

Training der motorischen Hauptbeanspruchungsformen Kraft und Schnelligkeit

Lerninhalte:

- Bedeutung der Kraft für die sportliche Leistungsfähigkeit
- Anatomisch-physiologische Grundlagen der leistungsbestimmenden Faktoren
- Arten der Kraft und ihre Subkategorien
- Trainingsmethoden zur Entwicklung der verschiedenen Kraftarten
- Anpassungserscheinungen bei den verschiedenen Arten des Krafttrainings
- Gesundheitliche Bedeutung des Krafttrainings
- Risiken und Gefahren eines Krafttrainings
- Krafttraining im Altersgang unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendalters

1. Lerneinheit: Krafttraining

1.1. Bedeutung der Kraft

Neben seiner gesundheitlichen Bedeutung stellt das Krafttraining in vielen eine mitentscheidende Leistungskomponente dar.

1.1.1 Kraft als Faktor zur Steigerung der sportartartspezifischen Leistungsfähigkeit

Da die Kraft in ihren verschiedenen Manifestationsformen - Maximalkraft, Schnellkraft ftausdauer - in irgendeiner Form fast in jeder Sportart einen mehr oder weniger ausgeprägten leistungsbestimmenden Faktor darstellt, ist ihrer sportartspezifischen Entwicklung eine wichtige Rolle beizumessen.

Neben der Bedeutung für die unmittelbare sportartspezifische Leistungsfähigkeit hat ein gezieltes Krafttraining auch weitere wichtige Funktionen:

- Effektivierung bzw. Perfektionierung technisch-konditioneller Fähigkeiten
Beispiele: Das Durchsetzungsvermögen in den Spilsportarten ist ebenso kraftabhängig wie die Durchführung von Hebefiguren im Eiskunstlauf oder die Durchführung turnerischer Übungen.
- Als Voraussetzung für eine bessere Belastungsverträglichkeit
Viele Trainingsmethoden können nur auf der Basis eines ausreichenden Kraftniveaus zur Anwendung kommen, wie z.B. das plyometrische Training.
- Als Zusatztraining
Bei vielen Bewegungsabläufen sind kleinere Muskeln bzw. Muskelgruppen beteiligt, die im allgemeinen Trainingsprozess aufgrund der Dominanz der so genannten "Leistungsmuskulatur" nicht ausreichend gekräftigt werden. Aufgabe eines Zusatztrainings ist es, d zusätzliche Leistungs-Potential dieser Muskeln auszuschöpfen.
- Als Kompensationstraining, Ausgleichs- bzw. Ergänzungstraining
Im Leistungssport werden bestimmte Muskelgruppen besonders gefördert, andere wiederum aufgrund einer Fehleinschätzung in ihrer Bedeutung vernachlässigt. Aufgabe des Kompensationstrainings ist es demnach, die unterentwickelten oder zur

Abschwächung neigenden Muskeln, wie z.B. die Bauchmuskeln oder den großen Gesäßmuskel, ausreichend zu kräftigen.

1.1.2 Kraft als Faktor zur Verletzungsprophylaxe

Eine gut bzw. ausreichend entwickelte Muskulatur bildet den wirksamsten Schutz des Bewegungsapparates. Kapseln und Bänder sind ohne die Unterstützung der Muskulatur niemals in der Lage, die enormen Kräfte, die im Spiel oder Wettkampf auf den Bewegungsapparat einwirken, aufzufangen. Missverhältnisse in der Kraft antagonistisch, (gegeneinander) arbeitender Muskelgruppen - hier sind insbesondere die Bauch- und Rückenmuskeln anzusprechen - sind oftmals Ursache für Verletzungen, die einen langfristigen Leistungs- und Belastungsaufbau gefährden können.

1.2 Anatomisch-physiologische Grundlagen des Krafttrainings

1.2.1 Die Trainierbarkeit der Muskulatur

Im Kindesalter lässt die Trainierbarkeit bei Mädchen und Jungen nur geringe Unterschiede erkennen, da die geschlechtsspezifischen Hormonspiegel von Östrogen¹ und Testosteron² noch annähernd gleich sind und die anabole³ Sonderwirkung des Testosteron noch nicht in dem Maße zum Tragen kommt als dies mit bzw. nach der Pubertät der Fall ist. Mit Eintritt die Pubertät kommt es zu einem fulminanten Anstieg (etwa um den Faktor 10) der jeweiligen Geschlechtshormone und damit zum so genannten Geschlechtsdimorphismus⁴. Nachdem Testosteron eine etwa doppelt so starke eiweißaufbauende Wirkung hat als das Östrogen, kommt es nicht nur zu einem Aufbau von mehr Muskulatur bei den männlichen Jugendlichen / Erwachsenen - sie haben etwa 10 % mehr Muskulatur und etwa 10 % weniger subkutanes Fettgewebe als die weiblichen -, sondern auch zu einer erhöhten Trainierbarkeit. Der Anteil der Muskulatur am Gesamtkörpergewicht beträgt bei einem untrainierten etwa 45 %, bei einer untrainierten Frau etwa 35 %; die Muskelquerschnitte der Frau betragen etwa 75 % derjenigen des Mannes und ihre Kraft beträgt bis zu etwa zwei Drittel der Kraft des Mannes.

Eine Besonderheit stellt der Abschnitt von etwa 12-14 Jahren dar, da zu diesem Zeitpunkt der Anteil der so genannten Intermediärfasern - sie lassen sich weder eindeutig den ST- noch den FT-Fasern zuordnen und entsprechen den II-c-Fasern - bei Jungen bis zu 14 %, bei Mädchen um 10 % beträgt (beim Erwachsenen beträgt dieser Anteil vergleichsweise nur etwa 2-3 %). Diese Tatsache sollte im Sinne eines akzentuierten Schnellkrafttrainings genutzt werden, da hierdurch eine Umwandlung in FT Fasern der Typologie II-b möglich ist. Im Erwachsenenalter ist dies praktisch nicht mehr realisierbar. Unmittelbar nach einem intensiven Krafttraining kommt es zu einem kurzfristigen Anstieg sowohl des Testosterons als auch - in abgeschwächter Form - des Östrogens, was im Zusammenhang mit der für die Muskelhypertrophie notwendigen anabolen Stoffwechsellage zu sehen ist.

Wie Abb. 65 verdeutlicht, steht die Trainierbarkeit und damit die Kraftentwicklung in enger Abhängigkeit zum jeweiligen Testosteronspiegel. Mit zunehmendem Alter sinkt der Testosteronspiegel und damit auch die Trainierbarkeit. Vergleichbares gilt für das weibliche Geschlecht.

¹ weibliches Sexualhormon

² männliches Sexualhormon

³ eiweißaufbauende

⁴ Ausprägung der geschlechtsspezifischen Körperlichkeit

Die Frau hat aufgrund ihres "semianabolen" Hormons Östrogen im Vergleich zum Mann durchwegs eine geringere Trainierbarkeit, die sich nach Eintritt der Wechseljahre (und dem damit verbundenen Hormonsturz) nochmals verschlechtert.

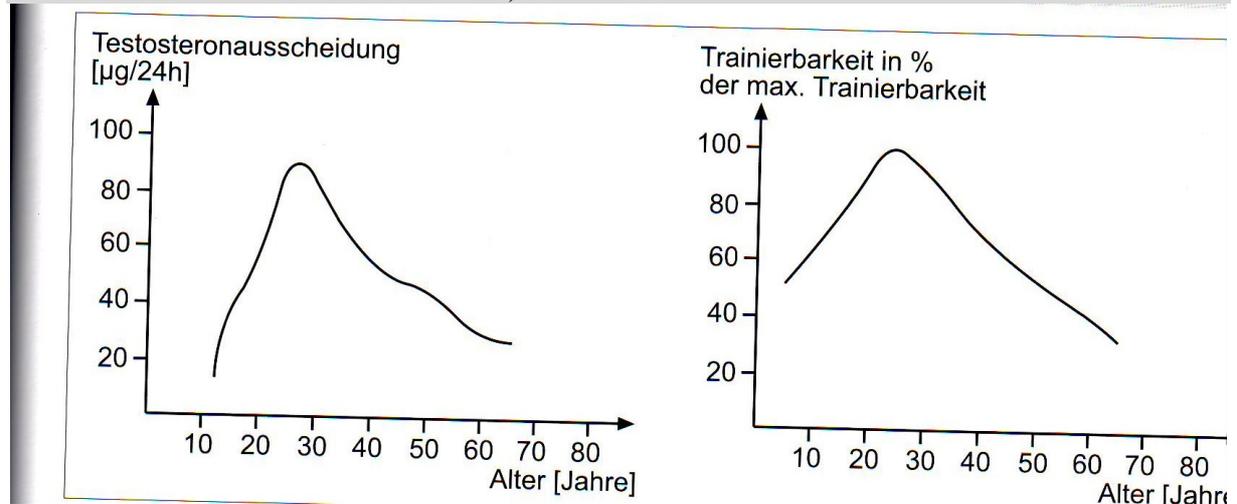


Abb. 65: Sexualhormonausscheidung (links) und Kraft/ Trainierbarkeit (rechts) im Altersgang

1.2.2 Die Auswirkungen des Krafttrainings auf das neuromuskuläre System

• Optimierung der inter- und intramuskulären Koordination

Wie die Sportpraxis zeigt, kommt es nach Beginn eines Krafttrainings bereits innerhalb kürzester Zeit zu einer Kraftzunahme. Da jedoch eine Muskelmassenzunahme nicht in so kurzer Zeit erfolgen kann - sie bedarf einer Trainingsdauer von mindestens 4-6 Wochen – ist sie ausschließlich auf koordinative Leistungsverbesserungen zurückzuführen. Erst im weiteren Verlauf kommt es dann zu einer Muskelquerschnittszunahme.

Zu Beginn einer Leistungsverbesserung steht immer die Optimierung der intermuskulären Koordination, d. h., das Zusammenspiel der Muskeln, die eine Bewegung ausführen, wird ohne „Materialaufwand“ perfektioniert und ökonomisiert. Dabei spielen sowohl die Agonisten („Leistungsmuskeln“) als auch ihre Gegenspieler „Antagonisten) eine wichtige Rolle. Abb. 66 macht deutlich, dass durch Training die Feinabstimmung, der Krafteinsatz zum richtigen Zeitpunkt und mit der richtigen Intensität, optimiert wird.

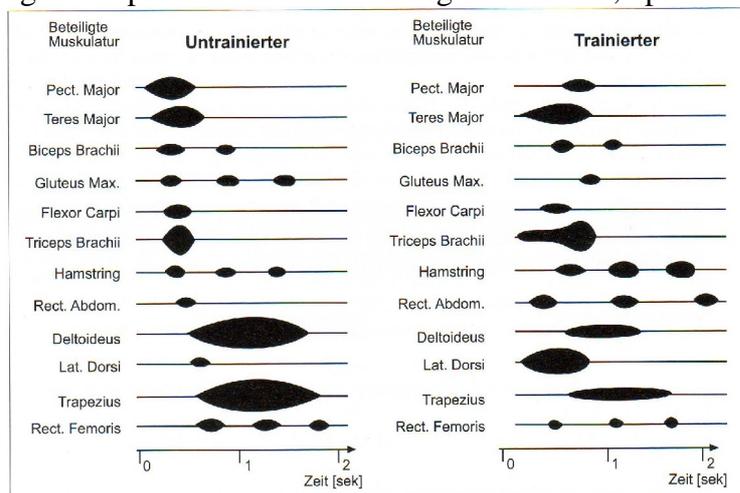


Abb. 66: Die Muskelaktivierung (EMG = Elektromyogramm) bei einem untrainierten (links) bzw. trainierten (rechts) Krauslschwimmer

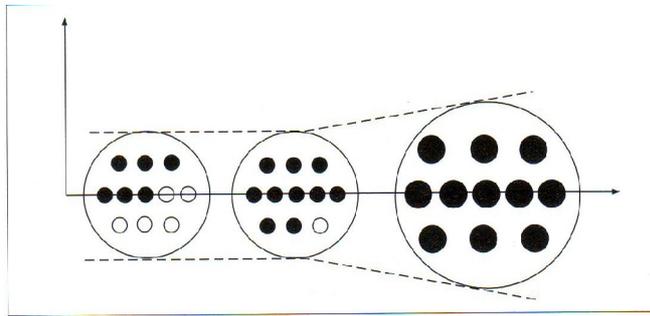


Abb. 67: Mechanismus des Krafttrainings: Zuerst kommt es zu einer verbesserten inter-, dann intramuskulären Innervation; schließlich folgt die Muskelhypertrophie. Kontrahierte, oder nicht kontrahierte Muskelfasern

Durch die intermuskuläre Verbesserung kommt es zu einer effektiveren und ökonomischeren Arbeit der jeweils beteiligten Muskeln: Der Trainierte spart Energie und kann dadurch mehr Arbeit leisten!

Im nächsten Schritt wird die intramuskuläre Koordination optimiert. Sie beinhaltet eine verbesserte Innervation, d.h. der Trainierte kann bei einer willkürlichen Kontraktion mehr Muskelfasern gleichzeitig (synchron) kontrahieren (vgl. Abb. 67).

• Muskelhypertrophie

Reicht die rein koordinative Verbesserung zur Maximierung der Kraft nicht aus, dann kommt es schließlich zur Dicken- bzw. Querschnittszunahme (Hypertrophie) der einzelnen Muskelfasern bzw. des Gesamtmuskels.

Ganz allgemein lässt sich dabei sagen, dass die Kraft des Muskels vor allem von seinem Querschnitt abhängt (pro Quadratzentimeter kann ein Muskel etwa 6 kg heben). Wird demnach der Muskelquerschnitt erhöht, dann erhöht sich auch seine Kraft. Das Dickenwachstum kommt durch Verdickung jeder einzelnen Muskelfaser (durch Mofibrillenvermehrung und -durchmesserzunahme sowie Zunahme der kontraktilen Filamente Aktin und Myosin) zustande. Allerdings ist zu beachten, dass die verschiedenen Muskelfasertypen - Typ I und Typ II mit ihren Subkategorien IIc, IIa, IIb - je nach Trainingsintensität in unterschiedlicher Weise angesprochen werden. Wie Abb. 68 erkennen lässt, werden bei relativ geringen Belastungen ausschließlich die Typ-I-Fasern zur Hypertrophie gebracht.

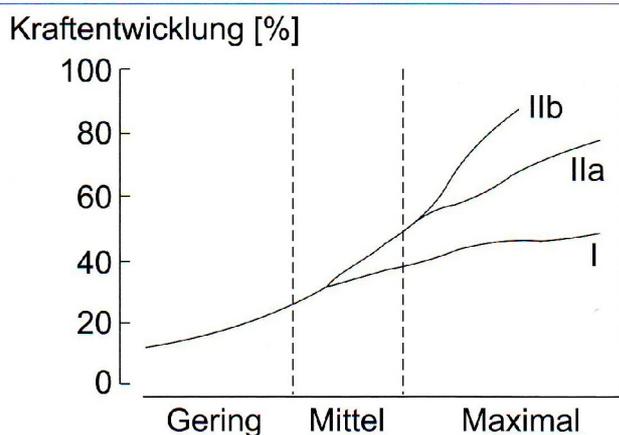
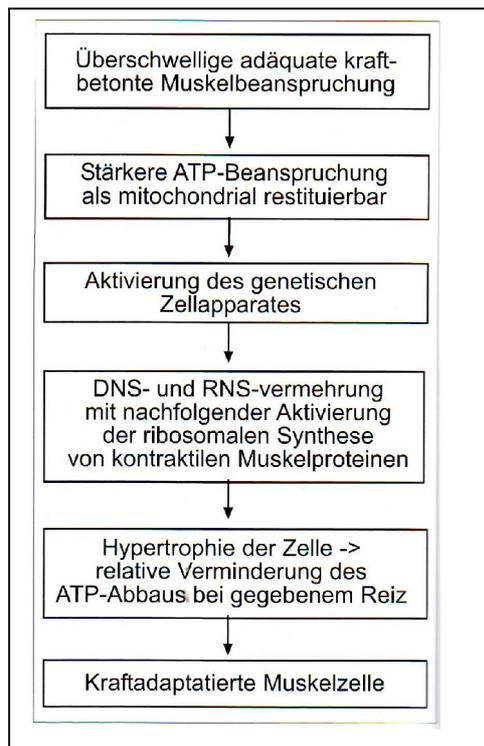


Abb. 68: Die Muskelfaserbeanspruchung in Abhängigkeit von der Trainingsintensität I = ST-Fasern = langsam zuckend; II = FT-Fasern = schnellzuckend

Bei kontinuierlich ansteigenden bzw. längereinwirkenden Belastungen, die über 80% der individuellen Maximalkraft liegen, werden gleichermaßen alle Muskelfasertypen einem Muskelquerschnittstraining unterzogen.

Als Ursache der Hypertrophie werden eine kritische Spannungsschwelle (ausreichende Intensität) bzw. ein erhöhter ATP-Umsatz pro Zeiteinheit angesehen (s. Abb. 69).

bb. 69: Hypothetisches Modell zur Muskelhypertrophie durch Krafttraining



Beachten Sie: Ob es zu einer Kraftzunahme über die Muskelhypertrophie oder nur zu einem Kraftanstieg aufgrund koordinativer Verbesserungen (Optimierung der inter- und intramuskulären Koordination) kommt, hängt von der Art des Krafttrainings ab: Nur bei ausreichend langer Reizeinwirkungszeit (einige Sekunden, wie z.B. bei 8-10 Wiederholungen mit mittlerer Geschwindigkeit und mittlerer Gewichtsbelastung, wie dies beim so genannten "Muskelaufbautraining" geschieht, wird eine Muskelquerschnittszunahme bewirkt. Maximale Reize mit geringer Wiederholungszahl oder kurzzeitig einwirkende, schnellkräftige Kraftreize führen nur zu einer Verbesserung der inter-, insbesondere aber der intramuskulären Koordination, lösen jedoch keine Muskelhypertrophie aus. Krafttraining sollte demnach je nach Zielstellung mit großer oder mittlerer bzw. mit explosiver oder langsamer Bewegungsgeschwindigkeit durchgeführt werden. **Das** Krafttraining für jede Zielrichtung gibt es nicht! Will ein

Sportler also seine Kraft erhöhen ohne Muskelmassen- bzw. Körpergewichtszunahme (wie z.B. der Hochspringer), also seine relative Kraft steigern, dann muss er vor allem die Krafttrainingsmethoden favorisieren, die zu Kraftsteigerungen über koordinative Verbesserungen führen. Möchte hingegen ein Sportler vor allem Muskelmasse und damit seine absolute, körpergewichtsunabhängige Kraft erhöhen (wie z.B. der Bodybuilder oder der Sumoringer), dann muss er insbesondere die Muskelaufbaumethoden zur Anwendung bringen.

• Muskelfaservermehrung (Hyperplasie)

Bei extremem Krafttraining (Bodybuilder, Gewichtheber) kann es über Muskelhypertrophie hinaus schließlich auch noch zur Muskelfaservermehrung kommen. Längerfristig ist die Hyperplasie auch in der Wachstumsphase aufgrund des Phänomens der Seitigkeitsdominanz (z.B. bei Rechtshändigkeit, -beinigkeit erhöht die Zahl der Muskelfasern auf der dominanten Seite) sowie bei einer verletzungsbedingten muskulären Regeneration möglich.

Als Entstehungsmechanismus für eine der Muskelhypertrophie nachfolgenden Hyperplasie wird eine Mikrotraumatisierung (Trauma = Verletzung) der Muskelfaser angenommen - man denke hierbei an das Phänomen des Muskelkaters -, die zur Freisetzung von Muskelwachstumsfaktoren und nachfolgender Aktivierung von so genannten Satellitenzellen zur Zellneubildung führt.

Muskelhypertrophie und -hyperplasie stellen demnach einen Vorsorgemechanismus dar, durch den ungewohnt intensive Spannungsreize auf eine größere Zellmasse (Muskelmasse) verteilt werden und so einen relativen Schutz vor Überlastung bieten, da die Belastung der einzelnen Muskelfaser dadurch verringert wird. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch die Feststellung, dass durch intensives Krafttraining nicht nur die

hier beschriebene Muskelhypertrophie und -plasie herbeigeführt wird, sondern dass es parallel dazu auch zu einer Zunahme bzw. Hypertrophie der bindegewebigen Begleitstrukturen - sie dienen der mechanischen Sicherung der einzelnen Muskelfasern bzw. des Gesamtmuskels - kommt.

- **Vermehrung der Energiedepots bzw. der Enzyme des anaeroben Stoffwechsels**

Ein betontes Krafttraining führt nicht nur zu Veränderungen der Kraft des Muskels über verschiedene morphologische und koordinative Mechanismen (s. Folgeausführungen), sondern auch zu einer Erhöhung seiner Glykogen- und Kreatinspeicher und der sie umsetzenden Enzyme.

1.3 Faktoren, die den Kraftzuwachs durch Training beeinflussen

- **Kraftgewinn - Kraftverlust in Abhängigkeit vom Erwerbszeitraum**

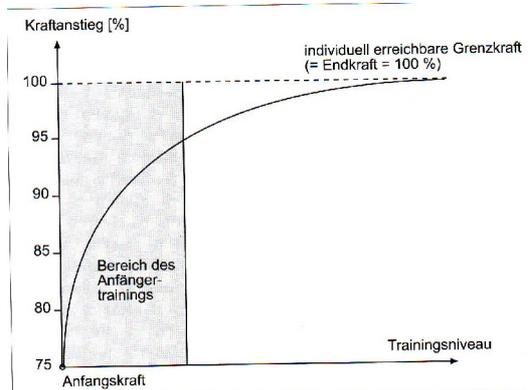
Ganz allgemein lässt sich sagen, dass ein schnell erworbener Kraftzuwachs - er beruht fast ausschließlich auf schnell erzielbaren koordinativen Verbesserungen - bei Einstellung des Trainings ebenso schnell wieder zurückgeht nach dem Motto: " Wie gewonnen, so zerronnen". Ein über Monate bzw. Jahre erworbenes hohes Kraftniveau - es beruht vor allem auf dem Phänomen der Muskelhypertrophie - hingegen geht nur allmählich zurück: Durch fehlendes Training kommt es zur Atrophie der Muskelmasse und damit der Kraft.

- **Kraftgewinn in Abhängigkeit vom Ausgangsniveau**

Wie Abb. 70 erkennen lässt, ist die Trainingswirkung in Abhängigkeit vom Ausgangsniveau zu sehen: Zu Beginn eines Trainings treten die höchsten Zuwachsraten auf, je näher sich der Sportler seiner genetisch festgelegten individuellen maximalen Endkraft nähert. desto rapider verringert sich die Zuwachsrate. Auch hier sind die hohen Eingangsgewinne vor allem auf koordinative Verbesserungen zurückzuführen.

Beachten Sie: Häufig gebrauchte, also durch das Alltagsleben relativ gut trainierte Muskeln, wie z.B. die Fingerbeuger haben schon ein ziemlich hohes Kraftniveau und sind damit im weiteren Verlauf schlechter trainierbar als weniger gebrauchte Muskeln oder Muskeln, die im täglichen Leben im Vergleich zu ihrer Kapazität unterfordert werden, wie z.B. die Fußstrecker.

Abb. 70: Zunahme der Relativkraft bis zur Grenzkraft unter besonderer Hervorhebung des Anfängerbereiches. Anfangskraft = Maximalkraft zu Beginn des Trainings; Relativkraft = Maximalkraft während des Trainingsprozesses; Grenzkraft = individuelle erreichbare Maximalkraft nach Abschluss des Trainingsprozesses



- **Kraftgewinn in Abhängigkeit ein- bzw. beidseitiger Kontraktionen**

Bei unilateralen⁵ Muskelkontraktionen ist die Kraft höher als bei beidseitigen! Begründung: Bei beidseitiger Kontraktion kommt es zu Innervationsverlusten mit verringerter Impulsstärke und -frequenz und damit zu einer geringeren Kraftentwicklung.

- **Kraftgewinn in Abhängigkeit von der Trainingshäufigkeit**

Von großer Bedeutung für die Schnelligkeit des Kraftanstieges ist die Trainingshäufigkeit. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass der Kraftgewinn nach einem entsprechenden Training etwa zur Hälfte schon am Trainingstag selbst erzielt wird. Für einen effektiven Kraftgewinn ist ein etwa 3-maliges Training pro Woche notwendig.

Da nach 14-tägigen Trainingsintervallen keine Wirkung des vorausgegangenen Trainingsreizes mehr nachzuweisen ist, gilt für den Gesundheits- und Schulsport, dass Kraftaktivitäten im 14tägigen Turnus - z.B. im Rahmen einer Turnstunde - für eine Leistungsverbesserung ungeeignet sind, da die Trainingshäufigkeit zu gering ist. Deshalb sollte in der Schule auf eine 14tägige Doppelstunde zugunsten einer wöchentlichen Einzelstunde verzichtet werden!

- **Kraftgewinn in Abhängigkeit von der Ernährung**

Für den optimierten Kraftgewinn spielt eine entsprechende Ernährung mit erhöhtem Eiweißanteil eine wichtige Rolle. Das Maximum der Eiweißaufnahme sollte aber 2 g pro kg Körpergewicht pro Tag nicht überschreiten, da ein Mehr keine zusätzlichen Vorteile mehr bringt.

1.4. Arten der Kraft

Neben einer allgemeinen und speziellen, dynamischen und statischen, absoluten und relativen Kraft unterscheidet man noch eine Reihe anderer Kraftmanifestationsarten.

Wie aus Abb. 71 und Abb. 72 zu ersehen ist, lässt sich die Kraft in drei Hauptformen, nämlich Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer unterteilen, die ihrerseits in Wechselbeziehungen zueinander stehen und in unterschiedlichen Kraftfähigkeiten zum Ausdruck kommen.

⁵ einseitigen

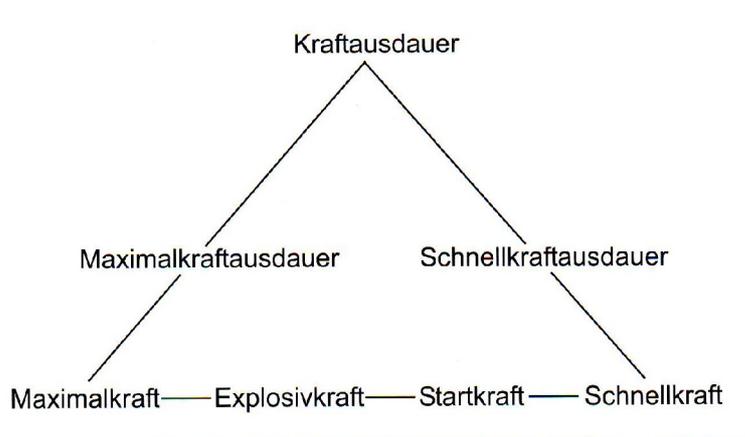


Abb. 71: Die Wechselbeziehungen der drei Hauptformen der Kraft

Als Sonderform der Schnellkraft ist im Sport noch die *Reaktivkraft* - insbesondere bei Turnern, Bodenakrobaten (Sprungbahn), Leichtathleten (Dreisprung), Sportsportlern etc. von Bedeutung. Sie wird in der Literatur bisweilen als eigenständige Kraftmanifestationsform dargestellt und hängt in hohem Maße von der so genannten "stiffness" ab

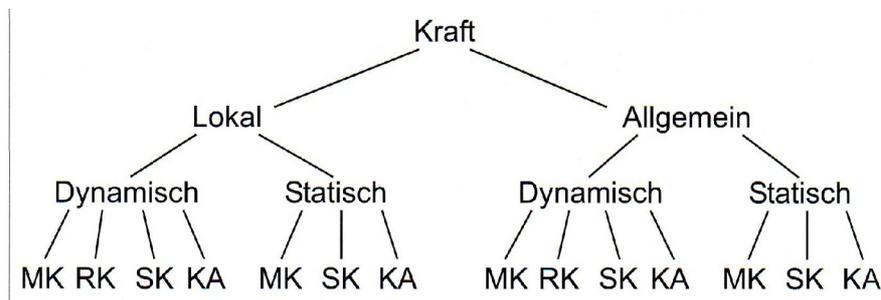


Abb. 72: Die Kraft und ihre verschiedenen Kraftfähigkeiten und Erscheinungsformen RK = Reaktivkraft

1.4.1 Maximalkraft

Die Maximalkraft - man unterscheidet eine statische und dynamische - stellt die höchstmögliche Kraft dar, die das Nerv-Muskel-System bei maximaler willkürlicher Kontraktion ausüben vermag.

Höher noch als die Maximalkraft ist die **Absolutkraft** - sie stellt die Summe aus Maximalkraft und Kraftreserven dar, die nur unter besonderen Bedingungen (z.B. Todesangst) mobilisiert werden können.

Die Differenz zwischen Absolutkraft und Maximalkraft nennt man "Kraftdefizit", das je nach Trainingszustand 30 % (Untrainierte) und 10 % (Trainierte) betragen kann.

Die Maximalkraft ist im Wesentlichen von folgenden Komponenten abhängig:

- vom Muskelquerschnitt,
- von der intermuskulären Koordination und
- von der intramuskulären Koordination

Über jede der oben genannten Komponenten kann eine Verbesserung der Maximalkraft erreicht werden. Zu ihrer optimalen Entwicklung müssen jedoch alle Teilkomponenten durch spezielle Methoden und Inhalte entwickelt werden.

1.4.2 Schnellkraft

Die Schnellkraft beinhaltet die Fähigkeit des Nerv-Muskelsystems, den Körper, Teile des Körpers oder Gegenstände mit maximaler Geschwindigkeit zu bewegen.

Bei ein und derselben Person kann dabei die Schnellkraft in unterschiedlichen Extremitäten (Arme, Beine) verschieden ausgeprägt sein.

Wie Abb.71 verdeutlicht, steht die Schnellkraft mit der Maximalkraft in einer Wechselbeziehung..

Je höher die zu beschleunigende Last, desto größer ist die Bedeutung der Maximalkraft.

Das Schnellkraftvermögen - es lässt sich auch als azyklische Schnelligkeit bezeichnen - hängt hauptsächlich von zwei Faktoren ab:

- vom Typ der aktivierten Muskelfasern und
- von der Kontraktionskraft (abhängig vom Querschnitt) der eingesetzten Muskelfasern

Zusätzlich steht die Existenz eines so genannten angeborenen "Zeitprogrammes" - man unterscheidet ein "schnelles" und "langsames" - zur Diskussion. Untersuchungen stellen diesen Faktor jedoch zunehmend in Frage (vgl. Weineck / Köstermeyer 1998, 24). Trainingsmethodisch lassen sich im Schnellkraftbereich die Startkraft und die Explosivkraft unterscheiden.

Schnellkraftleistungen hängen vor allem von den FT Fasern und hier vor allem wieder von den schnellstzuckenden und stärksten Fasern mit dem größten Querschnitt der **Typologie FT- IIb** ab.

Unter **Startkraft** versteht man die Fähigkeit, einen möglichst steilen Kraftanstiegsverlauf zu Beginn der muskulären Anspannung realisieren zu können. Die Startkraft ist bei Bewegungen leistungsbestimmend, die eine hohe Anfangsgeschwindigkeit erfordern, wie dies z.B. beim Boxer der Fall ist; sie basiert auf der Fähigkeit, zum Kontraktionsbeginn möglichst viele motorische Einheiten vom Typ FT-IIb und damit eine hohe Anfangskraft einzusetzen zu können.

Die **Explosivkraft** beinhaltet zum einen die Fähigkeit, einen möglichst steilen Kraftanstieg - hier ist sie der Startkraft ähnlich -, zum anderen aber auch einen möglichst hohen Kraftanstieg zu erreichen, wie dies z.B. beim Gewichtheber oder Kugelstoßer erforderlich ist. Im Gegensatz zur Startkraft ist die Explosivkraft demnach in höchstem Maße vom Niveau der Maximalkraft abhängig, was sich auch in einer unterschiedlichen Trainingsmethodik zu ihrer jeweiligen Entwicklung niederschlägt.

Abb. 73 macht die Gemeinsamkeit bzw. den Unterschied im Kurvenverlauf zwischen der Startkraft und der Explosivkraft am Beispiel von einem Boxer bzw. einem Gewichtheber und Kugelstoßer deutlich.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass bei niedrigen Widerständen die Startkraft I dominiert, bei zunehmender Last und damit verlängertem Krafteinsatz die Explosivkraft, bei sehr hohen Lasten schließlich die Maximalkraft.

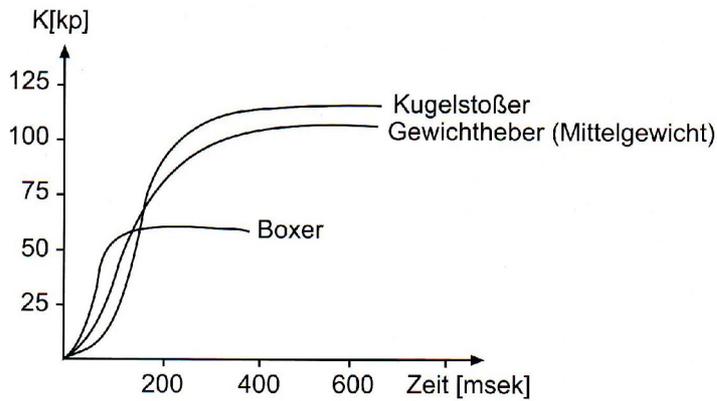


Abb. 73: Die Kraftzeitkurven von drei Weltklasseathleten in unterschiedlichen Sporta-

1.4.3 Kraftausdauer

Unter Kraftausdauer ist die Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Gesamtorganismus - man spricht von allgemeiner Kraftausdauer - bzw. einzelner Teilsysteme (z.B. Arm- oder Beinmuskulatur) - man spricht von lokaler Kraftausdauer - bei länger dauernden Kraftleistungen zu verstehen. Neben allgemeiner und lokaler Kraftausdauer unterscheidet man noch zwischen dynamischer (z.B. Schwimmen, Rudern, Radfahren oder Skilanglauf) und statischer Kraftausdauer (z.B. bei längeren Haltezeiten, wie etwa beim Skiabfahrtslauf oder beim "Christushang" im Kunstturnen).

Die Kraftausdauer hängt vor allem von zwei Komponenten ab, nämlich von der muskulären Stoffwechselkapazität und der intermuskulären Koordination (= sportartspezifische Technik).

Bei Kraftausdauerleistungen mit hohen Intensitäten spielt zusätzlich noch der Muskelquerschnitt eine wichtige Rolle!

• Muskuläre Stoffwechselkapazität

Die Art der Energiebereitstellung ergibt sich bei Kraftausdauerbelastungen aus der Reizintensität und dem Reizumfang bzw. der Reizdauer:

Da bereits ab etwa 15 % der maximalen isometrischen Kontraktionskraft eine Behinderung der arteriellen Blutversorgung im Muskel beginnt - ab 50 % kommt es zu ein völligen Verschluss der Gefäße -, wird die Kraftausdauer je nach Intensität der entwickelten Kontraktionskraft mehr anaerobe oder aerobe bzw. gemischte Stoffwechselanteile aufweisen. In der Trainingspraxis ist demnach der jeweiligen sportartspezifischen Belastungssituation durch ein entsprechendes Training Rechnung zu tragen.

Beim Kraftausdauertraining mit hohen und mittleren Intensitäten dominiert der anaerobe laktazide Metabolismus, wodurch die Fähigkeit, hohe Milchsäurespiegel zu ertragen, gesteigert wird.

Wird das Kraftausdauertraining mit geringeren Lasten durchgeführt, dann kommt es zur Optimierung des gemischt anaerob-aeroben Stoffwechsels mit akzentuierter Glykogenzunahme und Erhöhung der anaeroben und aeroben Enzyme.

Wird das Kraftausdauertraining mit ganz leichten Zusatzlasten (unter etwa 15 % der individuellen Maximalkraft) durchgeführt, dann kommt es sogar zu einer Muskelatrophie, da nun mehr die lokale Ausdauerkomponente als die Kraftschulung im Vordergrund steht, wie dies z.B. beim Schwimmtraining mit Zugleinen der Fall ist. Bei dieser Art des "Krafttrai-

nings" stehen die muskulären Anpassungsmechanismen eines Ausdauertrainings im Vordergrund: Erhöhung der lokalen Glykogen- und Fettspeicher, Vermehrung der Mitochondrien und ihrer oxydativen Enzymkapazität, Erhöhung des intrazellulären muskulären Sauerstoffspeichers, des Myoglobins; Verdichtung des Kapillarnetzes zur Optimierung aller Diffusions- und Austauschprozesse etc.

• **Intermuskuläre Koordination**

Durch die Verbesserung der intermuskulären Koordination kommt es zu einer ausgeprägten Ökonomisierung der Bewegung und damit zu einem reduzierten Kraftaufwand, was sich in einem geringeren Energiebedarf und damit in einer späteren Ermüdung niederschlägt.

Bei der Entwicklung der Kraftausdauerfähigkeiten ist daher zu berücksichtigen:

- Kraftausdauerfähigkeiten sind ein leistungsbestimmender Faktor mit klarer disziplinspezifischer Abgrenzung. Beim Kraftausdauertraining muss den sportartspezifischen Bewegungsabläufen - hier steht der koordinative Aspekt im Vordergrund - möglichst disziplinnah Rechnung getragen werden. Beispiel: Die Kraftausdauer des Radfahrers kann aufgrund unterschiedlicher intermuskulärer Koordinationsanforderungen nicht direkt auf die des Skilangläufers übertragen werden. Effektives Kraftausdauertraining muss demnach eine differenzierte Entwicklung der disziplinspezifischen Kraftfähigkeiten gewährleisten! - Hauptkriterien für ein wirkungsvolles Kraftausdauertraining sind höhere bzw. niedrigere Widerstände als im Wettkampf. Charakteristisch sind auch: vielfache Wiederholung der Trainingsreize, Spezifität, Konzentration auf die Hauptmuskelgruppen (Agonisten und Antagonisten) etc.
- Der Entwicklungsstand der disziplinspezifischen Kraftfähigkeiten muss regelmäßig kontrolliert und dokumentiert werden, um eine effektive Trainingssteuerung zu gewährleisten.