Zeitschrift: Jugend und Sport : Fachzeitschrift für Leibesübungen der

Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen

Herausgeber: Eidgenössische Turn- und Sportschule Magglingen

**Band:** 36 (1979)

Heft: 11

Artikel: Biologische Grundlagen des Trainings : besondere Hinweise für die

**Praxis** 

Autor: Weiss, Ursula

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-994607

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 02.11.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch



# FORSCHUNG TRAINING WETTKAMPF

#### Biologische Grundlagen des Trainings

Ursula Weiss

▶ Besondere Hinweise für die Praxis

#### 1. Einleitung

Jede sportliche Aktivität setzt sich aus Haltungen und Bewegungen zusammen.

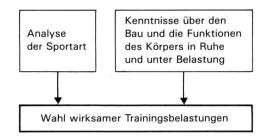




Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist ein funktionstüchtiger Körper. Diese Funktionstüchtigkeit wird aber nur durch geeignete Belastungen, zum Beispiel in Form von Sport, gefördert und erhalten.

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?

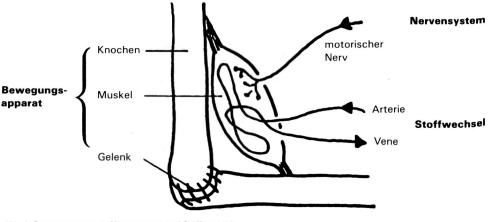


Abb. 1: Bewegungsapparat, Nervensystem und Stoffwechsel

- 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 Bewegungs-
- apparates, 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).

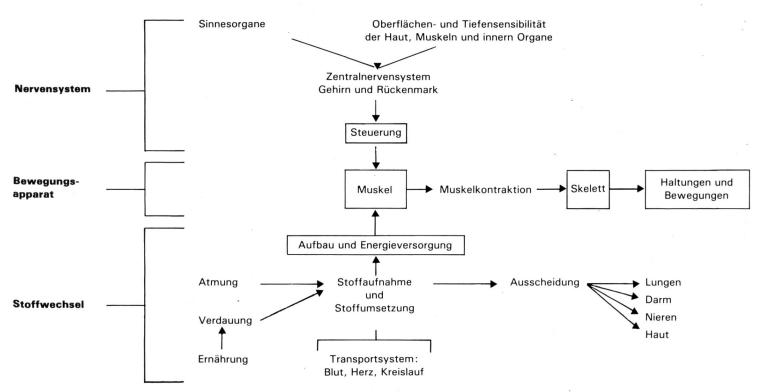


Abb. 2: Organe und Organsysteme, eine Übersicht

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	Kraft	Stehvermögen
	Geschicklichkeit/ Gewandtheit	Beweglichkeit	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 Be-

wegungen → Arme,

Beine

kurze Knochen: federnde Tragfunktion,

→ Wirbelsäule, Fuss,

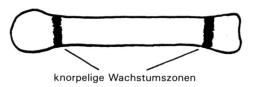
Hand

- platte Knochen: Stütze und Schutz,

→ Schädel, Brustkorb,

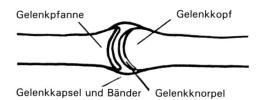
Becken

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

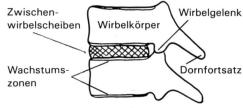
Die Gelenkflächen werden von einer *gefässlosen Knorpelschicht* überzogen und durch eine schleimige Flüssigkeit, die *Gelenkschmiere*, feucht gehalten.

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

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

= Haltungs-

schäden

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).

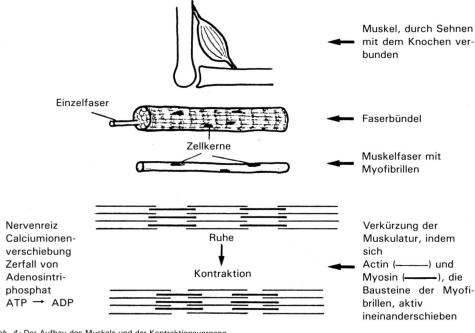
#### 2.3. Haltungen und Bewegungen

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

#### ➤ Vergleiche:

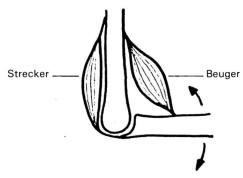
- Fingergelenke, Kniegelenk
- Handgelenk, Fussgelenk
- Schulter- und Hüftgelenk

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

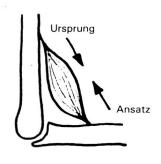


gesetzt angeordnetes Muskelpaar beziehungsweise entgegengesetzt angeordnete Muskelgruppen verantwortlich = Antagonisten.

Für jede Bewegungsgruppe ist ein entgegen-



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



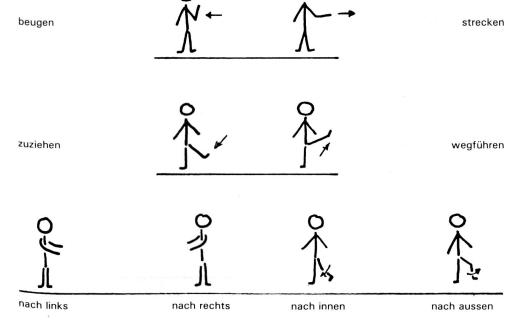
Die aktive Muskulatur liegt deshalb bei überwindender Arbeit dort, wo der Gelenkwinkel kleiner

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

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



Abb. 4: Der Aufbau des Muskels und der Kontraktionsvorgang



Rotation oder Drehung

- 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.

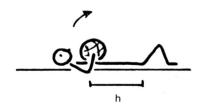
Der Trainierte kann pro Zeiteinheit mehr und dickere Fasern zur Kontraktion bringen als der Untrainierte.

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

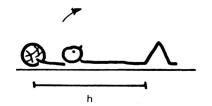
▶ Gerade am Rumpf sind sehr viele Muskeln schräg zur üblichen Vorwärts-Rückwärts-Bewegungsebene angeordnet. Nur durch Diagonal- und Drehbewegungen kommen diese Muskeln voll zur Wirkung beziehungsweise werden im Training genügend belastet.

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

C = W

Haltung, statische oder isometrische Muskelarheit

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

Beispiele:

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.

Spiele, Orientierungs-Auge

laufen

Gehör Tanz, rhythmische

Gymnastik, Ballspiele

Gleich-Eislaufen, gewichtssinn Kunstturnen Tastsinn

Schwimmen, Ball-

spiele

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 momentanes Vorzeigen Bewegungs-Erkären verhalten, zum Korrekturen Beispiel ein Lehrflime Weitsprung und ähnliches u.a.

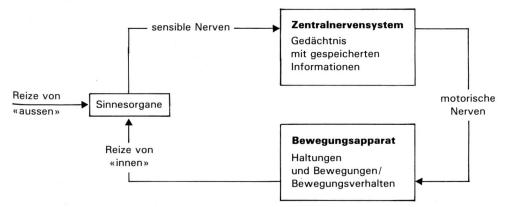


Abb. 6: Sensible und motorische Nerven als Überträger von Informationen

#### 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).

lst 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.

motorischer Nerv motorische Endplatte

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 Faserguerschnitt, 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.

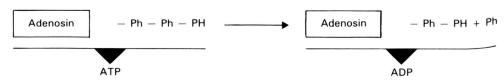
Alle folgenden Schritte zur Energiegewinnung dienen allein dem *Wiederaufbau von ATP*, da ohne ATP-Zerfall keine Kontraktion stattfinden kann

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 Energie- gewinnung brauchen.				
Verwendung	<ul> <li>Depot als Stärke:</li> <li>Glykogen des Muskels und der Leber</li> </ul>	– 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 Abbauend- produkte	CO₂ (Kohlensäure) H₂O (Wasser)	<ul> <li>→ Ausatmung</li> <li>→ Nieren, Haut, Lungen oder Weiterv</li> </ul>	erwendung im Körper		
produkte		*	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

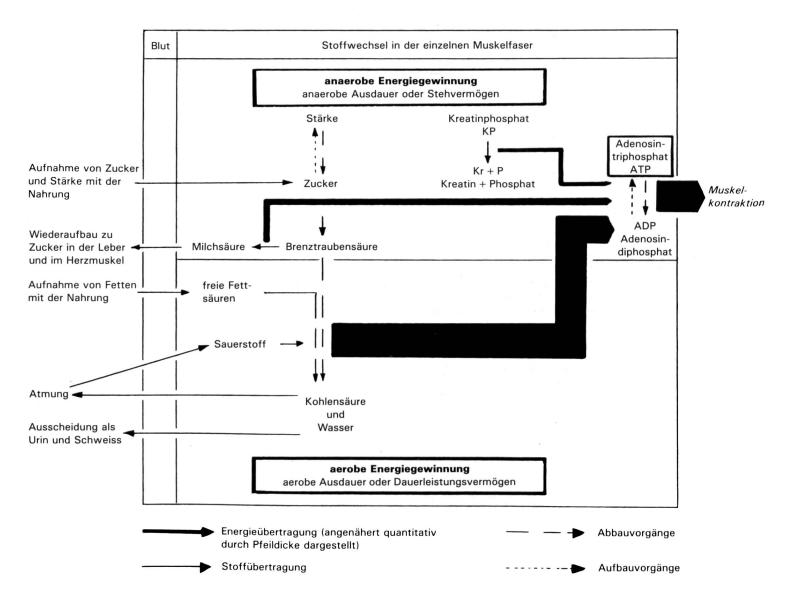


Abb. 9: Anaerobe und aerobe Energiegewinnung in der Muskelfaser

#### 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.
- Muskeldurchblutuna
- Gehalt des Kapillarblutes an Sauerstoff,
   Zucker und freien Fettsäuren
- Leistungsfähigkeit von Lunge, Herz, und Kreislauf

#### Beispiele:

 Skilanglauf, Orientierungslauf, Langstrekkenlauf, 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.»