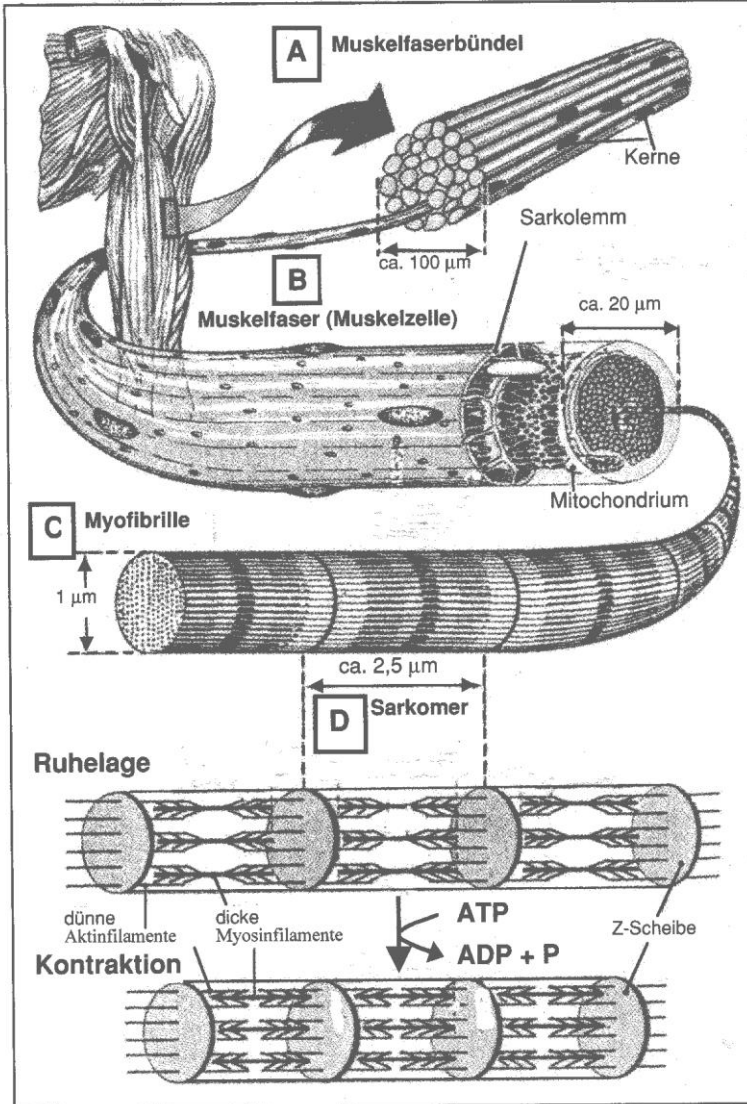


Kapitel V: Kraft (Alle Inhalte und Tabellen nach Friedmann: Fit sein durch Ausdauer und Kraft)

1. Wozu Krafttraining?

- Vermeidung degenerativen Erkrankungen des Bewegungsapparates (Wirbelsäulenerkrankungen, Arthrosen, Osteoporose, Bindegewebschwäche)
- Verringerung der Verletzungsgefahr
- Kraft als Grundlage sportlicher Leistungen und Fitness
- „Gute Figur“ und Bodybuilding

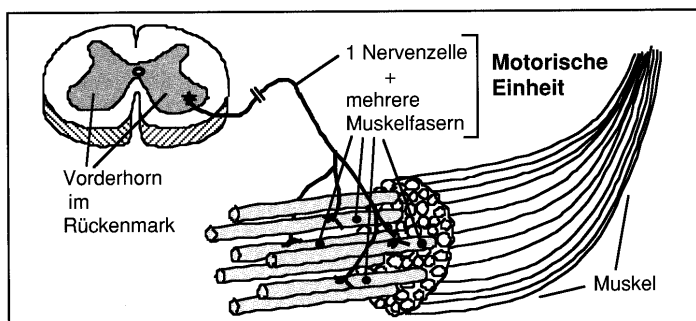
2. Aufbau und Funktion eines Skelettmuskels



Das Zusammenspiel der Agonisten (Synergisten) und Antagonisten bezeichnet man als **intermuskuläre Koordination**.

2.3 Motorische Einheit, intramuskuläre Koordination

Die Kontraktion einer Muskelfaser wird durch Nervenimpulse ausgelöst. Eine motorische Nervenzelle kontrolliert (innerviert) mehrere Muskelfasern.



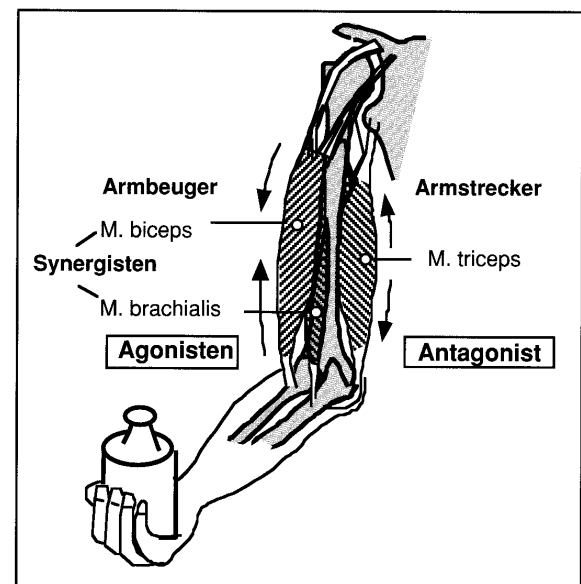
Skelettmuskelfasern (B) sind die kleinste zelluläre Einheit eines Muskels. Sie werden zu einem **Muskelfaserbündel (A)** zusammengefasst; diese kann man mit bloßem Auge erkennen (0,1mm). Viele Muskelfaserbündel bilden einen Muskel.

In der Skelettmuskulatur wird die Kraft die für Bewegungen notwendig ist durch Kontraktion entwickelt. Das **Sarkomer (D)** ist die kleinste kontraktile Einheit einer Muskelfaser. Tausende hintereinandergeschaltete Sarkomere bilden eine **Myofibrille (C)**. Während der Kontraktion verkürzen sich die Sarkomere. Die dünnen Aktinfilamente werden unter Energieverbrauch (Spaltung von ATP) zwischen die dicken Myosinfilamente gezogen: **Gleittheorie der Muskelkontraktion**.

Ein Sarkomer kann sich etwa um 1µm (1 Millionstel Meter) verkürzen; um eine Muskelverkürzung von 1 cm zu erreichen, müssen sich also etwa 10.000 hintereinanderliegende Sarkomere einer Myofibrille gleichzeitig kontrahieren. Die Kraftentwicklung ist um so höher je mehr Myofibrillen an der Aktion beteiligt sind.

2.2 Beugen und Strecken, intermuskuläre Koordination

Verkürzt sich der Beugemuskel (**Agonist**) dann wird der erschlaffte Streckmuskel (**Antagonist**) passiv gedehnt und umgekehrt. Bei aktiver Streckung werden die Streckmuskeln als Agonisten und die Beugemuskeln als Antagonisten bezeichnet. Sind mehrere Muskeln an der Beugung oder Streckung beteiligt, bezeichnet man sie als **Synergisten**.





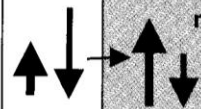

Die motorische Nervenzelle und die von ihr innervierten Muskelfasern bilden eine **motorische Einheit**.

Je nach Funktion besteht ein Muskel aus mehr oder weniger solcher Einheiten. Die motorische Einheit gehorcht dem „Alles-oder-Nichts-Gesetz“. d.h. erreicht der Impuls des Motoneurons den Schwellenwert, dann kontrahieren sich alle Muskelfasern.

Die Koordination der Aktivierung verschiedener motorischer Einheiten des gleichen Muskels bezeichnet man als **intramuskuläre Koordination**.

Von den in einem Muskel vorhandenen Fasern kann der Untrainierte willkürlich nur etwa 45%-60% gleichzeitig aktivieren. Durch intensives Training kann die Zahl deutlich erhöht werden (bis ca. 90%).

2.4 Arbeitsweisen der Muskulatur

Situation		Arbeitsweise des Muskels	Beispiele Ablauf der Längenänderung
Innere Kraft ¹ ist größer als äußere Kraft ²		überwindend = positiv-dynamisch (= konzentrisch)	Heben in den Ballenstand: Wadenmuskel verkürzt sich.
Innere Kraft ist geringer als äußere Kraft		nachgebend = negativ-dynamisch (= exzentrisch)	Senken aus dem Ballenstand in den Stand: Wadenmuskel wird verlängert .
Innere Kraft zunächst geringer dann größer als äußere Kraft		nachgebend – überwindend (exzentrisch-konzentrisch) = reaktiv	Absprungphasen bei Sprüngen: in der Stemmphase Verlängerung , anschließend Verkürzung der Muskulatur
Innere Kraft ist gleich der äußeren Kraft		haltend (statisch)	Kreuzhang an den Ringen, Hanstand, Standwaage: Die Muskellänge bleibt konstant .

¹ Innere Kraft: Aktionskraft, die ein Muskel oder eine Muskelkette entwickelt.

² Äußere Kraft: Äußere Widerstände, die der Aktionskraft des Muskels entgegenwirken (z.B. Gewicht (Schwerkraft), Reibung).

Im Bereich Gesundheit und Fitness sollte man beim Krafttraining vor allem die positiv-dynamische Arbeitsweise bevorzugen.

2.5 Muskelfasertypen

- **Schnell kontrahierende Fasern**, auch FT-Fasern (FT = fast-twitch) oder helle ("weiße") Fasern genannt.
- **Langsam kontrahierende Fasern**, auch ST-Fasern (ST = slow-twitch) oder dunkle ("rote") Fasern genannt. Die dunkelrote Färbung wird durch eine hohe Myoglobinkonzentration verursacht.

Fasertyp	ST-Fasern	FT-Fasern
Eigenschaften		
Kontraktionsgeschwindigkeit	langsam	schnell (ca. 2 x Geschwindigkeit von ST-Fasern)
Energiegewinnung	hpts. aerob (mit Sauerstoff)	hpts. anaerob (ohne Sauerstoff)
Ermüdung	langsam	schnell
Einsatzbereich	Langsam bis zügig ablaufende Kontraktionen (bei niedriger Kraftbelastung, bis ca. 50% Maximalkraft, werden fast ausschließlich ST-Fasern aktiviert)	- Schnell (explosiv) ablaufende Kontraktionen - bei langsam bis zügig ablaufenden Kontraktionen Zuschaltung ab ca. 50% Maximalkraft

Alle Muskelfasern einer motorischen Einheit gehören immer zum gleichen Fasertyp. Der Anteil der jeweiligen Fasern in einem Muskel ist größtenteils angeboren und kann durch Training nur in engen Grenzen beeinflusst werden.

Der „geborene Langstreckenläufer“ besitzt mehr langsame, der „geborene Sprinter“ mehr schnelle Muskelfasern.

3. Welche Kraftfähigkeiten sind für Gesundheit und Fitness wichtig?

Die Kräfte, die bei bestimmten Körperhaltungen, Bewegungen oder sportmotorischen Leistungen erforderlich sind, werden im Wesentlichen durch drei Parameter bestimmt:

- Die erforderliche Krafthöhe
- Die Zeit, in welcher diese Krafthöhe erreicht werden muss
- Die Zeitdauer, über welche die Kraft benötigt wird

Entsprechend diesen Parametern lässt sich die Kraft in drei verschiedene Kraftfähigkeiten differenzieren: **Maximalkraft** (maximale Krafthöhe), **Schnellkraft** (möglichst schnelle Kraftentwicklung) und **Kraftausdauer** (möglichst langes Halten der Kraft).

3.1 Maximalkraft

Maximalkraft ist die größtmögliche Kraft, die **willkürlich** gegen einen Widerstand ausgeübt werden kann.

Im Bereich von **Gesundheit und Fitness** spielt die Optimierung einer Leistung keine Rolle. Es ist deshalb ausreichend, wenn die Maximalkraft der einzelnen Muskeln so gut entwickelt ist, dass der Bewegungsapparat vor degenerativen Erkrankungen und Verletzungen geschützt ist.

Möchte man seine allgemeine **Fitness und seine sportlichen Leistungen** verbessern, dann ist dies nur auf der Basis einer guten Maximalkraft möglich. Die Ausprägung der je nach Sportart erforderlichen Kraftfähigkeiten **Schnellkraft und Kraftausdauer** wird nämlich in starkem Maße von der Maximalkraft beeinflusst.

Je höher das Körpergewicht, desto besser muss die Maximalkraft ausgeprägt sein. Die Maximalkraft wird hier als Relative Kraft bezeichnet:

$$\text{Relative Kraft} = \text{Maximalkraft} / \text{Körpergewicht}$$

Leistungsbestimmende Faktoren der Maximalkraft

- **Muskelquerschnitt:** Je größer der Querschnitt, desto höher ist die Zahl der kontraktilen Elemente Aktin und Myosin.
- **Intramuskuläre Koordination:** Je mehr motorische Einheiten gleichzeitig kontrahiert werden können, desto größer ist die entwickelte Kraft.
- **Intermuskuläre Koordination:** Durch ein gutes Zusammenspiel der Synergisten und Antagonisten kann sich bei einer Bewegung die Kraft der Agonisten optimal entwickeln.

3.2 Schnellkraft

Schnellkraft ist die Fähigkeit, den eigenen Körper oder ein Gerät mit hoher Geschwindigkeit zu bewegen bzw. Widerstände mit höchstmöglicher Kontraktionsgeschwindigkeit zu überwinden

Für die **Gesundheit** ist die Schnellkraft **ohne Bedeutung**, auch für eine **allgemeine Fitness** spielt sie nur eine **geringe Rolle**. **Sportliche Leistungen** werden hingegen **häufig von der Schnellkraft** bestimmt.

Leistungsbestimmend für die Schnellkraft sind folgende Faktoren:

- Maximalkraft
- Intra- und intermuskuläre Koordination zu Beginn der Kontraktion (→ mehr motor. Einheiten)
- Zahl der FT-Fasern

3.3 Kraftausdauer

Kraftausdauer ist die Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei langandauernden oder sich wiederholenden Kraftleistungen mit überwiegend anaerob-laktazider Energiegewinnung

Kraftausdauer ist für alle Belastungen zwischen 7 sec und 2 min die entscheidende Kraftfähigkeit, danach überwiegt die aerobe Energiegewinnung. Nur bei relativ langsamer Bewegungsausführung wie z.B. Rudern, Schwimmen und Radfahren ist die anaerob-laktazide Energiegewinnung bis ca. 6 min leistungsbestimmend.

Leistungsbestimmend für die Kraftausdauer sind somit folgende Faktoren:

- Maximalkraft und/oder Schnellkraft (Muskulatur wird geringer belastet)
- Anaerob-laktazide Energiegewinnung

Für die **Gesundheit** hat die Kraftausdauer keine größere Bedeutung, außer für die Stütz-muskulatur (vorwiegend Rumpf). Im Bereich der Fitness ist die Kraftausdauer eine wichtige Fähigkeit. Bei längeren Belastungen kann die Kraftausdauer um so effektiver eingesetzt werden, je besser die aerobe Ausdauer ausgeprägt ist. Durch die hohe aerobe Kapazität kann die Milchsäurebildung hinausgezögert werden.

4. Krafttraining

4.1 Ziele und Voraussetzungen

Primäres Ziel eines Krafttrainings ist die Verbesserung der Maximalkraft

Dies geschieht durch Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination sowie Vergrößerung des Muskelquerschnitts.

Verbesserung der intramuskulären Koordination:

- Durch hohe Belastungsintensitäten (über 85%)
- Nachteile sind ein hohes Risiko für Verletzungen des Bewegungsapparates sowie durch Pressatmung verursachten Anstieg des Blutdrucks und dessen negativen Folgen
- Deshalb wird diese Methoden fast ausschließlich im Leistungssport angewandt

Verbesserung der intermuskulären Koordination:

Spielt für den Gesundheits- und Fitnessbereich keine Rolle

Vergrößerung des Muskelquerschnitts:

Muskelaufbautraining zur Vergrößerung des Muskelquerschnitts kann sehr schonend durchgeführt werden und ist für den Bereich Gesundheit und Fitness bestens geeignet.

Die Reizschwelle liegt bei 40- 60% der Maximalkraft.

4.2 Trainingsmethoden

Die unterschiedlichen Arbeitsweisen der Muskulatur und die erforderlichen Belastungsintensitäten haben gezeigt, dass im Bereich von Gesundheit und Fitness vor allem Trainingsmethoden mit positiv-dynamischer Arbeitsweise und möglichst geringer Belastungsintensität sinnvoll sind. Aus diesem Grund werden nur das Muskelaufbautraining zu Verbesserung der Maximalkraft und Methoden zum Training der Kraftausdauer besprochen.

	Muskelaufbautraining	Kraftausdauertraining			
Charakterisierung	<ul style="list-style-type: none">• Geringe-mittlere Intensität• hohe Wiederholungszahlen	<ul style="list-style-type: none">• sehr geringe bis mittlere Intensität• sehr hohe Wiederholungszahlen			
Belastungsgefüge	Training an Stationen		Circuittraining		
Intensität	Gesundheit 40-60%	Fitness 60-80%	Gesundheit 20-40%	Fitness 40-70%	ca. 30-70% (abhängig von Übung)
Wiederholungen	12-8	10-6	25-12		Belastungszeit 20-30sec
Umfang/Serien	6-4	8-6	8-4		6-12 Stationen, 2-4 Rundgänge
Pause	zwischen den Serien 2-4 min				zwischen d. Stationen: 20-80 sec zwischen d. Rundgängen: 2-4 min
Wesentliche Wirkung	Zunahme des Muskelquerschnitts	<ul style="list-style-type: none">• Verbesserung der Energiegewinnung (hpts. anaerob-laktaz.)• Zunahme des Muskelquerschnitts			

Über die Anzahl der Wiederholungen kann man annäherungsweise die Maximalkraft bestimmen. Die konzentrische Phase sollte langsam bis zügig und die exzentrische Phase immer langsam durchgeführt werden. Um Muskelverkürzungen zu vermeiden und um eine Kraftzunahme über den ganzen Gelenkwinkelbereich zu erreichen, sollten die Bewegungen möglichst über den ganzen Bewegungsradius ausgeführt werden.

Die Trainingshäufigkeit liegt bei 2 bis 3 Einheiten pro Woche.

4.3 Trainingsplanung und Tipps zum Krafttraining

Untrainierte sollten vor Beginn des eigentlichen Krafttrainings ein sogenanntes Anpassungs- oder Gewöhnungstraining durchführen. Hierbei sollte man über einen Zeitraum von 2-4 Wochen (1-2-mal Training pro Woche) mit Intensitäten unter 30% trainieren. Das Belastungsgefüge sollte wie folgt gestaltet werden:

- Intensität: unter 30%
- Wiederholungen: 15-20
- Serien: 3-1
- Pausen zwischen den Serien: 3-5 min

Mit einem solchen "Einstiegstraining" lässt sich Muskelkater und frühzeitiger Überbeanspruchung vorbeugen. Außerdem kann man die Trainingsgeräte gefahrlos kennen lernen und eine technisch korrekte Bewegungsausführung trainieren.

Die auf Seite 30 dargestellten Tipps zum Ausdauertraining gelten größtenteils auch für das Krafttraining. Im Folgenden sind noch einige weitere, besonders beim Krafttraining zu beachtende Hinweise zusammengestellt.

- Vor einem Krafttraining muss man sich sorgfältig aufwärmen, nach dem Krafttraining kann durch Lockerungs- und Dehnübungen die Regeneration beschleunigt und einer Verkürzung der Muskulatur vorgebeugt werden.
- Das subjektive Belastungsempfinden am Ende einer Serie sollte mittel bis schwer aber nicht sehr schwer sein (siehe Ausdauertraining S. 32).
- Die Übungen sollen ruhig und korrekt ausgeführt werden, in der konzentrischen Phase sollte man ausatmen und Pressatmung vermeiden.
- In einer Trainingseinheit sollten Agonisten und Antagonisten trainiert werden (muskuläres Gleichgewicht).
- Die Pausen zwischen den Serien sollten nicht nur nach der Zeit sondern auch nach dem subjektiven Belastungsempfinden ausgerichtet werden.
- Um Zeit zu sparen, kann man Übungen im Wechsel so miteinander kombinieren, dass unterschiedliche Muskeln beansprucht werden (Prinzip des Circuittrainings).