Biologische Grundlagen des Trainings : besondere Hinweise für die Praxis

Autor(en): **Weiss, Ursula**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Jugend und Sport : Fachzeitschrift für Leibesübungen der Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen**

Band (Jahr): **36 (1979)**

Heft 11

PDF erstellt am: **02.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-994607

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

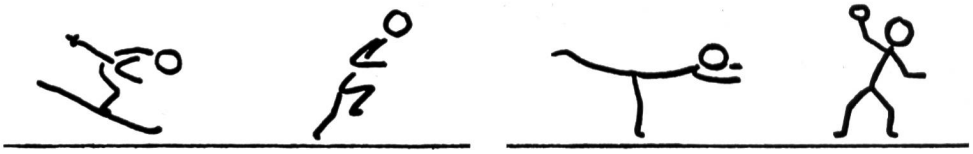
Biologische Grundlagen des Trainings

Ursula Weiss

► **Besondere Hinweise für die Praxis**

1. Einleitung

Jede sportliche Aktivität setzt sich aus Haltungen und Bewegungen zusammen.

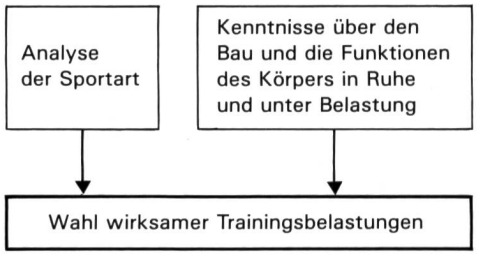


Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist ein funktionstüchtiger Körper. Diese Funktionstüchtigkeit wird aber nur durch geeignete Belastungen, zum Beispiel in Form von Sport, gefördert und erhalten.

Der Sportleiter hat – aus dieser biologischen Sicht – die Aufgabe, durch geeignete Trainingsbelastungen diese körperliche Leistungsfähigkeit zu erhalten und zu steigern. Dazu braucht er bestimmte Grundlagenkenntnisse, um nach dem Trainingsgrundsatz

«Nur das wird gefördert, was gefordert wird»

gezielt und wirksam belasten zu können. Sind die Belastungen zu gering, so nimmt die Leistungsfähigkeit ab; sind sie zu hoch, so besteht das Risiko der Schädigung.



Welche biologischen Systeme sind an der Ausführung von Haltungen und Bewegungen beteiligt?

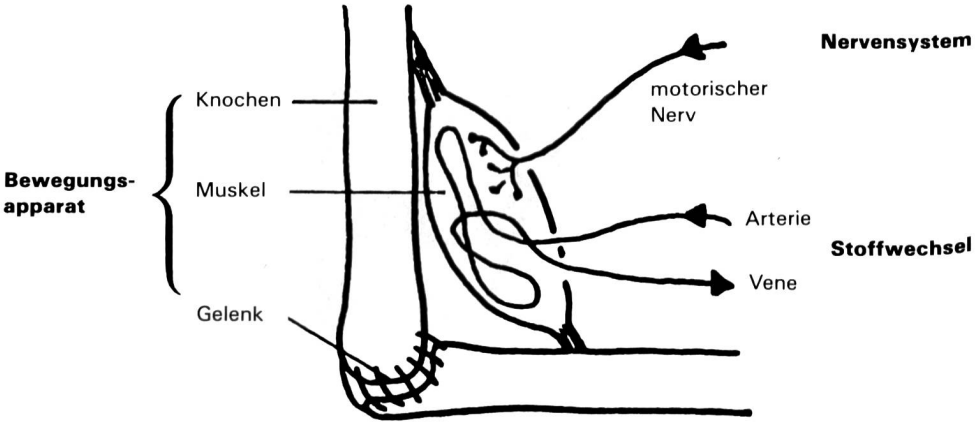


Abb. 1: Bewegungsapparat, Nervensystem und Stoffwechsel

- Bewegt werden die Knochen und alles, was mit ihnen in Verbindung steht. Das Ausmass einer Bewegung ist von der Beweglichkeit der beteiligten Knochenverbindungen, den Gelenken, abhängig.
  Für jede Bewegung wird Kraft benötigt. Der Muskel, als der aktive Teil des *Bewegungsapparates,* ist das einzige kraftproduzierende Organ, welches die Fähigkeit hat, sich zu kontrahieren, das heisst sich zusammenzuziehen.
- Die Auslösung und Steuerung der Muskelkontraktionen erfolgt durch das *Nervensystem.*
- Die Energie für die Kontraktionsarbeit liefert der *Stoffwechsel.* Die für den Aufbau und die Energieversorgung wichtigen Stoffe werden mit der Nahrung aufgenommen und umgesetzt, Endprodukte und unbrauchbare Stoffe werden ausgeschieden.
  (Abb. 1 und 2).

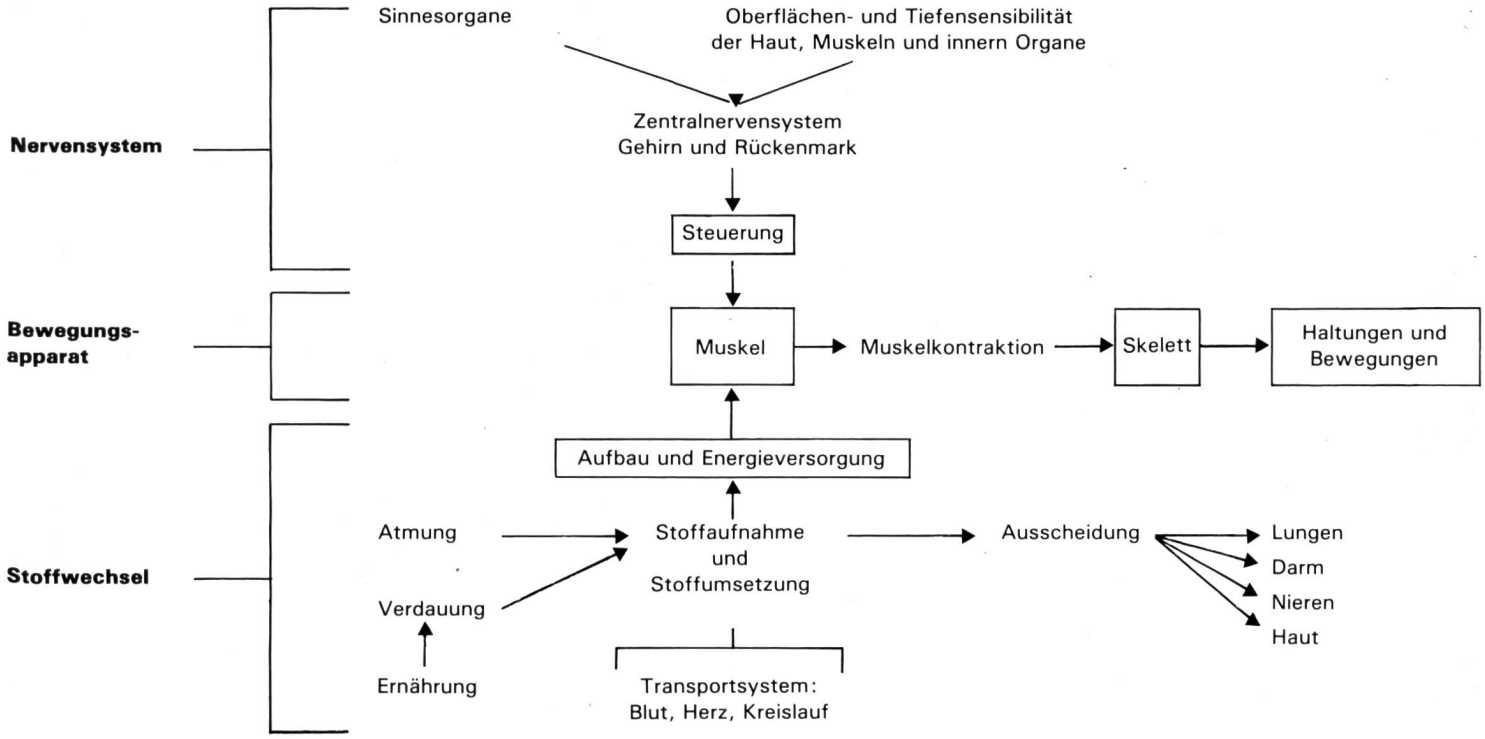


Abb. 2: Organe und Organsysteme, eine Übersicht

Bewegungsapparat, Nervensystem und Stoffwechsel sind drei grosse biologische Funktionskomplexe, welche untereinander in engster Beziehung stehen. Sie sind in der Folge nie allein, aber doch ausschlaggebend am Leistungsniveau der einzelnen *Konditionsfaktoren* beteiligt.
Auch die drei Teilgrössen des *Belastungsmasses* stehen in direktem Zusammenhang mit diesen drei Systemen (Abb. 3).

Belastungsmass	Belastungsintensität		Belastungsumfang
Ausführung einer Bewegung	mehr oder weniger schnell	mehr oder weniger kräftig	mehr oder weniger lange
Konditionsfaktoren	Schnellkraft Reaktions- und Aktionsschnelligkeit Geschicklichkeit/ Gewandtheit	Kraft Beweglichkeit	Stehvermögen Dauerleistungs-vermögen
Biologische Systeme	Nervensystem	Bewegungsapparat	Stoffwechsel

Abb. 3: Konditionsfaktoren, Belastungsmass und biologische Systeme im Zusammenhang

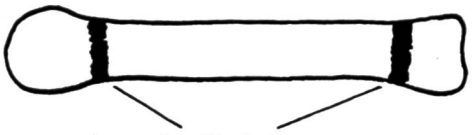
2. Der Bewegungsapparat

2.1. Knochen und Gelenke

Die bauliche Grundlage des Körpers ist das *Knochensystem* (passiver Bewegungsapparat). Bau und Funktion stehen in enger Beziehung zueinander.

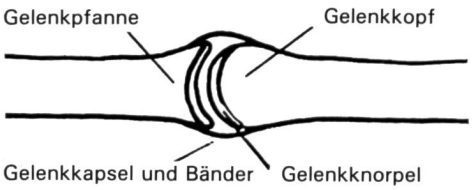
► – lange Knochen: günstige Hebel für Bewegungen → Arme, Beine
– kurze Knochen: federnde Tragfunktion, → Wirbelsäule, Fuss, Hand
– platte Knochen: Stütze und Schutz, → Schädel, Brustkorb, Becken

Erst mit Abschluss des Längenwachstums verknöchern die *knorpeligen Wachstumszonen* (Epiphysenfugen).



► Gefahr der Verletzung und Dauerschädigung durch übermässige Belastung beim Jugendlichen.

Die Knochen stehen durch *Gelenke* miteinander in Verbindung.



► Die *Beweglichkeit* ist abhängig
- vom Bau des Gelenkes,
- von der Nachgiebigkeit des Kapsel- und Band-Apparates und der Sehnen,
- von der Dehnfähigkeit und der Grundspannung (Tonus) der beteiligten Muskulatur.

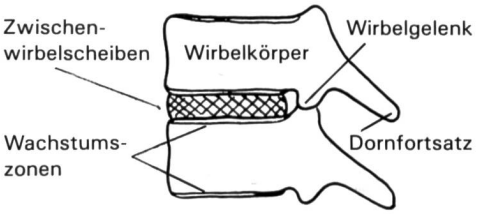
Die Gelenkflächen werden von einer *gefässlosen Knorpelschicht* überzogen und durch eine schleimige Flüssigkeit, die *Gelenkschmiere,* feucht gehalten.

► Prellungen, Verstauchungen und Verrenkungen schädigen diese Gewebe und können, wenn sie sich wiederholen oder unsachgemäss behandelt werden, zu dauernden Gelenkveränderungen führen (Arthrosen).

Im Kniegelenk vergrössern zwei halbmondförmige Knorpelkeile, die *Menisken,* die flache Gelenkpfanne des Schienbeins.

► Meniskusverletzungen (Einrisse, Quetschungen), häufig beim Skifahren, Fussball, Handball.

Die *Wirbelsäule* wird aus einer grösseren Zahl von Wirbeln aufgebaut, welche einerseits durch *kleine Gelenke,* andererseits durch die knorpeligen *Zwischenwirbelscheiben* miteinander in Verbindung stehen.



Das Bewegungsausmass ist nicht in allen Abschnitten der Wirbelsäule gleich.

► Verletzungsgefahr für die Gelenke und Zwischenwirbelscheiben durch

- plötzliche Gewalteinwirkung
- wiederholte «kleine» Schäden
- Dauerbelastung in extremen Stellungen

= Haltungsschäden

Vermeide extreme Belastungen der Wirbelsäule, besonders bei raschwachsenden Kindern und Jugendlichen!

Der *passive Bewegungsapparat* nimmt im Training eine Sonderstellung ein. Durch Belastungen wird er nicht so sehr gekräftigt als dass vielmehr, auf allen Altersstufen, die *Gefahr der Abnützung der Gelenke und der Zwischenwirbelscheiben* besteht. Gelenkknorpel und Zwischenwirbelscheiben heilen schlecht, da sie gefässlos sind.

2.2. Die Muskeln

Die Gelenke werden durch Muskeln, welche durch *Sehnen* als Kraftüberträger mit den Knochen in Verbindung stehen, gehalten oder bewegt.

Jeder Muskel ist aus zahlreichen *Muskelfasern* aufgebaut. Diese haben die Fähigkeit, sich zusammenzuziehen, sich zu kontrahieren. Bei der *Kontraktion* verkürzen sich die Muskelfasern; der Muskel wird dicker.

► Faserstruktur von Fleisch!
Vergleiche den Umfang des Oberarms in Ruhe und bei maximaler Kontraktion der Beuger!

Das eigentliche kontraktile Element sind die *Myofibrillen oder Muskelfäserchen,* Eiweissketten, welche in jeder Muskelfaser in der Längsrichtung angeordent sind. Jede Myofibrille besteht aus einer Reihe hintereinandergeschalteter Eiweissmoleküle, dem Aktin und dem Myosin. *Bei der Kontraktion schieben sich diese Moleküle aktiv ineinander* (Abb. 4 auf Seite 371).

Der Mechanismus der Verkürzung wird durch einen nervösen Reiz ausgelöst und erfolgt nur, wenn Calcium und der nötige Energiestoff, ATP, vorhanden sind (s. Nervensystem und Stoffwechsel).

2.3. Haltungen und Bewegungen

Je nach Bau der beteiligten Knochen kann ein *Gelenk nur in einer oder aber in mehrerern Richtungen bewegt* werden.

► Vergleiche:
- Fingergelenke, Kniegelenk
- Handgelenk, Fussgelenk
- Schulter- und Hüftgelenk

Es können *drei Gruppen von Bewegungen* unterschieden werden, wobei sich jede Gruppe aus zwei Bewegungen entgegengesetzter Richtung zusammengesetzt (Abb. 5 auf Seite 371).

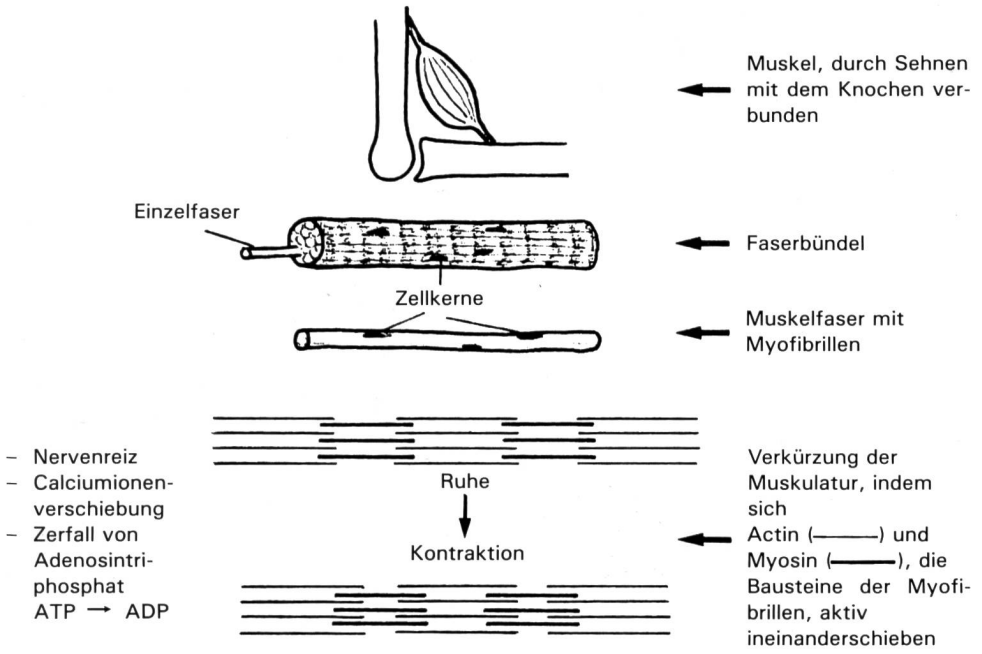


Abb. 4: Der Aufbau des Muskels und der Kontraktionsvorgang

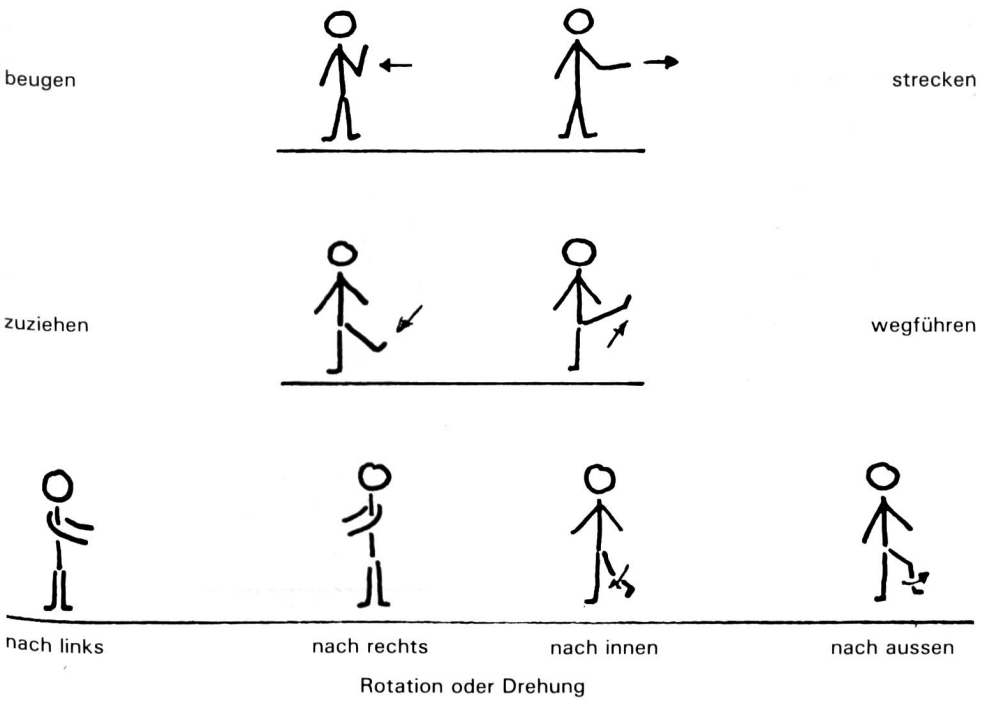
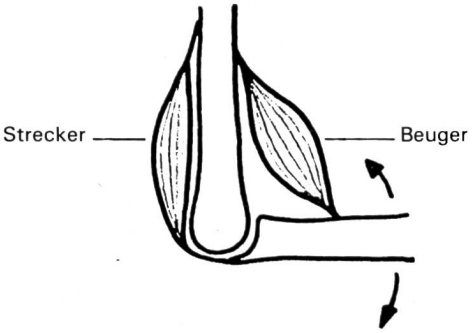
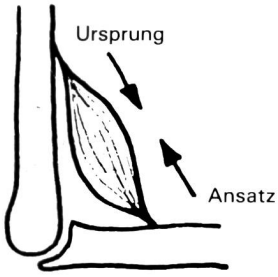


Abb. 5: Drei Gruppen von Bewegungen

Für jede Bewegungsgruppe ist ein entgegengesetzt angeordnetes Muskelpaar beziehungsweise entgegengesetzt angeordnete Muskelgruppen verantwortlich = *Antagonisten.*



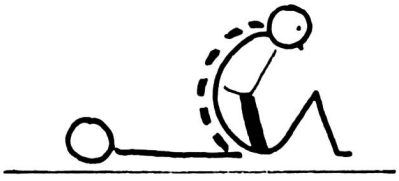
Bei der Kontraktion eines Muskels haben *Ursprung* und *Ansatz* die Tendenz, sich einander zu nähern.



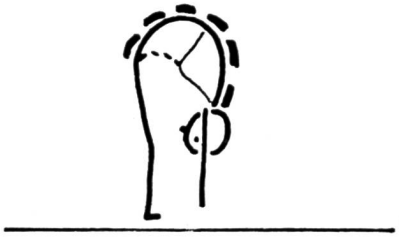
Die aktive Muskulatur liegt deshalb bei überwindender Arbeit *dort, wo der Gelenkwinkel kleiner wird.*

Bei einer vorwiegend *passiven Bewegung* und bei nachgebender *Bremsarbeit* gilt diese Regel nicht.

► – Rumpfbeugen vw aus Rückenlage:
- aktive Verkürzung der Bauch und Hüftbeugemuskulatur → Kräftigung
- Dehnung der Rückenstrecker – – –



- Rumpfbeugen vw aus Stand:
  - passive Verkürzung der Bauch- und Hüftbeugemuskulatur → keine Kräftigung!
  - Dehnung der Rückenstrecker — — —



Die *Muskelmasse* liegt an den Extremitäten meist näher am Rumpf als die beteiligten Gelenke. Über die Gelenke laufen nur die Sehnen.

► Wo liegen die Muskeln, die das Kniegelenk bewegen, das Hüftgelenk strecken, die Wirbelsäule nach vorn beugen, nach hinten strecken oder drehen?

Kennt man die für eine bestimmte Bewegung verantwortliche Muskulatur, so kann sie gezielt trainiert werden.

► - Bewegungsanalyse:

  Wo liegen die Muskeln, welche
  - beim Skifahren in der Hocke
  - beim Speerwerfen in der Zugphase
  - beim Sprint

  aktiv sind?

  Welche Gelenke werden von diesen Muskeln in diesem Moment gehalten beziehungsweise bewegt?

- *Übungswahl:*

  Nenne Übungen zur Kräftigung
  - der Beinstreckmuskulatur,
  - der schrägen Bauchmuskulatur,
  - der Schulter-/Rückenmuskulatur!

2.4. Muskelkraft

Auf maximale und submaximale Belastungen reagiert der Muskel mit einer *Kraftzunahme.* Dabei wird er durch den vermehrten Eiweisseinbau in die Muskelfasern dicker.

► Die *Kraft* eines Muskels ist abhängig von
- der Anzahl aktivierter Muskelfasern (s. Nervensystem)
- der Querschnittsgrösse der aktivierten Muskelfasern.

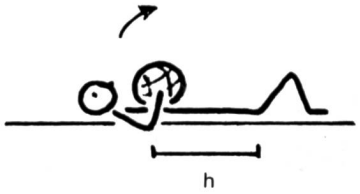
Der Trainierte kann pro Zeiteinheit mehr und dickere Fasern zur Kontraktion bringen als der Untrainierte.

Die Kraftwirkung ist dann am grössten, wenn *Faser- und Bewegungsrichtung dieselbe* sind.

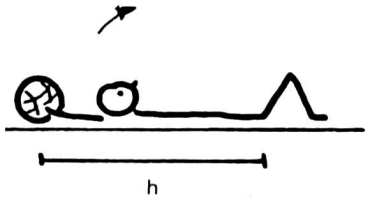
► Gerade am Rumpf sind sehr viele Muskeln schräg zur üblichen Vorwärts-Rückwärts-Bewegungsebene angeordnet. Nur durch *Diagonal- und Drehbewegungen* kommen diese Muskeln voll zur Wirkung beziehungsweise werden im Training genügend belastet.

Durch *Veränderung des Hebelarmes* kann die Belastung abgestuft werden.

► - Aufsitzen aus Rückenlage mit Medizinball vor der Brust
  kurzer Hebelarm (h) =
  geringe Belastung.

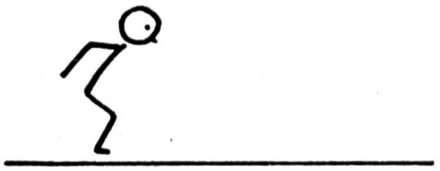


- Aufsitzen aus Rückenlage mit Medizinball in Hochhalte
  längerer Hebelarm (h) =
  grössere Belastung.



Je nach Grösse der Widerstände (Eigengewicht, Zusatzgewicht, Zentrifugalkraft), welche durch Muskelarbeit überwunden werden sollten, kommt *eine Haltung oder eine Bewegung* zustande.

Ausgangsstellung

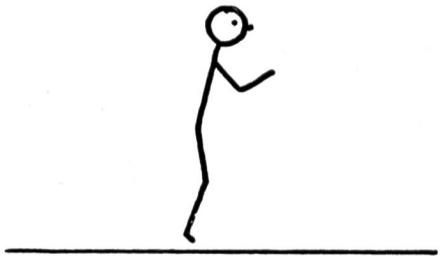


Kraft gleich gross wie Widerstände

K = W

Haltung, statische oder isometrische Muskelarbeit

Absprung

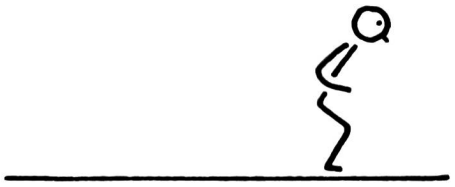


Kraft grösser als Widerstände

K > W

Bewegung, dynamische, überwindende Muskelarbeit.

Landung



Kraft kleiner als Widerstände

K < W

Bewegung, dynamische, nachgebende Muskelarbeit

3. Das Nervensystem: Steuerung der Muskelkontraktion

3.1. Übersicht

Geschützt durch den knöchernen Schädel und die Wirbelsäule erhalten *Gehirn und Rückenmark, die Hauptteile des Zentralnervensystems* eine grosse Zahl verschiedener Informationen. Die Übermittlung erfolgt durch die *sensiblen Nerven.*

► Je nach Sportart kommt der einen oder andern Sinnesqualität mehr Bedeutung zu.

Beispiele:

– Auge	Spiele, Orientierungslaufen
– Gehör	Tanz, rhythmische Gymnastik, Ballspiele
– Gleichgewichtssinn	Eislaufen, Kunstturnen
– Tastsinn	Schwimmen, Ballspiele
– Tiefensensibilität	Kontrolle sämtlicher Haltungen und Bewegungen bei allen Sportarten

Diese *Sinnesqualitäten* werden einerseits untereinander, andererseits mit gespeicherten Daten des *Gedächtnisses* verknüpft. Über die *motorischen Nerven* werden bestimmte Muskelgruppen aktiviert. das Resultat sind Haltungen und Bewegungen beziehungswiese ein bestimmtes Bewegungsverhalten (Abb. 6).

► – eigene Versuche
– Vorzeigen
– Erkären
– Korrekturen
– Lehrflime
und ähnliches u.a.
] momentanes Bewegungsverhalten, zum Beispiel ein Weitsprung

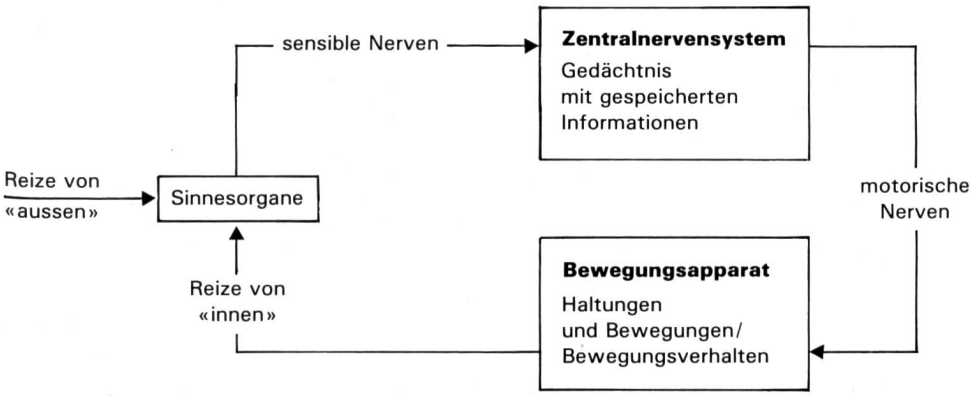


Abb. 6: Sensible und motorische Nerven als Überträger von Informationen

3.2. Die Übertragung Nerv—Muskel

Die Übertragung der ankommenden Impulse auf den Muskel erfolgt in der *motorischen Endplatte,* einer Aufsplitterung der motorischen Nervenfasern (Abb. 7).

Ist der Reiz genügend stark, so löst er bei der Muskelfaser eine maximale Kontraktion aus: die einzelne Muskelfaser folgt dem *Alles-oder-Nichts-Gesetz.*

► Durch wechselweise Innervation der verschiedenen Muskelfasergruppen wird der *Kraftaufwand eines Muskels* der jeweiligen Situation angepasst und die *Ermüdung,* besonders bei dynamischer Arbeitsweise, geringer.

Beispiel: Wiederholtes Heben schwerer Gewichte.

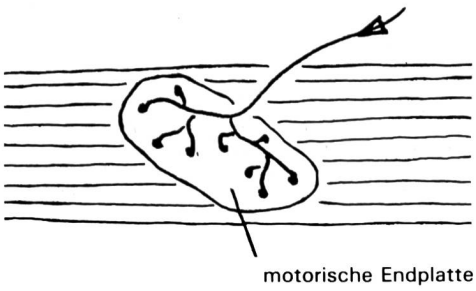


Abb. 7: Die Aufsplitterung der motorischen Nerven zur motorischen Endplatte

Selbst bei *maximaler Kraftanstrengung* werden nie gleichzeitig sämtliche Fasern zur Kontraktion gebracht.

► Die *maximale Kraft eines Muskels* ist bei gegebener Hebelsituation nicht allein vom Faserquerschnitt, sondern auch von der maximalen Anzahl gleichzeitig aktivierter Muskelfasern abhängig (s. 1.4. Muskelkraft).

Da die einzelnen Muskelfasern entweder nicht oder, bei genügend hoher Reizintensität, maximal kontrahiert werden, ist die *Geschwindigkeit* der Muskelkontraktion nicht von der Geschwindigkeit der ankommenden Impulse abhängig, sondern vom jeweiligen Last-Kraft-Verhältnis.

Je geringer die Last und je grösser die Kraft ist, welche in kurzer Zeit eingesetzt werden kann, um so grösser ist die Beschleunigung, welche dieser Last durch eine Muskelkontraktion erteilt werden kann.

► **Schnellkraft**

Fähigkeit eines Muskels oder einer Muskelgruppe, sich bei möglichst grossem Krafteinsatz rasch zu kontrahieren, um dadurch dem eigenen Körper, einem Partner oder einem Gerät eine möglichst hohe Beschleunigung zu erteilen.

Sie ist von folgenden Grössen abhängig:
- Kraft (Faserquerschnitt und Anzahl aktivierter Fasern,
- Kontraktionsgeschwindigkeit des einzelnen Muskels,
- Koordinationsfähigkeit (Zusammenspiel aller beteiligter Muskeln).

Beispiele:
- Sprünge, Würfe

Wiederholen sich solch rasche Kontraktionen, so ist die Handlungs- oder Aktionsschnelligkeit weiter davon abhängig, ob die einzelnen Muskelaktionen ökonomisch zu einem Ganzen verbunden (Koordinationsfähigket) und ob für die Dauer einer solchen Aktion genügend Energie bereitgestellt werden kann.

► **Aktionsschnelligkeit**

Fähigkeit, einen Muskel oder eine Muskelgruppe in kürzester Zeit, bei mehr oder minder grossem Krafteinsatz, in rascher Folge wiederholt zu kontrahieren (zyklische Bewegungsfolge) oder verschiedene Bewegungen in rascher Folge aneinanderzureihen (azyklische Bewegungsfolge).

Sie ist von folgenden Grössen abhängig:

- Reaktionsschnelligkeit,
- Schnellkraft
- Koordinationsfähigkeit,
- Stehvermögen beziehungsweise Dauerleistungsvermögen (je nach Dauer der Belastung (s. 4. Stoffwechsel).

Beispiele:

- Schnellauf, Kurzstreckenschwimmen, Radfahren
- Ballspiele, Tennis, Fechten

3.3. Die Umschaltung im Zentralnervensystem

Die Umschaltung von sensiblen auf motorische Nerven erfolgt im *Zentralnervensystem* auf verschiedenen Ebenen.
Reflexe und Automatismen, welche ohne bewusste Kontrolle ablaufen, werden von Zentren *im Rückenmark und im sogenannten Hirnstamm* gesteuert.

► Beispiele:

- reflektorische Anspannung von Muskeln bei plötzlicher Dehnung:
  - als Schutz, z.B. Streckung des gebeugten Beines bei Schlag auf die Strecksehne unterhalb der Kniescheibe (Kniesehnenreflex), Kontraktion der Wadenmuskulatur bei Landung nach Sprung, Kontraktion der Bauchmuskulatur bei Schlag,
  - zur raschen Einleitung der Kontraktionen, zum Beispiel Kontraktion der Brustmuskulatur, ausgelöst durch die Ausholbewegung beim Werfen.
- Lidschlussreflex als Schutz; Abwehrbewegung der Arme bei drohendem Schlag,
- reflektorische Einstellung der Muskelgrundspannung (Tonus) → erhöhte Grundspannung vor Start, erniedrigte im Schlaf.

Für *bewusste, willentlich ausgeführte Handlungen* sind bestimmte Umschalt- und Steuerungszentren der *Grosshirnrinde* verantwortlich.

► Ziel des Trainings ist das Automatisieren von Bewegungsabläufen unter Ausschaltung störender Reflexe, um das Bewusstsein, zum Beispiel zur Lösung taktischer Aufgaben, freizumachen. Vergleiche das Balldribbeln eines Anfängers mit dem eines Könners oder das Ballfangen bei einem jüngern und einem älteren Kind!

Bewegungen werden im Zentralnervensystem gebahnt und festgehalten. Es ist deshalb sehr wichtig, dass beim *Lernen von Bewegungen* von Anfang an nur korrekte Bewegungsabläufe eingeschliffen werden.

► Es ist oft schwieriger, falsch gelernte Bewegungen zu korrigieren, als völlig neue zu lernen!

4. Der Stoffwechsel: Aufbau und Energieversorgung

4.1. Übersicht

Der Aufbau und die Energieversorgung aller lebenden Zellen erfolgt durch den *Stoffwechsel.* Während des Wachstums und bei grosser körperlicher Belastung kommt dem *Baustoffwechsel* besondere Bedeutung zu.

► Eine ausgeglichene, vitamin- und eiweissreiche Ernährung sowie genügend Ruhe- und Erholungszeit sind für trainierende Kinder und Jugendliche ausserordentlich wichtig.

Die *Energiegewinnung* für die Lebensvorgänge und die Muskelarbeit erfolgt in erster Linie durch den Abbau von Kohlenhydraten und Fetten. Dabei werden zirka *30 Prozent mechanische Energie und zirka 70 Prozent Wärme* produziert.

► Anstieg der Körpertemperatur bei körperlicher Belastung als gewünschte Nebenwirkung beim Einlaufen.

Kohlenhydrate, Fette und Eiweisse werden zusammen mit Wasser, Vitaminen und Mineralsalzen als *Nahrung* aufgenommen und durch die *Verdauung* in kleinere, wasserlösliche Bestandteile zerlegt. Diese treten durch die Darmwand *ins Blut über* und gelangen zu den verschiedenen Zellen und Geweben.

Eiweisse werden im Aufbau und zur Regeneration gebraucht, während *Kohlenhydrate* und *Fette* als Energieträger sofort abgebaut oder in geeigneter Form deponiert werden.

► Genauere Angaben zur Ernährung des Sportlers im Training, vor und während des Wettkampfes finden sich in der entsprechenden Fachliteratur.
(Abb. 8 auf Seite 375)

4.2. Energiebereitstellung im Muskel

Der Muskel hat die Fähigkeit, sich sofort und unabhängig von der Sauerstoff- und Nahrungszufuhr zu kontrahieren und damit Arbeit zu leisten

anaerobe, sauerstoffunabhängige Energiebereitstellung.

Direkter Energiespender für die Muskelarbeit ist ein phosphathaltiger Eiweisskörper, das *Adenosintriphosphat.* Durch Abspaltung eines Phosphatteilchens wird Energie frei für die Kontraktion. (siehe Schema unten)

► Der Vorrat an *ATP* in der Muskelfaser reicht für zirka 2–3 Sekunden Muskelarbeit aus.

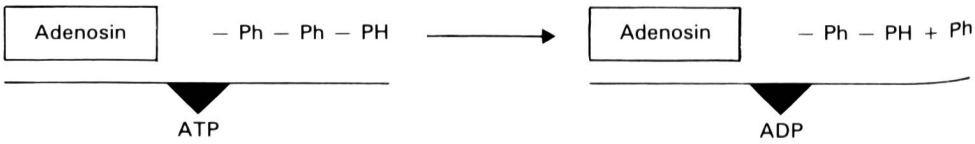
Alle folgenden Schritte zur Energiegewinnung dienen allein dem *Wiederaufbau von ATP,* da ohne ATP-Zerfall keine Kontraktion stattfinden kann.

In jeder Muskelfaser findet sich auch ein Vorrat eines andern Eiweisskörpers, das *Kreatinphosphat* (KP), welches ein Phosphatteilchen abspalten und an ADP abgeben kann.

► Der Vorrat an *Kreatinphosphat* in der Muskelfaser reicht für *zirka 30 Sek. Muskelarbeit* aus.

Als weiteren Energieträger enthält jede Muskelfaser eine gewisse Menge *Stärke* (Glykogen = tierische Stärke), welche über mehrere Zwischenstufen und ohne Verwendung von Sauerstoff bis zu *Brenztraubensäure* beziehungsweise *Milchsäure* abgebaut wird. Die freiwerdende Energie wird, wiederum in Form von Phosphatteilchen, zur Wiederherstellung von ATP und Creatinphosphat gebraucht.

► Das Maximum der Energiegewinnung durch *anaeroben Zuckerabbau* ist nach etwa 50–60 Sek. erreicht. Nach ungefähr *2 Min. intensiver Arbeit* ist auch dieser Energievorrat verbraucht.



	Kohlenhydrate	Fette	Eiweiss
chemische Bestandteile (Elemente)	**Kohlenstoff C** **Wasserstoff H** **Sauerstoff O**		
			Stickstoff N
Nahrungsform	Stärke: Kartoffeln Brot Teigwaren Zucker: Trauben-Zucker Milch-Zucker Frucht-Zucker	tierische und pflanzliche Fette und Öle Speck, Butter Sonnenblumenöl Nussöl	tierische und pflanzliche Eiweisse Fleisch, Eier Käse Hülsenfrüchte
Verdauung zu	Zucker	freien Fettsäuren und Glycerin	Aminosäuren
Aufnahme	durch die Darmwand ins Blut		
Transport	im Blut zu den Zellen, Geweben und Organen, welche die Nahrungsstoffe zum Aufbau oder zur Energiegewinnung brauchen.		
Verwendung	– Depot als Stärke: Glykogen des Muskels und der Leber	– Depot von Fett unter der Haut, im Bauchraum und in inneren Organen	– keine Depots
	– *Abbau zur Energiegewinnung*		(– Abbau zur Energiegewinnung nur bei langdauerndem Hunger)
	– Baustoffwechsel	– Baustoffwechsel	– Baustoffwechsel
Ausscheidung der Abbauendprodukte	CO_2 (Kohlensäure) → Ausatmung H_2O (Wasser) → Nieren, Haut, Lungen oder Weiterverwendung im Körper		
			N (Stickstoff) als Harnsäure und Harnstoff durch die Nieren

Abb. 8: Aufnahme, Umwandlung und Verwendung von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweissen

Der weitere Abbau der Brenztraubensäure bis zu Kohlensäure und Wasser erfolgt als Verbrennungsvorgang (Oxydation) unter Verwendung von Sauerstoff → *aerobe, sauerstoffabhängige Energiebereitstellung.*
Auch der *Fettabbau* trifft im aeroben Bereich mit dem Zuckerabbau zusammen. Die freien Fettsäuren werden aerob zu Kohlensäure und Wasser vebrannt.

► Die aerobe oder oxydative Energiebereitstellung erreicht, bei entsprechender Reduktion der Arbeitsintensität auf zirka 30 Prozent, *nach ungefähr 2–3 Min. ihr Maximum.* Diese Arbeit kann so lange aufrechterhalten werden, als die Glykogen- und Fettvorräte in der Muskelfaser ausreichen, beziehungsweise so lange genügend Zucker und Fette auf dem Blutweg antransportiert werden.

Die Fähigkeit, über längere Zeit Muskelarbeit zu leisten und möglichst lange der aufkommenden Ermüdung zu widerstehen, ist biologisch von der Leistungsfähigkeit der anaeroben und aeroben Energiebereitstellung abhängig.

► **Stehvermögen = anaerobe Kapazität = anaerobe Ausdauer**

Fähigkeit des Organismus, besonders der Muskulatur, die zur Muskelarbeit notwendige Energie vorwiegend ohne Verwendung von Sauerstoff bereitzustellen und die daraus resultierenden Konsequenzen wie Blutübersäuerung, Pulsanstieg und Atemnot möglichst lange und ohne Leistungseinbusse zu ertragen.

Sie ist von folgenden Grössen abhängig:

- Energievorräte der Muskelfaser (ATP, Kreatinphosphat, Stärke)
- Säurebindungsvermögen des Blutes und der Gewebe
- Kohlensäureausscheidung durch verstärkte Atmung
- zentralnervös-psychische Faktoren («Ertragen»)

Beispiel:

- 400-m-Lauf
- Zwischen- und Endspurt bei längeren Läufen

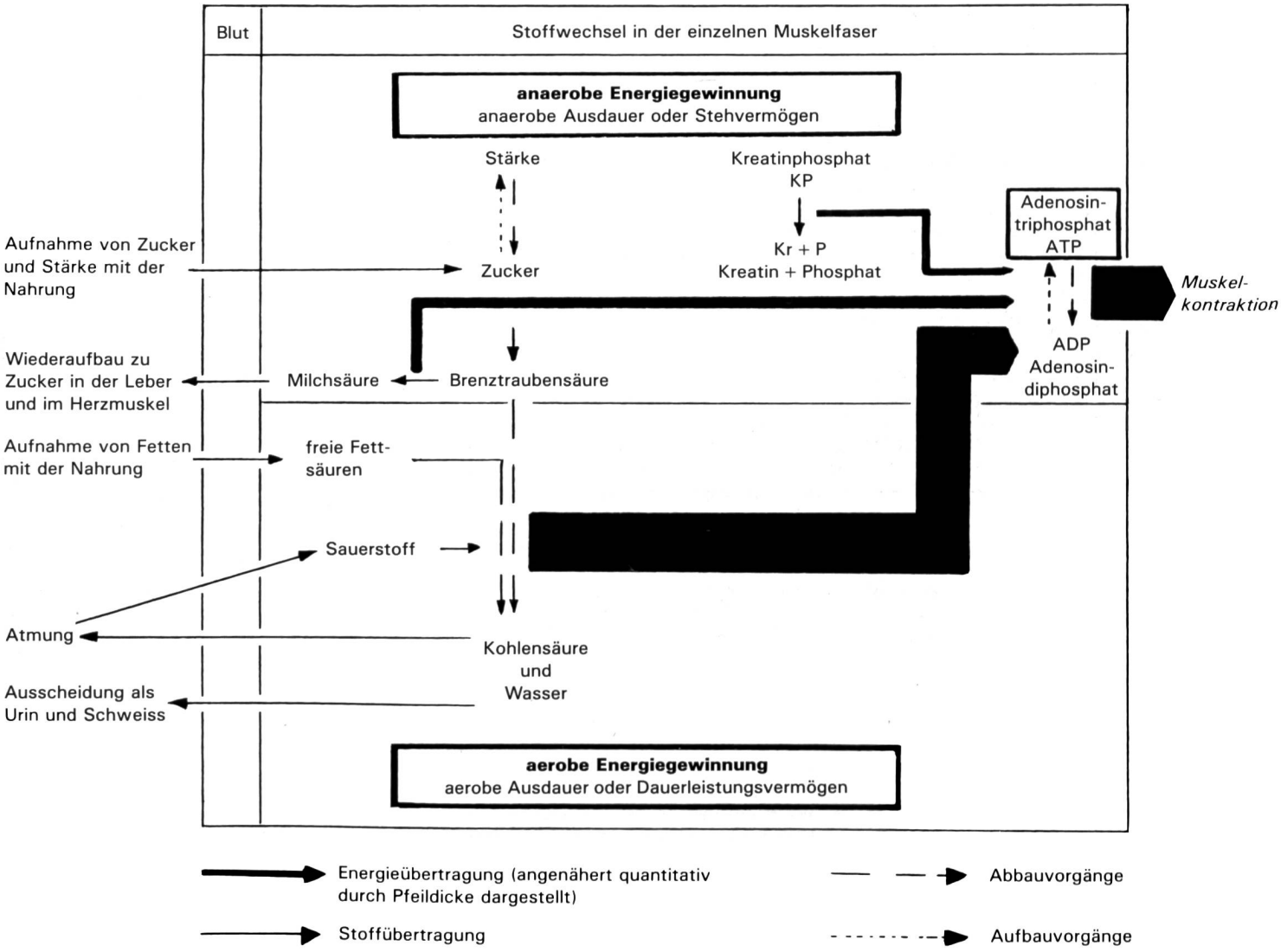


Abb. 9: Anaerobe und aerobe Energiegewinnung in der Muskelfaser

► **Dauerleistungsvermögen = aerobe Kapazität = aerobe Ausdauer**

Fähigkeit des Organismus, besonders der Muskulatur, die zur Muskelarbeit notwendige Energie unter Verwendung von Sauerstoff bereitzustellen und im Gleichgewicht (steady state) über längere Zeit aufrechtzuerhalten.

Sie ist von folgenden Grössen abhängig:

- Fähigkeit der Muskelfasern, den angebotenen Sauerstoff aufzunehmen und umzusetzen.
- Muskeldurchblutung
- Gehalt des Kapillarblutes an Sauerstoff, Zucker und freien Fettsäuren
- Leistungsfähigkeit von Lunge, Herz, und Kreislauf

Beispiele:

- Skilanglauf, Orientierungslauf, Langstreckenlauf, Spiele

Stehvermögen und Dauerleistungsvermögen sind zwei Bereiche, welche bei längerdauernden Belastungen eng ineinandergreifen.

► - Die *sofortige Energiebereitstellung* in der Startphase, bei Zwischen- und Endspurts erfolgt weitgehend anaerob.

- Ist die Belastungsintensität sehr hoch, so sammeln sich zuerst saure Stoffwechselprodukte des anaeroben Zuckerabbaus im Muskel und mit der Zeit im Blut an. Eine solche Übersäuerung erträgt der Organismus schlecht. → die Muskulatur wird müde, kraftlos, schmerzhaftg, der Puls steigt maximal an, die Atemnot zwingt zum Arbeitsabbruch → die *Grenze des Stehvermögens* ist erreicht.

- Je grösser die aerobe Kapazität ist, um so später muss der Organismus sein Stehvermögen in Anspruch nehmen. Die *Grenze des Dauerleistungsvermögens* ist erreicht, wenn in zunehmendem Masse auch anaerobe Energie bereitgestellt werden muss und sich Anzeichen der Stehvermögensbelastung bemerkbar machen.

- Je grösser die aerobe Kapazität ist, um so besser ist auch die *Erholungsfähigkeit,* da die anfallenden Säuren des anaeroben Zuckerabbaus rascher vollständig abgebaut werden können:

- Erholung im Wettkampf zwischen einzelnen Disziplinen (10-Kampf; Vor-, Zwischen-, Endlauf) oder Spielen (zwischen 1. und 2. Halbzeit; bei wiederholten Spieleinsätzen).

Anschrift des Verfassers:

Dr. med. Ursula Weiss
dipl. Turn- und Sportlehrerin
Eidg. Turn- und Sportschule
CH-2532 Magglingen

5. Weiterführende Literatur

W. *Hollmann* und Th. *Hettinger,*
Sportmedizin – Arbeits- und Trainingsgrundlagen,
F. K. Schaftauer, Stuttgart (1976).

H. *Mellerowicz* und W. *Meller,*
Training – Biologische und medizinische Grundlagen und Prinzipien des Trainings,
Springer, Berlin (1975).

M. *Nemessuri,*
Funktionelle Sportanatomie,
Sportverlag Berlin (1963).

J. *Nöcker,*
Physiologie der Leibesübungen für Sportlehrer, Trainer, Sportstudenten, Sportärzte, 3. Auflage,
Enke, Stuttgart (1976).

G. *Schönholzer,* U. *Weiss,* und R. *Albonico,*
Sportbiologie,
Schriftenreihe der Eidg. Turn- und Sportschule Magglingen,
4. Auflage,
Birkhäuser Basel (1976).

E. *Schütz* und E. *Rothschuh,*
Bau und Funktion des menschlichen Körpers,
9. Auflage,
Urban und Schwarzenberg, München/Berlin (1973).

Jürgen *Stegemann,*
Leistungsphysiologie,
Thieme, Stuttgart (1971).

K. *Tittel,*
Beschreibende und funktionelle Anatomie des Menschen,
6. Auflage,
Fischer, Jena (1974).

V. M. *Zaciorskij,*
Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers,
Trainerbibliothek des DSB Band 3,
Bartels und Wernitz, Berlin (1974).

Amerikaner rauchen weniger

Im Jahre 1978 wiesen die USA den niedrigsten Zigarettenkonsum seit 20 Jahren auf! Nach einigem Auf und Ab kann seit 1973 ein jährlicher Rückgang des Zigarettenkonsums je Erwachsener um 0,9 Prozent festgestellt werden. Es gehört zu den landläufigen Vorurteilen, dass weder Gesundheitswarnungen, noch Werbeeinschränkungen, noch Steuererhöhungen den Siegeszug der Zigarette bremsen können. Diese der Zigarettenindustrie willkommene Meinung findet sich sogar in Informationsschriften und ärztlichen Publikationen, oft vom Hinweis auf amerikanische Erfahrungen begleitet. Gerade die USA zeigen aber, dass sorgfältig geplante und konsequent durchgeführte Massnahmen Erfolg versprechen. Deutlich war der Rückgang des Konsums im Jahre 1964 nach der Publikation des Terry-Reports über die Gesundheitsschäden durch Tabakkonsum. Eine einmalige Publikation hatte aber auf die Raucher nur eine kurzfristige Wirkung. Erst die auch vom Terry-Report veranlassten staatlichen Massnahmen und die intensive Antiraucherwerbung von 1967 bis 1971 brachten einen noch stärkeren Rückgang. Der bisher längste regelmässige Rückgang um insgesamt rund 180 Stück hält aber seit 1973 an.
Der Zigarettenkonsum je Einwohner über 18 Jahre hatte in den USA im Jahre 1925 1085 Stück betragen. Im Jahre 1941 wurde die 2000er- und schon 1944 die 3000er-Grenze überschritten. Seit 1959 wurden jedes Jahr mit Ausnahme der Jahre 1969 und 1970 über 4000 Zigaretten geraucht. Mit rund 3965 Zigaretten lag 1978 der Konsum wieder auf der Höhe von 1958. Die Bemühungen staatlicher und privater Organisationen haben also ihre Wirkung gehabt. Zu spät kommt sie allerdings für die zahlreichen Raucher, welche nicht in der Lage waren, rechtzeitig die Konsequenzen zu ziehen und die an tabakbedingten Leiden erkrankten oder starben. SFA

Aus: Sport – Mode oder Lebenshilfe?

«Der Sport, der die Schäden des Spezialistentums heilen sollte, erzeugt schlimmere Einseitigkeiten als die Technik, ein Vorgang, der weder körperlich noch seelisch heilsam sein kann... eine Regung mit der man zur Natur hinaus wollte, endet in pharmazeutischer Künstlichkeit.» Gerhard Nebel

---