

Kraft und Krafttraining



Kraftfähigkeiten spielen in vielen Sportarten eine wichtige Rolle. Sportliche Leistungen, wie Gewichtheben und Kugelstoßen sind sehr offensichtlich von gut entwickelten Kraftfähigkeiten bedingt. Die Differenzierung von Kraftfähigkeiten ist notwendig, um ein gezieltes Training dieser zu ermöglichen. In der Sportwissenschaft unterscheidet man die Maximalkraft-, Schnellkraft-, Reaktivkraft- und Kraftausdauerfähigkeit. Mit speziellen Trainingsmethoden werden die Kraftfähigkeiten gezielt entwickelt. Diese Methoden sprechen dabei spezifische biologische System an. Zur Überprüfung der Wirksamkeit eines Krafttrainings werden Diagnoseverfahren eingesetzt. Solche Krafttests sind wichtig für die Trainingssteuerung.

1 Kraftleistungen und Kraftfähigkeiten

Physikalisch sind Kräfte notwendig, wenn ein Körper aus der Ruhe beschleunigt oder sein Bewegungszustand verändert werden soll. Damit ein frei beweglicher Körper, wie eine Kugel, möglichst weit gestoßen werden kann, muss deren Masse durch Muskelkontraktionen beschleunigt werden. Die Kraft F ist daher definiert als das Produkt von Masse m und Beschleunigung a :

$$F = m \cdot a$$

Man nennt dies auch die dynamische Wirkung von Kräften, da sich der Bewegungszustand des Objektes verändert. Kräfte können aber auch verformend wirken. So biegt die Stabhochspringerin ihren Stab und speichert damit Energie, die sie später wieder ausnutzt, um vom Stab nach oben katapultiert zu werden. Diese Verformung des Stabes ist abhängig von der einwirkenden Kraft, die die Stabhochspringerin über ihre Arme erzeugt.

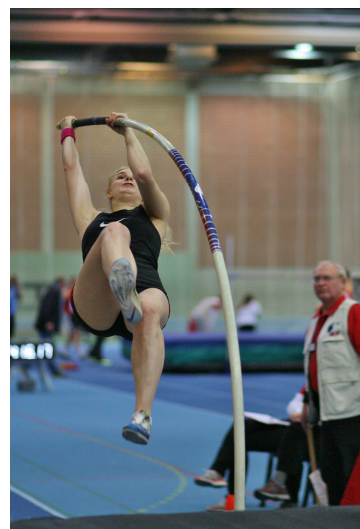
Sportliche Tätigkeiten, bei denen hohe Muskelkräfte erforderlich sind, werden als **Kraftleistungen** bezeichnet, wenn man mindestens 30 Prozent seines individuellen Kraftmaximums aufbringt. Damit werden Kraftleistungen von anderen sportlichen Leistungen, wie Schnelligkeits- oder Ausdauerleistungen abgegrenzt.

Kraftfähigkeiten stellen Voraussetzungen für Kraftleistungen dar. Sie ermöglichen es, Gegenstände oder Körper zu beschleunigen,

abzubremsen, zu verformen oder eine bestimmte Körperstellung aufrecht zu erhalten. Je nach Sportart müssen Kraftleistungen in unterschiedlichen Zeiträumen erbracht werden. So hält ein Ringer seinen Gegner über längere Zeit am Boden liegend fest, während ein Skispringer seine Absprungbewegung in einer sehr kurzen Zeit durchführt.

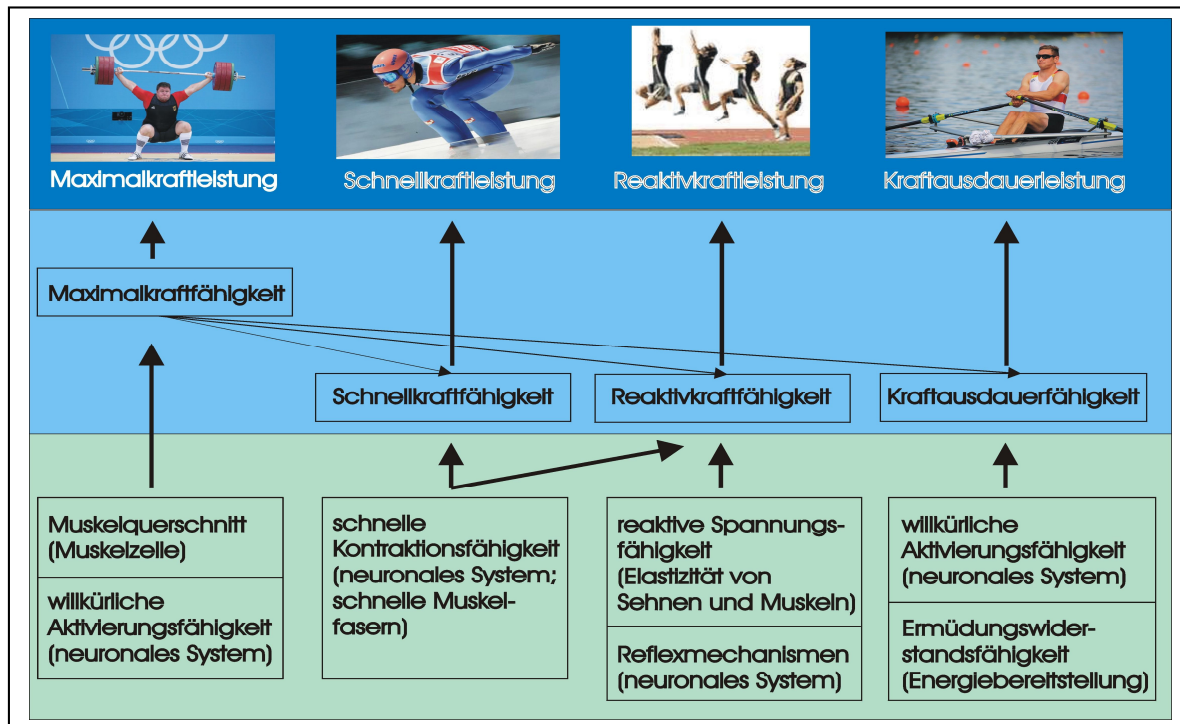
In der Sportwissenschaft hat sich die Strukturierung der Kraftfähigkeiten in Maximalkraft, Schnellkraft, Reaktivkraft und Kraftausdauer als besonders zweckmäßig erwiesen. Aus Vereinfachungsgründen wird bei diesen Begrifflichkeiten häufig der Zusatz „-fähigkeit“ weggelassen.

Die genannten Kraftfähigkeiten werden durch geeignete Trainingsmethoden entwickelt und mittels spezieller Diagnoseverfahren überprüft.



42.1 Kraftwirkung beim Stabhochsprung

Kraft und Krafttraining



43.1 Kraftleistungen und Kraftfähigkeiten

Der **Maximalkraft** kommt eine übergeordnete Bedeutung zu. Sie kann als die Basisfähigkeit bezeichnet werden, weil sie die anderen Fähigkeiten zum Teil mitbestimmt. Unter Maximalkraft versteht man die höchstmögliche Kraft, die bei einer willkürlichen Kontraktion eines Muskels oder mehrerer Muskeln erzeugt werden kann.

Bei einer willkürlichen Kontraktion kann ein Mensch je nach Muskel und Trainingszustand nur einen Teil der Fasern eines Muskels gleichzeitig maximal aktivieren. Ein verbleibender Rest wird demgegenüber nur gering aktiviert. Würde man alle Fasern eines Muskels maximal kontrahieren können, entstünde ein höherer Kraftwert als der willkürlich erreichbare. Diesen Wert nennt man **Absolutkraft**. Die Absolutkraft ist nur von der **Muskelmasse** abhängig. Je mehr Muskelmasse ein Athlet zur Verfügung hat, desto größer ist sein Kraftpotential, das er theoretisch abrufen könnte. Durch eine Elektrostimulation könnte man die größtmögliche Kontraktion aller Muskelfasern erreichen und damit die Absolutkraft messen.

Bei Untrainierten können je nach Muskel bei einer maximalen, willkürlichen Kontraktion nur circa 70 Prozent der Absolutkraft erreicht werden. Die in diesem Fall vorliegende Differenz von 30 Prozent wird als **Kraftdefizit** bezeichnet. Bei Trainierten kann dies bis auf rund 5 Prozent verringert werden. Daraus wird ersichtlich, dass die Maximalkraftfähigkeit daher nicht nur von der Muskelmasse abhängt, sondern auch von der Fähigkeit, die vorhandene Muskulatur möglichst umfassend und mit hoher Innervationsfrequenz zur Kontraktion zu bringen. Dieses Vermögen wird als die **willkürliche Aktivierungsfähigkeit** bezeichnet.

Während bei der Muskelmasse die Muskelzelle das grundlegende biologische System ist, spricht man bei der willkürlichen Aktivierungsfähigkeit von einer neuronal, also durch das Nervensystem bedingten Fähigkeit. Hier ist das Zusammenspiel von Nerven und Muskeln das entscheidende biologische System, das leistungsbestimmend ist. Will ein Gewichtheber seine Maximalkraftfähigkeit steigern kann er dies daher sowohl über eine Steigerung der Muskelmasse, als auch über eine Verbesserung der willkürlichen Aktivierungsfähigkeit erreichen.

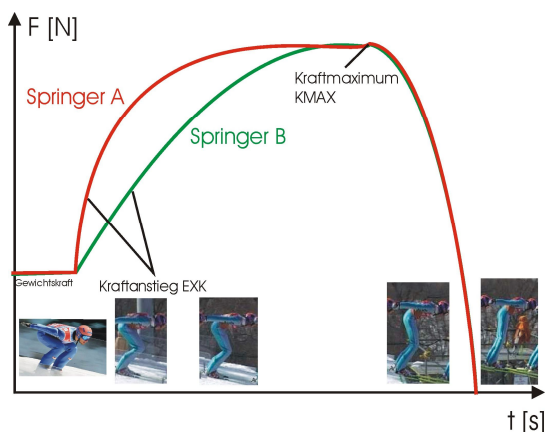
Kraft und Krafttraining

1 Von der Maximalkraftfähigkeit kann man die
2 **Schnellkraftfähigkeit** abgrenzen. Bei
3 schnellkräftigen Bewegungen geht es darum,
4 in der für eine Kontraktion zur Verfügung
5 stehenden Zeit einen möglichst schnellen und
6 hohen Kraftanstieg zu erreichen. Vor genau
7 diesem Problem steht auch ein Skispringer,
8 der in kurzer Zeit einen möglichst hohen
9 Kraftwert erzeugen muss, um einen optimalen
10 Absprung durchzuführen. Bei einer
11 schnellkräftigen Bewegung soll demnach ein
12 möglichst hoher Kraftstoß erreicht werden.
13 Die Abbildung 44.1 zeigt die Zeitverläufe der
14 Vertikalkraft von zwei Athleten beim Ab-
15 sprung auf der Schanze.

16 Während des Absprunges soll ein Athlet mit
17 seinen Beinen eine möglichst maximale Kraft
18 erzeugen. Aus dem mit einer Kraftmessplatte
19 gemessenen Kraft-Zeitverlauf kann man die
20 Maximalkraft entnehmen, aber auch den
21 Verlauf des Kraftanstieges.

22 Die Maximalkraftfähigkeit wird über das
23 Kraftmaximum K_{MAX} abgeschätzt, das
24 Vermögen, einen schnellen Kraftanstieg zu
25 generieren, über den Explosivkraftkennwert
26 E_{XK} . Er gibt die Steigung der Kraft-
27 Zeitkurve im steilsten Abschnitt wieder.

28 Beide Athleten erzielen das gleiche Kraftma-
29 ximum gegen Ende des Kraft-Zeitverlaufes.
30 Springer A kann jedoch die Kraft schneller
31 entwickeln und erreicht damit eine größere
32 Fläche unter der Kraft-Zeitkurve. Diese Flä-
33 che unter der Kurve bezeichnet man auch als
34 Kraftstoß. Springer A generiert also den grö-
35 ßeren Kraftstoß und erreicht damit einen
36 höheren Absprung.



44.1 Kraft-Zeitverläufe von zwei Athleten beim Skisprung

Schnellkraftsportarten sind dadurch gekenn-
zeichnet, dass während der Bewegung nur
begrenzte Zeit für die Kraftentwicklung zur
Verfügung steht. Der Kugelstoßer muss in
kurzer Zeit hohe Kräfte erzeugen, um die
Kugel zu beschleunigen. Hier dominiert der
Einfluss der Maximalkraft. Ein Fechter muss
sein Florett möglichst schnell zum Körper
seines Gegners bewegen, um einen Treffer zu
landen. Es ist dabei nicht wichtig, maximale
Kräfte zu erzielen, sondern die Bewegung in
kürzester Zeit auszuführen. Daher muss ein
Fechter über eine möglichst hoch ausgeprägte
Schnellkraft verfügen, während seine Maxi-
malkraft in den Hintergrund rückt.

Für den Fechter ist eher die **schnelle Kon-
traktionsfähigkeit** von Bedeutung. Hier
kommt der Faserzusammensetzung eines
Muskels für die Ausprägung der Schnell-
kraftfähigkeit entsprechende Bedeutung zu.
Ein Muskel setzt sich aus langsam und
schnell zuckenden Muskelfasern zusammen
(vgl. S. ???). Diese Zusammensetzung ist
weitgehend genetisch festgelegt. Ein hoher
Anteil schnell zuckender Muskelfasern kann
daher zu einem schnelleren Kraftanstieg bei-
tragen.

Beginnt eine Kontraktion, so werden zu-
nächst die langsam zuckenden Muskelfasern
kontrahiert. Mit zunehmender Kraft werden
dann auch die schneller zuckenden Fasern
hinzu geschaltet. Diese Abfolge der Zuschal-
tung – auch Rekrutierungsabfolge genannt –
hat Einfluss auf den Kraftanstieg. Können die
schnell zuckenden Fasern früher während der
Kontraktion aktiviert werden, führt dies zu
einem steileren Kraftanstieg. Gelingt es wäh-
rend der Kontraktion darüber hinaus, mög-
lichst viele Muskelfasern gleichzeitig zucken
zu lassen, so spricht man von deren Synchroni-
sation. Auch diese Synchronisation führt zu
schnelleren Kraftanstiegen. Letzlich kann die
Muskulatur auch mit höheren Impulsfrequen-
zen aktiviert werden, Man spricht dann von
einer erhöhten Frequenzierung.

Werden sportliche Bewegungen mit Aushol-
bewegungen eingeleitet, wie dies zum Bei-
spiel bei einem Volleyballschmetterschlag

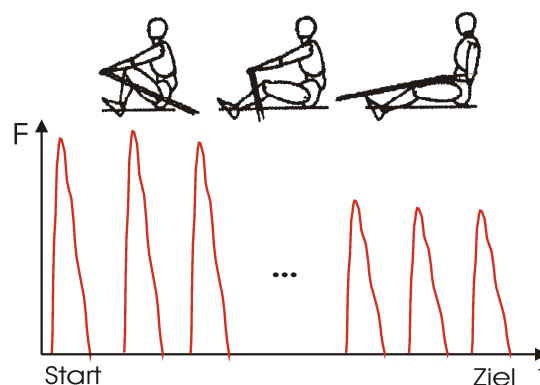
Kraft und Krafttraining

1 oder beim Absprung eines Weitspringers zu
2 beobachten ist, spricht man von einem **Deh-**
3 **nungs-Verkürzungszyklus**, abgekürzt DVZ.
4 Hier liegt eine Kombination von einer ex-
5 zentrischen und konzentrischen Kontraktion
6 vor (vgl. S. ???). Die Beinstreckmuskeln
7 werden in der Ausholbewegung zunächst
8 gedehnt, um dann anschließend zu kontrahie-
9 ren. Dieses Bewegungsverhalten führt zu
10 besseren Sprungleistungen als bei einer rein
11 konzentrischen Kontraktion.

12 Die besseren Leistungen durch Bewegungen
13 im DVZ werden durch eine Energiespeiche-
14 rung im elastischen Gewebe von Muskeln
15 und Sehnen und auftretende Reflexmecha-
16 nismen erklärt. Kängurus beherrschen diese
17 Nutzung von elastischer Energie sehr gut. Sie
18 können daher mit relativ geringem biochemi-
19 schen Energieumsatz längere Strecken mit
20 langen Sprüngen zurücklegen. Die elasti-
21 schen Strukturen von Muskeln und Sehnen
22 können dabei wie ein Gummiband interpre-
23 tiert werden. Dieses wird in der exzentrischen
24 Phase der Kontraktion gespannt, um dann in
25 der konzentrischen Phase wieder seine Ener-
26 gie abzugeben. Leistungsbestimmend sind
27 demnach die Steifheit der Muskelfasern, die
28 Elastizität der Sehnen, aber auch neuronale
29 Mechanismen wie die Aktivierung und die
30 Dehnungsreflexe der Muskulatur.

31 Diese Mechanismen kann ein Weitspringer
32 im Absprung nutzen, um Energie aus dem
33 Anlauf in der Muskulatur und den Sehnen zu
34 speichern und diese dann wieder in der fol-
35 genden Streckung im Absprung zu nutzen.
36 Gleichzeitig können durch schnelle Muskel-
37 dehnungen Dehnungsreflexe ausgelöst wer-
38 den, die zur Aktivierung von weiterer Mus-
39 kulatur führen.

40 Diese Fähigkeit, Energie in elastischen Struk-
41 turen zu speichern und anschließend wieder
42 nutzbar zu machen, wird als **Reaktivkraft**
43 bezeichnet. Neben der Maximalkraftfähigkeit
44 und der schnellen Kontraktionsfähigkeit spie-
45 len hier also noch die sogenannte reaktive
46 Spannungsfähigkeit und aktivierte Reflexme-
47 chanismen für die Leistung eine wichtige
48 Rolle.



45.1 Kraft-Zeitverläufe am Beginn und am Ende eines Ruderns

Als letzte Kraftfähigkeit lässt sich die **Kraft-**
ausdauer definieren. Sie wird als Mischfä-
higkeit verstanden, da die betreffenden Kraft-
leistungen, wie etwa im Rudern, auch von der
Energiebereitstellung abhängen. Hier wirken
je nach Dauer und Intensität der Belastung
Kraftfähigkeiten und Energiebereitstellungs-
mechanismen zusammen. Als Ziel einer
Kraftausdauerleistung wird das Erzeugen
einer möglichst hohen Impulssumme in ei-
nem vorgegebenen Zeitraum oder über eine
vorgegebene Strecke angesehen. Ebenso soll
im Laufe der Belastung die Reduktion der
Einzelimpulse vom Anfang zum Ende der
Belastung möglichst gering ausfallen. Typi-
sche Kraftausdauerleistungen erfordern min-
destens 30 Prozent des individuellen Kraft-
maximums, wie zum Beispiel beim Alpinen
Abfahrtslauf, Rudern, Kanufahren oder Rin-
gen.

So hat ein Ruderer die Aufgabe, während der
Belastung möglichst hohe Impulssummen
mit seinen Ruderblättern zu erzeugen, damit
das Boot über die gesamte Renndauer eine
möglichst hohe Geschwindigkeit beibehält.
Einen hohen Impuls kann der Ruderer da-
durch produzieren, dass er möglichst schnell
hohe Kraftwerte pro Ruderschlag erreicht.
Hierzu muss die Muskulatur möglichst stark
aktiviert werden. Die willkürliche Aktivie-
rungsfähigkeit spielt daher für die Höhe des
Impulses eine Rolle. Insbesondere am Start
sind hohe Kräfte notwendig, hier ist demnach
die Maximalkraft dominierend. Je länger die
Belastung andauert, desto wichtiger wird es,
dass die Einzelimpulse nicht durch Ermü-
dung reduziert werden. Der Ruderer strebt

Kraft und Krafttraining

1 also an, auch am Ende noch möglichst hohe
2 Impulse zu produzieren und keine Einbußen
3 hinnehmen zu müssen. Hier werden dann
4 Energiebereitstellungsprozesse wichtig, da-
5 mit der Ruderer seine Leistung wegen hoher
6 Laktatwerte nicht zu früh reduzieren muss.

- 7
8
- 9 1. Begründen Sie an ausgewählten Beispielen, bei
10 welchen Sportarten die Reaktivkraftfähigkeit leis-
11 tungsbestimmend ist.
 - 12 2. Beschreiben Sie die Einflussfaktoren einer ausge-
13 wählten Kraftausdauerleistung
 - 14 3. Analysieren Sie die in Abbildung 45.1 gezeigten
15 Kraft-Zeitverläufe und diskutieren Sie alternative
16 Varianten unter Einbeziehung der jeweils domi-
17 nierenden Kraftfähigkeiten.
- 18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50