttraining. Muskuläre Anpassungsreaktionen bei verschiedenen Krafttrainingsmethoden. In: Dtsch Z Sportmed 58. S. 12–18.
57. Frester, R. (1991). Psychische Komponenten in der Leistungsstruktur. In: Deiß, D. & Pfeiffer, U. (Hg.). Leistungsreserven im Schnellkrafttraining. Berlin: Sportverlag. S. 83–89.

58. Froböse, I. & Fiehn, R. (2003). Das Training in der Therapie – Grundlagen. In: Froböse, I., Nellessen, G. Wilke, C. (Hg.): Training in der Therapie. Grundlagen und Praxis, 2. überarb. Aufl. München, Jena: Urban & Fischer. S. 11–26.
59. Fröhlich, M. et al. (2009). Outcome-Effekte verschiedener Periodisierungsmodelle im Krafttraining. In: Dtsch Z Sportmed 60 (10), S. 307–314.
60. Fröhlich, M. & Schmidtbleicher, D. (2008): Trainingshäufigkeit im Krafttraining – ein metaanalytischer Zugang. In: Dtsch Z Sportmed 59, S. 4–11.
61. Fröhlich, M. et al. (2003). Metabolische und kardiovaskuläre Beanspruchung bei spezifisch trainierten und untrainierten Männern im Kraftausdauertraining. In: Dtsch Z Sportmed 54. S. 355–360.
62. Fröhner, G (1993). Die Belastbarkeit als zentrale Größe im Nachwuchstraining (Deutscher Sportbund Bundesausschuss Leistungssport: Trainerbibliothek 30). Münster: Philippka.
63. Gaines, C. & Butler, G (1984): Bodybuilding der Meisterklasse. München: Heyne
64. Geiger, L. von (1997). Überlastungsschäden im Sport. München, Wien, Zürich: BLV.
65. Gettmann, L., Culter, L., Strathmann, T. (1980). Physiologic changes after 20 weeks of isotonic vs isokinetic circuit training. In: Journal of Sports Medicine 20. S. 265–274.
66. Geiss, K. R. & Hamm, M. (1992) Handbuch Sportler-Ernährung. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
67. Gießing, J. (2000). Das Heavy-Duty-Konzept. In: Leistungssport 30. S. 19–23.
68. Gießing, J. (2006). HIT – Hochintensitäts-Training. Das optimale System für rapiden Muskelaufbau. Arnsberg: novagenics.
69. Gisler, T. (1998): Differenzierungen im Beweglichkeitstraining. Stuttgart, New York: Thieme.
70. Goertzen, M. et al. (1989). Verletzungen und Überlastungsschäden beim Bodybuilding und Powerlifting. In: Sportverletzung – Sportschaden 3. S. 32–36.
71. Gottlob, A. (2001). Differenziertes Krafttraining mit Schwerpunkt Wirbelsäule. München, Jena: Urban & Fischer.
72. Gottlob, A. (2007): Der Klimmzug – überholtes Relikt oder erneute Herausforderung? In: Fitness Tribune 109. 30–33.
73. Granacher, U. et al. (2009). Neuromuskuläre Auswirkungen von Krafttraining im Kindes- und Jugendalter: Hinweise für die

- Trainingspraxis. In: Dtsch Z Sportmed 60. S. 41–49.
74. Graves, J. E. et al. (1990). Quantitative Assessment of Full Range-of-Motion Isometric Lumbar Extension Strength. In: Spine 15. S. 289–294.
75. Greiwing, A. (2007). Einsatz-, Mehrsatz- und High-Intensity Training. Ein Vergleich dreier Trainingsmethoden auf Muskelwachstum, Maximalkraft und Kraftausdauer. Saarbrücken: Dr. Müller.
76. Göllich, A. & Schmidtbleicher, D. (1999). Struktur der Kraftfähigkeiten und ihrer Trainingsmethoden. In: Dtsch Z Sportmed 50. 223–234.
77. Hamill, B.P. (1994). Relative Safety of Weightlifting and Weight Training. In: Journal of Strength & Conditioning Research 8. S. 53–57.
78. Harmann, E. (1994). Weight Training Safety: A Biomechanical Perspective. In: Strength & Conditioning 16. S. 55–60.
79. Heeboll-Nielsen, K. (1982). Muscle strength of boys and girls, 1981 compared to 1956. In: Scandinavian Journal of Sports Science 4. S. 37–43.
80. Helmhout, P. H. et al. (2004). Comparison of high-intensity and a low-intensity lumbar extensor training program as minimal intervention treatment in low back pain: a randomized trial. In: European Spine Journal 13. S. 537–547.
81. Hewett, T. E. (1999). The Effect of Neuromuscular Training on the Incidence of Knee Injury in Female Athletes. In: The American Journal of Sports Medicine 27. S. 699–706.
82. Hill, J. O. & Wyatt, H.R. (2005). Role of physical activity in preventing and treating obesity. In: J Appl Physiol 99. S. 765–770.
83. Heinonen, A. et al. (1994). Bone Mineral Density of Female Competitive Athletes in Seven Sports. In: Medicine & Science in Sports and Exercise 26. Supplement S. 560.
84. Hides, J. A., Richardson, C. A., Jull, G. A. (1996). Multifidus muscle recovery is not automatic after resolution of acute, first-episode low back pain. In: Spine 21 S. 2763–2769.
85. Hildebrandt, J. et al. (Hg.) (2003). Göttinger Rücken-Intensiv-Programm (GRIP). Das Manual. Berlin: Congress Compact Verlag S. 97–130.
86. Hinrichs, T. (2009). Die Tendinopathie der Patellarsehne. Teil 1: Ätiologie, Pathologie und Diagnostik. In: Zeitschrift für Physiotherapeuten 61. S. 59–61.
87. Hinrichs, T. (2009). Die Tendinopathie der Patellarsehne. Teil 2:

- konservative Therapiemöglichkeiten. In: Zeitschrift für Physiotherapeuten 61. S. 155–160.
88. Hodges, W. & Richardson, C. A. (1999). Altered Trunk Muscle Recruitment in People With Low Back Pain With Upper Limb Movement at Different Speeds. In: Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 80. S. 1005–1012.
89. Hoffmann, J. R. et al. (2009). Position Stand on Androgen and Human Growth Hormone Use. In: Journal of Strength & Conditioning Research 23, Suppl. 5. S. S1–S57.
90. Hollmann, W. & Hettinger, T. (2000). Sportmedizin. Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. 4., völlig neu bearb. Aufl. Stuttgart: Schattauer.
91. Hollmann, W. & Strüder, H. (2003). Gehirngesundheit, -leistungsfähigkeit und körperliche Aktivität. In: Dtsch Z Sportmed 54. S. 265–266.
92. Immel-Sehr, A. (2004). Protein – ein verkannter Nährstoff? In: Dtsch Z Sportmed 55. S. VI–VII.
93. Jakicic, J. M. & Otto, A. D. (2005). Physical treatment considerations of the treatment and prevention of obesity. In: The American Journal of Clinical Nutrition 82. S. 2265–2295.
94. Jerosch, J., Ritchen, M., Marquardt, M. (1989). Sonographische Befunde an Schultergelenken von Bodybuildern. In: Dtsch Z Sportmed 40. 437–442.
95. Jordan, A. et al. (1998). Intensive Training, Physiotherapy, or Manipulation for Patients With Chronic Neck Pain. In: Spine 23. S. 311–319.
96. Kapandji, I. A. (1999). Funktionelle Anatomie der Gelenke, 3 Bände, 3., unveränd. Aufl. Stuttgart: Hippokrates.
97. Karlsson, M. K., Johnell, O., Obrant, K. J. (1995). Is Bone Mineral Density Advantage Maintained Long-Term in Previous Weight Lifters? In: Calcified Tissue International 57. S. 325–328.
98. Kemmler, W. et al. (2005). Trainingssteuerung im Gesundheitssport. Lastvorgabe versus subjektive Intensitätswahl im präventivsportlichen Krafttraining. In: Dtsch Z Sportmed 56. S. 165–171.
99. Kemmler, W. et al. (2009). Körperliches Training und Frakturparameter. In: Bewegungstherapie und Gesundheitssport 25. S. 162–168.
100. Kempf, H. D. & Strack, A. (1999). Krafttraining mit dem Theraband. Reinbek b. Hamburg: Rowohlt.
101. Kieser, W. (1998). Wieviele Sätze beim Krafttraining? In:

- Leistungssport 28. S. 50–51.
102. Kieser, W. (1999). Die Seele der Muskeln. 5. Auflage. Zürich, Düsseldorf: Walter.
103. Killing, W. (2008). Besonderheiten im Training von Frauen. In: Leistungssport 38. S. 6–12.
104. Kingma, I. et al. (2006). Effect of a Stiff Lifting Belt on Spine Compression During Lifting. In: Spine 31. S. 833–839.
105. Kjaer, M. (2004). Anpassungen der Sehnen an körperliche Belastung. In: Dtsch Z Sportmed 55. S. 148–151.
106. Knobloch, K. (2007). Eccentric training in Achilles tendinopathy: is it harmful to tendon microcirculation? In: British Journal of Sports Medicine 41. S. 184.
107. König, D. et al. (2011). Krafttraining bei Diabetes mellitus Typ 2. In: Dtsch Z Sportmed 62. S. 5–9.
108. König, M. & Biener, K. (1990). Sportartspezifische Verletzungen im Gewichtheben. In: Schweizer Zeitschrift für Sportmedizin 38. S. 25–29.
109. Landers, D. M. & Arent, S. M. (2007). Physical Activity and Mental health. In: Tenenbaum, G. & Eklund, R. C. (Hg.). Handbook of Sports Psychology. 3. Aufl. Hoboken (New Jersey): John Wiley & Sons. S. 469–487.
110. Lange, G. (1996). Verletzungsprofile im Bodybuilding und Powerlifting (Dissertation an der Medizinischen Fakultät der Universität Düsseldorf). Düsseldorf.
111. Lehmann, G. J. (2007). An unstable support surface is not a sufficient condition for increases in muscle activity during rehabilitation exercises. In: Journal of the Canadian Chiropractic Association 51. S. 139–143.
112. Lenk, C. (2007). Is Enhancement in Sport really unfair? Arguments on the Concept of Competition and Equality of Opportunities. In: Sports, Ethics and Philosophy 1. S. 218–228.
113. Letzelter, M. & Letzelter, H.: Krafttraining (1986). Theorie Methoden Praxis. Reinbek bei Hamburg: rororo.
114. Leyland, T. (2007). Spine Mechanics for Lifters. In: CrossFit Journal Issue 63.
115. Lindner, O. (2007). Effektivität von exzentrischem Training bei chronischer Achillodynie. In: Manuelle Therapie 11. S. 2–9.
116. Lippmann, J. (1991). Strukturelle Komponenten und Erfordernisse der Leistungsentwicklung im Gewichtheben. In: Deiß, D. & Pfeiffer, U. (Hg.). Leistungsreserven im Schnellkrafttraining. Berlin: Sportverlag Berlin.

117. Liu, Y. Et al. (2007). Satellitenzellaktivierung beim Krafttraining. In: Dtsch Z Sportmed 58. S 6–11.
118. Löllgen, H. (2004). Das Anstrengungsempfinden (RPE, Borg Skala). In: Dtsch Z Sportmed 55. S 299–300.
119. Ludwig, O., Mazet, D., Schmitt, E. (2003). Haltungsschwächen bei Kindern und Jugendlichen. In: Gesundheitssport und Sporttherapie 19. S. 165–171.
120. MacDougall, J. D. et al. (1985). Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. In: J Appl Physiol 58. S. 785–790.
121. Madsen, N. & McLaughlin, T. (1984). Kinematic factors influencing performance and injury risk in the bench press exercise. In: Medicine and Science in Sports and Exercise 16. S. 376–381.
122. Malisoux, L. et al. (2006). Stretch-shortening cycle exercises: an effective training paradigm to enhance power output of human single muscle fibers. In: J Appl Physiol 100. S. 771–779.
123. Manniche, C. (1996). Clinical benefit of intensive dynamic exercises for low-back pain. In: Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports 6. S. 82–87.
124. Mannion, A. F. et al. (1999). A Randomized Clinical Trial of Three Active Therapies for Chronic Low Back Pain. In: Spine 24. S. 2435–2448.
125. Markovic, G (2007). Does Plyometric Training improve vertical jump height? A meta-analytic review. In: British Journal of Sports Medicine 41. S. 349–355.
126. Marschall, F. & Fröhlich, M. (1999). Überprüfung des Zusammenhangs von Maximalkraft und maximaler Wiederholungszahl bei deduzierten submaximalen Intensitäten. In: Dtsch Z Sportmed 50. S. 311–315.
127. Martin, Dietrich (1988). Training im Kindes- und Jugendalter (Studienbrief der Trainerakademie Köln des Deutschen Sportbundes 23). Schorndorf: Hofmann.
128. Martin, D., Carl, K., Lehnertz, K. (1993): Handbuch Trainingslehre (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport 100). Schorndorf: Hofmann.
129. Martin, D. et al. (1999). Handbuch Kinder- und Jugendtraining (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport 125). Schorndorf: Hofmann.
130. Mauer, U. M. et al. (1991). Bodybuilding – Einfluss auf die Nervenleitgeschwindigkeit des N. medianus im Carpal tunnel. In: Zeitschrift für Orthopädie 129. S. 319–321.
131. Mayer, F. et al. (1997). Reaktionen während und nach

- exzentrischer Kraftbelastung – Auswirkungen auf die konservative Therapie. In: Dtsch Z Sportmed 48. S. 342–348.
132. Mazur, L. J., Yetman, R. J., Risser, W. L. (1993). Weight-Training Injuries. In: Sports Medicine 16. S. 57–63.
133. McGill, S. M. & Kapowicz, A. (2009). Exercises for spinal stabilization: motion/motor patterns, stability progress and clinical technique. In: Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 90. S. 118–126.
134. Meier, H. (1997). Medizinische Trainingstherapie in der Praxis. Mühlhausen: Medicon.
135. Mello Meirelles, C. de & Chagas Gomes, P. S. (2004). Acute Effects of resistance exercise on energy expenditure: revisiting the impact of the training variables. In: Rev Bras Med Esporte 10. S. 131–138.
136. Merk, J. et al. (2008). Gelenkfunktion und Kraft bei Patienten vor und nach der Implantation einer Kniegelenksprothese. In: Dtsch Z Sportmed 59. S. 136–140.
137. Meusel, H. (2004). Bewegung und Sport. In: Kruse, Andreas & Martin, Mike (Hg.): Enzyklopädie der Gerontologie. Bern: Hans Huber. S. 255–72.
138. Meyer, T. (2011). Sportpsychologie – Die 100 Prinzipien. Nachschlagewerk für Trainer, Betreuer und Athleten. München: Copress.
139. Morlock, M. (2005). Biomechanik. In: Hildebrandt, J., Müller, G. & Pfingsten, M. (Hg.). Lendenwirbelsäule. Ursachen, Diagnostik und Therapie von Rückenschmerzen. München: Elsevier. S. 150–164.
140. Namey, T. C. & Carek, P. J. (1994). Power Lifting, Weight Lifting and Bodybuilding. In: Fu, F. H. & Stone, D. A. (Hg.). Sports Injuries. Mechanisms, Prevention, Treatment. Baltimore: Williams & Wilkins. S. 515–529.
141. National Strength and Conditioning Association (1989). Strength training for female athletes: A position paper: Part I. In: NSCA Journal 11. S. 43–51.
142. Nelson, M. E. et al. (1994). Effects of high-intensity training on multiple risk factors for osteoporotic fractures. In: JAMA 272. S. 1909–1914.
143. Nelson, B. W. et al. (1995). The Clinical Effects of Intensive Specific Exercise on Chronic Low Back Pain: A Controlled Study of 895 Consecutive Patients with 1-Year-Follow-Up. In: Orthopedics 18. S. 971–981.

144. Nelson, M.E. et al. (2007). Physical activity and Public Health in Older Adults. Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. In: *Medicine and Science in Sports and Exercise* 39. S. 1435–1445.
145. Ormsbee, M.J. et al. (2009). Regulation of fat metabolism during resistance exercise in sedentary lean and obese men. I: *J Appl Physiol* 106. S. 1529–1537.
146. Pampus, B. (2001). Schnellkraftraining Theorie Methoden Praxis. Aachen: Meyer & Meyer.
147. Pauls, J. (1999). Überlastungsschäden an Schultergelenk und Schultergürtel von Krafttrainierenden im Fitnesstraining und Bodybuilding (Magisterarbeit an der Georg-August-Universität Göttingen). Göttingen.
148. Pauls, J. & Lucan, S. (2003). Trainingstherapie. In: Hildebrandt, J. et al. (Hg.). *Göttinger Rücken-Intensiv-Programm (GRIP)*. Das Manual. Berlin: Congress Compact Verlag. S. 97–130.
149. Pauls, J. (2011). Das große Buch vom Krafttraining. München: Copress-Sport.
150. Pfingsten, M. et al. (2005). Interdisziplinäre Konzepte – Functional Restoration. Das Göttinger Rücken-Intensiv-Programm. In: Hildebrandt, J., Müller, G. & Pfingsten, M. (Hg.). *Lendenwirbelsäule. Ursachen, Diagnostik und Therapie von Rückenschmerzen*. München: Elsevier. S. 524–540.
151. Powell, K. E. et al. (1998). Injury rates from walking, gardening, weightlifting, outdoor bicycling and aerobics. In: *Medicine and Science in Sports and Exercise* 29. S. 1246–1256.
152. Praet, S.F. & van Loon, L.J. (2007). Optimizing the therapeutic benefits of exercise in Type-2-diabetes. In: *J Appl Physiol* 103. S. 1113–1120.
153. Radlinger, L. et al. (1998). Rehabilitatives Krafttraining. Stuttgart, New York: Thieme.
154. Reeves, R. K., Laskowski, E. R., Smith, J. (1998). Weight Training Injuries. Part 2: Diagnosing and Managing Chronic Conditions. In: *The Physician and Sportmedicine* 26. S. 54–63.
155. Requa, R. K., deAvilla, L. N., Garrick, J. G. (1993). Injuries in recreational adult fitness activities. In: *American Journal of Sports Medicine* 21. S. 461–467.
156. Richardson, C. A. & Jull, G. A. (1995). Muscle control – pain control. What exercises would you prescribe? In: *Manual Therapy* 1. Seite 2–10.
157. Risser, W. L., Risser, J. M. H., Preston, D. (1990). Weight-

- Training Injuries in Adolescents. In: Sports Medicine 144. S. 1015–1018.
158. Robert-Koch-Institut (Hg) (2006). Gesundheit in Deutschland (Gesundheitsberichterstattung des Bundes in Zusammenarbeit mit dem Statistischen Bundesamt). Berlin: Agit-Druck.
159. Rosenbaum, D. & Hennig, E. M. (1997). Veränderung der Reaktionszeit und Explosivkraftentfaltung nach einem passiven Stretchingprogramm und 10minütigem Aufwärmen. In: Dtsch Z Sportmed 48. S. 95–99.
160. Roth, D. et al. (2000). Female Athlete Triad. Diagnose, Therapie und Prävention von gestörtem Essverhalten, Amenorrhöe und Osteoporose. In: Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie 48. S. 119–132.
161. Sahrmann, S. (2002). Muskeldysfunktion. In: Zeitschrift für Physiotherapeuten 54. S. 208–216.
162. Sale, D. G (1994). Neurale Adaptationen im Verlaufe eines Krafttrainings. In: Komi, P. V. (Hg.). Kraft und Schnellkraft im Sport. Köln: Deutscher Ärzteverlag. S. 249–263.
163. Sandow, E. (1993). Kraft und wie man sie erlangt (Reprint der Originalausgabe von 1904; Reihe: Klassiker der Sportliteratur Band 3). Hannover: Verlag Thomas Schäfer.
164. Schek, A. (2004). Protein in der SportlerErnährung. In: Dtsch Z Sportmed 55. S. 83.
165. Schlumberger, A. & Schmidtbleicher, D. (1999). Einsatz-Training als trainingsmethodische Alternative – Möglichkeiten und Grenzen. In: Leistungssport 29. S. 9–11.
166. Schlumberger, A. (2005). Medizinische Trainingstherapie. In: Hildebrandt, J., Müller, G & Pfingsten, M. (Hg.). Lendenwirbelsäule. Ursachen, Diagnostik und Therapie von Rückenschmerzen. München: Elsevier. S. 393–412.
167. Schlumberger, A. & Schmidtbleicher, D. (2004). Grundlagen der Kraftdiagnostik. In: Banzer, W., Pfeifer, K., Vogt, L. (Hg.). Funktionsdiagnostik des Bewegungssystems in der Sportmedizin. Berlin & Heidelberg: Springer. S. 88–106.
168. Schmidtbleicher, D. (1994). Training in Schnellkraftsportarten. In: Komi, P.V. (Hg.). Kraft und Schnellkraft im Sport. Köln: Deutscher Ärzteverlag. S. 375–385.
169. Schmidtbleicher, D. & Hemmling, G (1994). Die Auswirkungen eines Trainings mit einer Kombination von maximalen Muskelaktionen auf die Explosiv und Maximalkraft. In: Leistungssport 24. S. 4–10.

170. Schmidtbleicher, D. (2009). Entwicklung der Kraft und Schnelligkeit. In: Handbuch Motorische Entwicklung (Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport 106). 2. Aufl. Schorndorf: Hofmann. S. 149–166.
171. Schneider, S. et al. (2011). Dehnst Du noch oder grübelst Du schon? Aktuelle Daten zu Akzeptanz und Verbreitung von Stretching im Leistungssport. In: Dtsch Z Sportmed 62. S. 75–78.
172. Schunck, A. et al. (1997). Die Ruptur des Musculus pectoralis major – Fallstudie und Literaturübersicht. In: Zeitschrift für Orthopädie 135. S. 535–538.
173. Schünke, U., Schulte, E., Schumacher, U. (2007). Prometheus Lernatlas der Anatomie. 2. Aufl. Stuttgart, New York: Thieme.
174. Schwan, U. (2009). Training mit Herzpatienten. In: Bewegungstherapie und Gesundheitssport 25. S. 108–116.
175. Schwarzenegger, Arnold (1998). The new encyclopedia of modern bodybuilding (The Bible of Bodybuilding, fully updated and revised, with Bill Dobbins). New York: Simon & Schuster.
176. Staron, R. S. et al. (1994). Skeletal muscle adaptations during early phase of heavyresistance training in men and women. In: J Appl Physiol 76. S. 1247–1255.
177. Stone, M. H. (1994). Injury Potential and Safety Aspects of Weightlifting. In: Strength & Conditioning 16. S. 15–21.
178. Strack, A. (2001). Belastungsdauer – als zentrale Steuerungsgröße des Belastungsumfangs im Krafttraining. In: Trainer. Heft 4. S. 20–34.
179. Strack, A. (2002). Individuelles Kraftraining im Personal Training. In: Trainer. Heft 3. S. 43–45.
180. Strack, A. & Eifler, C. (2005). The individual lifting performance method – a practical method for fitness- and recreational strength training. In: Giessing, J., Fröhlich, M., Preuss, P. (Hg.). Current results of Strength Training Research. Göttingen: Cuvillier. S. 153–163.
181. Sullivan, D. H. et al. (2001). Progressive Resistance Muscle Strength Training of Hospitalized Frail Elderly. In: American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation 80. S. 503–509.
182. Tabata, I. et al. (1996). Effects of moderate-intensity endurance and highintensity intermittent training on anaerobic capacity and VO₂max. In: Medicine and Science in Sports and Exercise 28. S. 1327–1330.
183. Tesch, P. A. (1994). Training im Bodybuilding. In: Komi, P. V. (Hg.). Kraft und Schnellkraft im Sport. Köln: Deutscher

184. Tidow, G. & Wiemann, K. (1993). Zur Interpretation und Veränderbarkeit von Kraft-Zeit-Kurven bei explosiv-ballistischen Krafteinsätzen. Teil I. In: Dtsch Z Sportmed 44. S. 92–103.
185. Tidow, G. & Wiemann, K. (1993). Zur Interpretation und Veränderbarkeit von Kraft-Zeit-Kurven bei explosiv-ballistischen Krafteinsätzen. Teil II. In: Dtsch Z Sportmed 44. S. 137–149.
186. Tittel, K. & Wutscherk, H. (1994). Anthropometrische Faktoren. In: Komi, P.V. (Hg.). Kraft und Schnellkraft im Sport. Köln: Deutscher Ärzteverlag. S. 183–198.
187. Tulder, M. W., Koes, B. W., Bouter, L. M. (1997). Conservative Treatment of Acute and Chronic Nonspecific Low Back Pain. In: Spine 22. S. 2128–2156.
188. Verstegen, M. & Williams, P. (2006). Core Performance. Das revolutionäre Workout-Programm für Körper und Geist. München: riva.
189. Weineck, J. (2007). Optimales Training Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings (15. Auflage). Balingen: Spitta.
190. Wiemann, K. & Klee, A. (2000). Die Bedeutung von Dehnen und Stretching in der Aufwärmphase vor Höchstleistungen. In: Leistungssport 30. S. 5–9.
191. Wilke, C. & Froböse, I. (2003). Sensomotorisches Training in der Therapie: Grundlagen und praktische Anwendung. In: Froböse, I., Nellessen, G. Wilke, C. (Hg.): Training in der Therapie . Grundlagen und Praxis, 2. überarb. Aufl. München, Jena: Urban & Fischer. S. 139–174.
192. Willardson, J. M., Fontana, F. E., Bressel, E. (2009). Effect of surface stability on core muscle activity for dynamic resistance exercises. In: International Journal of Sports Physiology and Performance 4. S. 97–109.
193. Winchenbach, H. (2003). Welche Bedeutung hat die Kraft für die Haltung? In: Gesundheitssport und Sporttherapie 19, S. 173–174.
194. Wirth, K., Atzor, K. R., Schmidbleicher, D. (2007): Veränderungen der Muskelmasse in Abhängigkeit von Trainingshäufigkeit und Leistungsniveau. In: Dtsch Z Sportmed 58. S. 178–183.
195. Zahran, K. M. (2003). Computersimulation zur biomechanischen Diagnose des Gewichthebens (Dissertation Universität Konstanz).
196. Zatsiorsky, Vladimir M.: Krafttraining. Praxis und Wissenschaft. Meyer & Meyer, Aachen 1996.

197. Zemper, E. D. (1990). Four-year study of weightroom injuries in a national sample of college football teams. In: National Strength and Conditioning Association Journal 12. S. 32–35.

Elektronische Quellen (Internet)

- Campbell, B. et al. (2007). International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. In: Journal of the international society of nutrition 4. [Elektronische Version unter www.biomedcentral.com/content/pdf/1550-2783-4-8.pdf] (Zugriff am 2011)
- Faigenbaum, A. D. (ohne Jahr). Youth Resistance Training. Internet: www.nsca-lift.org/HotTopic/download/Youth%20Hot%20Topics.pdf (Zugriff am 13.12. 2009).
- McGill, S. M. (2005) On the Use of Weight belts. Internet: www.backfitpro.com/articles/weight%20belts.pdf (Zugriff am 05.12. 2010)
- National Strength and Conditioning Association (ohne Jahr). Position Statement. Strength training for the female athletes (www.nsca-lift.org/Publications/Strength%20Training%20for%20Female%20Athletes.pdf) (Zugriff am 30.11. 2010).
- Schmidtbleicher, D. et al. (2009). Vergleich unterschiedlicher Kniebeugetechniken zur Entwicklung der Schnellkraft. In: BISp-Jahrforschungsförderung 2008/2009 [Elektronische Version unter www.biomedcentral.com/content/pdf/1550-2783-4-8.pdf] (Zugriff am 28.01. 2011).
- Willardson, J. M. (ohne Jahr). Unstable resistance exercise. Internet: www.nsca-lift.org/HotTopic/download/Unstable%20Resistance%20Exercise.pdf (Zugriff am 09.11.2010).
- E7 www.bvdg-online.com
- E8 www.iwf.net
- E9 www.powerlifting-ipf.com
- E10 www.weider-germany.de