# **C-Trainer Karate**

Regensburg 2002

Bei den vorliegenden Unterlagen wurde auch überschneidender Stoff der Fach-Übungsleiter-Ausbildung aufgenommen.

# <u>Inhaltsverzeichnis</u>

AUFGABEN DES C- (BZW. B-) TRAINERS	3
Ziele der Ausbildung Definition einer sportlichen Leistung	<b>3</b> 3
Allgemeine Aufgaben	3
Spezielle Aufgaben	3
Allgemeine Trainingslehre	4
Regenerationsmaßnahmen	4
Biomechanik  Definition: Spezifische Aufgaben:	<b>4</b> 4 4
Psychologische Aufgaben (Coaching)  Begriffsdefinition:  Anforderungen an den Betreuer:	<b>5</b> 5 5
Nachwuchstraining	5
GYMNASTIK; TRAININGSLEHRE  Wesentliche Grundlagen der Gymnastik Ziele des Aufwärmens Physiologische Aspekte des Aufwärmens Endogene und exogene Einflußfaktoren des Aufwärmens Abwärmen = Cool down Durchführung: z.B.	6 6 7 7 7 7 7
Sofortreaktionen des Organismus bei dynamischer Arbeit  Herz-Kreislauf-System  Muskeldurchblutung und Muskelstoffwechsel  Atmung und Sauerstoffaufnahme  Veränderungen des Blutes  Wärmeregulation  Hormonhaushalt  Reaktionen des Organismus bei statischer Arbeit  Herzfrequenzkontrolle - einfache Methode zur Selbstkontrolle  Ruheherzfrequenz  Trainingsherzfrequenz  Maximale Herzfrequenz  Erholungsherzfrequenz  Beim Leistungssportler	8 8 8 9 9 10 10 10 11 11 11 11 11 11
Trainingsintensität und Herzfrequenz	12
Leistungsabfall durch Überforderung - Übertraining Ursachen von Übertraining und Überforderung	<b>12</b> 12
Das Prinzip der Superkompensation	13
Leistungssteigerung durch Summation von Superkompensation	13
Grundlagenausdauerfähigkeit	14
Ausmaß der Leistungssteigerung	15
Jahresplanung am Beispiel Marathon  Trainingsproportionen  Verhältnis der Trainingsbereiche bei verschiedenen Sportarten  Grundsätze für ein effektives Lauftraining  Intensität der Belastung  Verhältnis der Trainingsbereiche beim Langstreckenlauf im Jahresverlauf	16 17 17 17 17 17 18
Regeneration im Sport	19

Definition	19
Regeneration aus sportmedizinischer Sicht	19
Regeneration aus medizinischer Sicht	19
hormonelle Regulation	19
muskuläre Regeneration	19
Regeneration und Sportmethodik	20
Fortlaufende Regeneration	20
Unmittelbare Regeneration	20
Nachwirkende Regeneration Erweiterte Regeneration	20 20
Regeneration und Ernährung	20
Flüssigkeitsverluste ausgleichen	21
Wiederauffüllen der entleerten Kohlenhydratspeicher	21
Ersatz von Mineralstoffen, Vitaminen und Spurenelementen	21
Empfehlungen zum praktischen Vorgehen	21
Unmittelbare Nachbelastungsphase (0-1 Stunde)	21
Erweiterte Nachbelastungsphase bis 6 Stunden nach Belastungsende	22
Späte Nachbelastungsphase (6-24 Stunden nach Belastungsende)	22
Ausdauer	24
Unterteilung der Ausdauer nach der Art der Energiebereitstellung.	24
Zusammenhang: Intensität der Belastung und Energiebereitstellung	25
Anaerobe und aerobe Energiebereitstellung bei verschiedenen sportlichen Belastungen	25
Sauerstoffschuld	26
Ausdauertraining	27
Geeignete Trainingsmethoden:	27
Die Intervallmethode	28
Anwendung der lohnenden Pause	28
Die Belastungsnormative	28
Anpassung des Körpers an unterschiedliche Ausdauerbelastungen	28
Dauermethode	28
Training = Störung der Homöostase = Stress	29
Intervallmethode This is the line of the control of	29
Trainingsziel allgemeine aerobe Ausdauer (Grundlagenausdauer)	30
Trainingsziel spezielle Ausdauer	31
Trainingssteuerung des Ausdauertrainings über die Herzfrequenz Ruheherzfrequenz als Indikator des Trainingszustands	32 33
Die Erholungsherzfrequenz, ein weiterer Indikator des Trainingszustands	33
Formeln zur Ermittlung der Trainingsherzfrequenz nach der Dauermethode	33
Mögliche Tests zur Überprüfung des Trainingszustandes des Herz-Atemsystems und zur besseren Belastungssteuerung	34
PWC 170 und PWC 130-Test	34
Conconi-Test (unblutige Methode zur Bestimmung der Schwellenherzfrequenz)	34
Der Cooper-Test (= 12-Minuten-Lauftest)	35
Begriffsdefinitionen	35
Beispiele für karatespezifisches Ausdauertraining:	37
Training der lokalen Muskelausdauer	37
Biochemische Veränderungen der ausdauertrainierten Muskelzelle	37
Verbesserte Kapillarversorgung des ausdauertrainierten Muskels	38
Zusammenfassung Ausdauer	39
	4.0
ANHANG	40
Die neuen Wettkampfregeln (Stand: 2001)	40
1. Kleidung	40
2. Der Kampf	40
Wertungen	40
Zielregionen	41
3. Strafen	41
4. Terminologie	41
Die Pflichtkata-Liste (ah 2002)	42
Die Pflichtkata-Liste (ab 2002) Liste der DKV-Pflicht (Shitei) Kata für Schüler, Jugend und Junioren	<b>42</b> 42
Liste der DKV-Pflichtkata für Senioren	42
Liste dei Dix v-1 mentrata fui Semoren	72
Mineralstoffe – Grundlagen - Bedeutung	43
Vitamine	44
Vitaliille	44
GLOSSAR	46
ULUJJAN	40
INDEV	=-
INDEX:	56

# AUFGABEN DES C- (BZW. B-) TRAINERS

Die Tätigkeit des/der C-Trainer Karate umfaßt die Hinführung zur leistungs- und wettkampforientierten Betätigung in den Disziplinen Kata und Kumite sowie die Planung, Vorbereitung und Durchführung des wettkampforientierten Karate-Grundlagentrainings in den Vereinen des Deutschen Karate Verbandes e.V.

# Ziele der Ausbildung

- > Inhalte des Leistungssports kennen, analysieren und begründen weiterhin:
- > Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten bei der Umsetzung von wettkampforientiertem Training erwerben,
- > vielseitige, allgemeine und karatespezifische Grundausbildung vermitteln,
- > leistungsorientiertes Karate-Training und Wettkämpfe zielgruppengerecht planen und durchführen.

Eine wertfreie Begriffsdefinition aus der Mechanik : Leistung =  $\frac{Arbeit}{Zeitdauer}$ , als Formel:  $P = \frac{W}{t}$ 

# **Definition einer sportlichen Leistung**

Ergebnis einer sportlichen Handlung oder Tätigkeit, die mit dem eigenen Anstrengungen verbunden ist !!!

#### oder

Sportliche Leistung ist das Ergebnis einer sportlichen Handlung, das speziell im Wettkampfsport seinen Niederschlag in einer Maßzahl findet, die der Bewegungshandlung nach vorher festgelegten Regeln zugeordnet wird.

> kognitive Leistungsfähigkeit = Leistungsfähigkeit des Bewußtseins, Kapazität des Bewußtseins

➤ Linguistische Leistung = Sprachliche = enger Zusammenhang zum Bewußtsein

➤ motorische Leistung = Biomechanisches Zusammenspiel

#### Also:

Bewußtsein als bewußte Wahrnehmung und als bewußtes Denken ist an kortikale Funktionen und an die Intaktheit des linguistischen Apparates im Gehirn gebunden!

(Kortex betreffend = äußere Zellschicht eines Organs, besonders Hirnrinde)

## Hier nun Differenzierung von Technik und Taktiktraining:

Techniktraining vorwiegend Kleinhirntraining = Langzeitspeicher

Taktiktraining vorwiegend Hirnrindenareale = wesentlich flexibler d.h. Konzepte schneller änderbar

# Allgemeine Aufgaben

(kennen und anwenden)

- Sportorganisation des DKV
- das Sportprogramm des DKV
- Teilnahmeberechtigung für Wettkampfkarate
- Altersklasseneinteilung für den Wettkampf im DKV
- offizielle DKV-Veranstaltungen
- Organisation einer Karate-Veranstaltung

# Spezielle Aufgaben

(kennen und anwenden)

- ärztliche Schutzbestimmungen des DKV für Wettkampf
- Wettkampfordnung f
   ür Kumite und Kata
- Bewertungskriterien für positive und negative Wertungen im WK.
- Gestiken der Kampfrichter
- praktische Erfahrung als Seiten- und Hauptkampfrichter
- Verständnis für die problematische Rolle der Kampfrichter
- Listenführung und Dokumentation im Kampfrichterwesen

# Allgemeine Trainingslehre

(anwenden)

- Die Bedeutung eines Trainingsplanes
- Durchführung einer IST-Analyse
- Erstellen eines SOLL-Konzeptes
- Bedeutung der Periodisierung (Zyklen), **Definition:**

Periodisierung ist die Festlegung einer Folge von Perioden, deren inhaltliche, belastungsmäßige und zyklische Gestaltung die Herausbildung der optimalen Form für einen bestimmten Zeitraum innerhalb des Periodenzyklus ansteuert (Mikro-, Meso- und Makrozyklen)

Trainingsplanung, **Definition:**

Trainingsplanung ist eine Methode zur Erstellung eines Trainingsplanes als Programm künftig zu realisierender Trainingsmaßnahmen. Sie schließt Anpassungen des Plans an Voraussetzungsänderungen mit ein.

(Rahmentrainingsplan, individueller Trainingsplan, Gruppenplan, Wochentrainingsplan, Jahrestrainingsplan, Mehrjahrestrainingsplan)

- Trainingsarten festlegen, angemessene Trainingsmethoden und Inhalte entwickeln, (techn. Ergänzungstraining)
- Die Belastungsnormative beim Trainingsaufbau beachten
- Kontrollmöglichkeiten festlegen
- Bewegungsbeobachtung und Fehleranalyse
- Psychoregulative Grundprobleme und ihre Auswirkungen auf die Leistung benennen
- Ziele psychoregulativer Maßnahmen aufzeigen
- Emotionale, kognitive und motorische Anzeichen benennen und Ursachen beim Sportler erkennen
- Muskelaufbau und Funktion der Muskelzelle
- Energiebereitstellung in der Muskulatur
- Tiefgehendes Wissen der Motorik und Biomechanik
- Tiefgehendes Wissen medizinischer Grundlagen
- Ernährung im Leistungssport
- Trainingsermüdung und Übertraining, **Definition:**

Ermüdung ist ein besonderer physischer und psychischer Zustand als Resultat von Belastungen. Sie drückt sich in Diskoordination der Funktionen des Organismus und in zeitweiliger Leistungsminderung aus. Der Ermüdungszustand ist vorübergehend, reversibel und stellt ein komplexes Geschehen dar, das physische und psychische Vorgänge umfaßt.

# Regenerationsmaßnahmen

- richtige Ernährung
- Entspannungmaßnahmen (Schlaf, autogenes Training, usw.)
- physikalische Maßnahmen (Massagen, Wassergymnastik, Sauna, Wärmebäder, usw.)

# <u>Biomechanik</u>

#### **Definition:**

Die Biomechanik ist die Wissenschaft von den inneren und äußeren Kräften und deren Wirkungen bei Organismen. Sie befaßt sich mit Körperhaltungen und deren Veränderungen in Weg, Zeit und Geschwindigkeit. Sie ist ein Teil der Bewegungswissenschaft.

## Spezifische Aufgaben:

- > Erforschung der optimalen (zweckmäßigsten) sportlichen Technik unter biomechanischen Gesichtspunkten
- > Verallgemeinerung der dabei gewonnenen Erkenntnisse über die optimalen Techniken in der sportlichen Disziplin
- > Entwicklung von neuen biomechanischen Untersuchungsmethoden aufgrund neuer und verbesserter Geräte
- Entwicklung von mathematischen Modellen, mit denen die inneren und äußeren Kräfte (Beanspruchung) berechnet werden usw.

# Psychologische Aufgaben (Coaching)

# **Begriffsdefinition:**

Das Coaching gehört in den großen Bereich der Sportpsychologie. Der Begriff stammt aus dem angloamerikanischen Sprachraum (USA) und bedeutet: "Das Betreuen eines oder mehrerer Athleten" in der:

- allgemeinen Vorbereitungsperiode
- speziellen Vorbereitungsperiode
- Wettkampfperiode (Aufbauwettkämpfe, Vorbereitungswettkämpfe, Hauptwettkämpfe)
- Übergangsperiode

# Anforderungen an den Betreuer:

Organisatorisches, psychologisches, taktisches Wissen und Können. Also:

- pädagogisch-psychologische Wettkampfvorbereitung
- strategisch-taktische Wettkampfvorbereitung
- organisatorische Vorbereitung der Wettkämpfe und taktische Einstellung des (der) Athleten
- Führung des (der) Athleten während des Wettkampfes (kognitive und/oder affektive Elemente)
- Auswertung der Kämpfe und Hilfe bei der Verarbeitung von Erfolg bzw. Mißerfolg.

Ziel des Coachings ist es, das Verhalten der Athleten zu stabilisieren oder Fehleinstellungen, sich ändernde Wettkampfbedingungen sowie Wechsel des Taktikkonzepts zu korrigieren.

# **Nachwuchstraining**

#### Besonderheiten der Entwicklungsphasen:

- Entwicklungsstufenmodell
- trainingsgünstigste Entwicklungsphasen
- sensible Phasen
- kritische Entwicklungsphasen

## Einfluß des sozialen Umfelds auf das Trainings- und Wettkampfverhalten:

Eltern	54,6 %	Freunde	41,4 %	Vereinstrainer	27,0 %
Schule	17,7 %	Vorbilder im Spitzensport	10,9 %	Sonstige	17,9 %

# GYMNASTIK: TRAININGSLEHRE

# Wesentliche Grundlagen der Gymnastik

Zentrales Problem im Sport ist stets die Wirbelsäule. Bereits in der Aufwärmphase muß besonderes Augenmerk auf eine korrekte Ausführung der Übungen gelegt werden um eine Fehlbelastung der Wirbelsäule zu vermeiden.

Die Gymnastik sollte stets einen Teil Rücken und Bauchmuskel kräftigender Übungen enthalten um die Wirbelsäule gezielt zu stabilisieren.

Falsche Übungen, die Gelenke und Wirbelsäule unphysiologisch belasten sollte jeder Übungsleiter kennen und vermeiden.

## Die Aufwärmarbeit sollte folgende Punkte beinhalten:

- Kreislauf in Schwung bringen (am Ende der Gymnastik sollte man schwitzen und der Puls sollte zwischen 120 und 140 liegen)
- 2 die Muskulatur dehnen und kräftigen
- **❸** Koordinationsübungen
- 4 sportartspezifische Übungen

Haltemuskulatur neigt zum Verkürzen; sie sollte bevorzugt gedehnt werden!

Bewegungsmuskulatur neigt dazu, schwach zu werden. Sie sollte bevorzugt gekräftigt werden.

#### **Dehnung** bedeutet Erwärmen der Muskulatur.

- > Man sollte stets bis zur Endstellung dehnen (d.h. soweit es bei jedem einzelnen möglich ist), man soll sich beim Dehnen nie ein Limit setzen.
- ➤ Kein Wippen beim Dehnen wegen erhöhter Verletzungsgefahr, bei kontinuierlicher gleichmäßiger Dehnung besteht bessere Steuerbarkeit der Bewegung und ein besserer Dehneffekt.
- Die Dehnungsintensität sollte bis zum deutlichen schmerzfreien Dehnungsgefühl reichen; der gedehnte Muskel muß locker bleiben
- Die Ausgangsposition vor der Dehnung sollte möglichst entspannt und locker sein.
- Auf korrekte Ausführung der Dehnungsübungen ist unbedingt zu achten, da sonst oft Ausweichbewegungen der Wirbelsäule mit ungünstigen Belastungen der Wirbelsäule resultieren.

**Muskelkräftigung** sollte in vernünftiger Intensität erfolgen, da sonst zusätzliche, ähnlichwirkende Muskeln eingeschaltet werden, welche die Bewegung verändern.

- ➤ Zu Beginn der Kräftigung keine ruckartigen oder reißenden Bewegungen.
- ➤ Zu Beginn immer möglichst viele Muskelgruppen gleichzeitig belasten.
- ➤ Zu Beginn immer mit lockeren Übungen beginnen, dann die Intensität steigern.
- Erst später gezielt einzelne Muskelgruppen und Muskeln trainieren.
- ➤ Bei isometrischen Kräftigungsübungen auf ausreichende Pausen achten.

Während der Aufwärmphase sollte kein Ausdauertraining und kein Krafttraining erfolgen (Kräftigungsübungen mit dem eigenen Körper sind erlaubt).

Dauer der Aufwärmphase mindestens 15 - 20 min.

## Ziele des Aufwärmens

- ① Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit
- ② Optimieren der Leistungsbereitschaft
- 3 Prävention von Verletzungen
- sportartspezifische Vorbereitung
- © psychische Einstimmung (Gewöhnung an die neue Situation, Konzentrationssteigerung, Motivationssteigerung, Abschalten vom Alltag, Abbau von Angst)
- © sozialer Aspekt (Spiele, sich kennenlernen, Kommunikation wird gefördert, Zusammengehörigkeitsgefühl wird gesteigert, Kooperation wird gefördert)

# Physiologische Aspekte des Aufwärmens

- ① Herzfrequenz steigt
- ② Blutdruck steigt
- 3 Atmung wird gesteigert
- verbesserter Muskelstoffwechsel
- © erhöhte Wachheit und Reaktionsbereitschaft

# Endogene und exogene Einflußfaktoren des Aufwärmens

endogen Alter, Trainingszustand, psychische Einstellung

exogen Tageszeit (Biorhythmus), Außentemperatur, Sportart, lokale Bedingungen (Beschaffenheit der Sportstätte)

## Abwärmen = Cool down

= gezielte Nachbearbeitung der Sportstunde

- > fördert Abbau und Abtransport von Stoffwechselschlacken aus der belasteten Muskulatur.
- Verbessert und beschleunigt die Regeneration
- > entspannt die Muskulatur und verbessert das Wohlbefinden

# Durchführung: z.B.

- dynamische Ganzkörperbewegungen mit niedriger Intensität, z.B. lockeres Auslaufen
- Dehnübungen
- Lockerungsübungen
- > Entspannungsübungen mit Körperwahrnehmungsübungen
- > Spiele
- Massage
- ➤ Abschlußgespräch

# Sofortreaktionen des Organismus bei dynamischer Arbeit

Körperliches Training (Arbeit) löst kurzfristig Umstellungsreaktionen in den verschiedenen Organsystemen aus. Das Ausmaß dieser Umstellungsreaktionen gilt als Anzeiger für den Schweregrad der Belastung.

# Herz-Kreislauf-System

# Gleichgewichtszustand

Bei leichter, nicht ermüdender Arbeit (z. B. lockeres Aufwärmtraining) steigt die Herzfrequenz innerhalb der ersten 5-10 Minuten bis zu einem belastungsabhängigen Plateauwert an und bleibt dann konstant (bekanntes Beispiel: Jogging 130). In diesem Gleichgewichtszustand kann eine (nicht ermüdende!) Tätigkeit über Stunden ausgeübt werden.

## Ermüdungsanstieg

Bei schwerer, d.h. ermüdender Arbeit (z.B. schneller Dauerlauf, z.B. Karatekombinationen in anhaltender schneller und kraftvoller Ausführung) kann kein Gleichgewichtszustand erreicht werden. Die Herzfrequenz steigt kontinuierlich bis zu einem individuellen Höchstwert an (Ermüdungsanstieg), bei dem die Belastung abgebrochen werden muß.

## Erholungszeit

Die Erholungszeit der Herzfrequenz (Zeit bis zum Erreichen der Herzfrequenz vor Belastung) ist abhängig vom Schweregrad der geleisteten Arbeit. Nach leichter Belastung wird der Ausgangswert nach wenigen (3-5) Minuten erreicht, während nach erschöpfender Tätigkeit bis zu mehreren Stunden nötig sind.

# Erholungspulssumme

Als Erholungspulssumme bezeichnet man dabei die Zahl der meßbaren Pulse bis zum Erreichen der Ausgangsfrequenz vor Belastung.

Mit Beginn des Trainings (Arbeit) steigt auch die mit jedem Herzschlag gepumpte Blutmenge (*Schlagvolumen*) um etwa 20 - 30% an. Nur bei Höchstbelastungen kommt es zu einem geringen Abfall, da sich das Herz durch die sehr hohe Herzfrequenz in der Erschlaffungsphase nicht mehr vollständig füllen kann.

# Herzzeitvolumen

Durch die Steigerung von Herzfrequenz und Schlagvolumen wird die pro Minute vom Herzen geförderte Blutmenge (Herzzeitvolumen) erheblich gesteigert (in Ruhe ca. 5 - 6 Liter/Min., bei Belastung bis 25 Liter/Min., beim Hochleistungssportler noch mehr) wodurch eine vermehrte Durchblutung des arbeitenden Muskels ermöglicht wird (erhöhter Sauerstoffbedarf). Gleichzeitig erfolgt eine Entsorgung der Muskulatur durch Abtransport von Stoffwechselschlacken ("Abfall") und der in der arbeitenden Muskulatur entstehenden Wärme (Wärmeabgabe erfolgt über die Haut).

Neben der Zunahme des Herzzeitvolumens wird eine erhöhte Muskeldurchblutung auch durch eine Umverteilung der Gesamtdurchblutung des Organismus erreicht. Vor allem erfolgt eine verminderte Durchblutung der Baucheingeweide und der Nieren sowie nicht beanspruchter Muskelgruppen, während arbeitende Skelettmuskulatur, Herz und Haut (Wärmeabgabe!) vermehrt durchblutet werden. Die Gehirndurchblutung bleibt konstant.

# Arterieller Blutdruck

Der arterielle Blutdruck steigt mit zunehmender Belastung (aufgrund des erhöhten Herzzeitvolumens) und fällt mit dem Ende der Arbeit relativ schnell wieder ab. Der rasche Blutdruckabfall erklärt sich einerseits durch Rückgang des Herzzeitvolumens, andererseits durch anhaltende Weitstellung der Blutgefäße zum Abtransport von Stoffwechselschlacken und zum Ausgleich der Sauerstoffschuld (s.u:).

# Muskeldurchblutung und Muskelstoffwechsel

Die Muskeldurchblutung kann in Abhängigkeit von der Beanspruchung bis auf das Zwanzigfache ansteigen. Jedoch beginnt die vermehrte Durchblutung und damit Sauerstoffversorgung erst mit einer zeitlichen Verzögerung von 20 - 30 Sekunden. Diese "Durststrecke" wird durch Energiereserven (ATP und Kreatinphosphat) überbrückt, die unabhängig von der Sauerstoffzufuhr kurzfristig mobilisiert werden können (anaerobe Energiereserven). Allerdings sind diese Energiereserven sehr gering, jedoch sind sie auch für kurzdauernde Höchstleistungen unentbehrlich.

Während bei leichter körperlicher Belastung nach Überwindung der Anlaufphase die gesamte Energie unter Verbrennung von Sauerstoff (aerobe Energiegewinnung) erzeugt wird, kann bei schwerer körperlicher Arbeit zusätzlich Energie aus Stoffwechselschritten gewonnen werden, die ohne Sauerstoffverbrauch ablaufen (anaerobe Energiegewinnung). Als anaerobe Stoffwechselschlacke fällt dabei Milchsäure an, die zu muskulärer Ermüdung führt. Dieses "Notaggregat" der Muskelenergiegewinnung springt immer dann an, wenn die Muskeldurchblutung zu gering ist, die Sauerstoffsättigung des Blutes nicht ausreicht oder Nachschubprobleme im aeroben Stoffwechsel auftreten.

# Atmung und Sauerstoffaufnahme

# Gleichgewicht zwischen Squerstoffbedarf und Squerstoffgufnahme

Mit zunehmender Belastung steigt die Sauerstoffaufnahme des Organismus (Zunahme von Atemtiefe und Atemfrequenz). Ähnlich dem Verhalten der Herzfrequenz steigt die Sauerstoffaufnahme bei leichter körperlicher Tätigkeit bis zu einem Plateauwert an und bleibt dann konstant (*Gleichgewicht*).

Dagegen wird bei schwerer körperlicher Arbeit kein Gleichgewicht erreicht, die Sauerstoffaufnahme steigt bis zu einem Höchstwert (*Ermüdungsanstieg*), bei dem die Belastung abgebrochen werden muß ("Ich kann nicht mehr, ich krieg' keine Luft mehr").

# <u>Sauerstoffschuld</u>

Ein Gleichgewichtszustand (leichte Belastung!) kann erst nach einer Anlaufzeit von ca. 3 - 5 Minuten erreicht werden, da sich Muskelstoffwechsel und Muskeldurchblutung nicht sprunghaft den neuen Erfordernissen anpassen können. Bis dahin entsteht eine Sauerstoffschuld, die vom Schweregrad der Belastung abhängt. Bei schwerer körperlicher Arbeit ohne Erreichen eines Gleichgewichtes steigt die Sauerstoffschuld bis zur Erschöpfung kontinuierlich an, bei leichter Beanspruchung nimmt sie mit Einstellen des Plateaus nicht mehr zu.

Um die Sauerstoffschuld abzutragen, bleibt die Atemtätigkeit und damit die Sauerstoffaufnahme über das Belastungsende hinaus vorübergehend erhöht (die Dauer der Erholungsphase ist abhängig vom Schweregrad der Belastung).

Wie aber überbrückt der Muskel die Sauerstoffschuld? In geringen Mengen kann aus chemischen Bindungen Sauerstoff gewonnen werden, weiterhin erfolgt vorübergehend eine stärkere Sauerstoffausschöpfung des Blutes.

# Veränderungen des Blutes

# Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt; Milchsäureproduktion

Bei leichter körperlicher Tätigkeit ändern sich Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt des Blutes kaum. Das vermehrt anfallende Kohlendioxid kann vollständig abgeatmet werden . Bei schweren Belastungen kommt es infolge der Milchsäureproduktion zur Übersäuerung des Blutes und dadurch zu einer zusätzlich gesteigerten Atmung. Jetzt wird "übermäßig" Kohlendioxid abgeatmet und der Kohlendioxidgehalt des Blutes sinkt.

Mit zunehmender Beanspruchung wird dem Blut vermehrt Sauerstoff durch die arbeitende Muskulatur entzogen, bei Trainierten in höherem Maße als bei Untrainierten.

# Eindickung des Blutes

Bei körperlicher Belastung steigt die Zahl der roten und weißen Blutzellen und der Blutplättchen an, das Blut dickt etwas ein. Dies erklärt sich durch Abnahme der freien Blutflüssigkeit (vermehrte Flüssigkeitsdurchlässigkeit der Haargefäße, Schwitzen) und durch vermehrte Einschwemmung von Blutzellen aus ihren Bildungsorten. Leistungsfähigere Sportler zeigen dabei einen geringeren Anstieg.

# Glucosegehalt des Blutes

Während einer körperlichen Tätigkeit ändert sich der Traubenzuckergehalt (*Glucose*) des Blutes bei gesunden Menschen kaum. (Anders beim zuckerkranken Patienten, wo es zu erheblichen Blutzuckerabstürzen kommen kann). Anhaltende *Schwerstarbeit* führt schließlich zu einem Zuckerabfall im Blut, was die nahende Erschöpfung anzeigt.

#### Abbau von Milchsäure

Der Milchsäuregehalt des Blutes steigt in Abhängigkeit von der Produktion und Beseitigung im Organismus (Steigerung bis zum 15-fachen). Der Milchsäureabbau erfolgt in den ruhenden Muskeln, im Herzmuskel und in der Leber.

Durch Undichtwerden der Muskelzellen bei hohen Belastungen kommt es durch Verlust aus dem Zellinneren zu meßbaren Anstiegen von Blutsalzen (z.B. Kalium) und anderen Zellinhaltsstoffen (Enzyme).

# Wärmeregulation

Mit zunehmender Belastung steigen Körpertemperatur (durch gesteigerte Stoffwechselaktivität) und Schweißproduktion (Kühlung des Körpers durch Verdunstung) kontinuierlich an. Das Ausmaß des Schwitzens ist abhängig vom Schweregrad der Arbeit und von den Arbeitsbedingungen (Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit, zu warme Kleidung, fehlender Luftzug). Bei sportlichem Training oder schwerer körperlicher Arbeit beträgt die Schweißsekretion etwa 1 Liter pro Stunde (unter normalen klimatischen Bedingungen). Nach langdauernder Hitzebelastung erschöpfen jedoch die Schweißdrüsen und die "Klimaanlage" des Körpers fällt aus - es droht ein Wärmestau. Mit dem Schweiß gehen vor allem Blutsalze verloren, in geringem Maße wird auch Milchsäure ausgeschieden (was jedoch keinen Einfluß auf den Säuregehalt des Blutes hat).

# <u>Hormonhaushalt</u>

Unmittelbar vor, jedoch spätestens mit Beginn einer körperlichen Belastung wird vermehrt Adrenalin von der *Nebenniere* abgegeben. Dies bewirkt eine Steigerung des Wachheitszustandes, regt die Herz-Kreislauf-Tätigkeit an und steigert Stoffwechselschritte zur Energiegewinnung (Glykogen und Fettmobilisierung).

Gleichzeitig wird vermehrt Cortison aus der Nebenniere freigesetzt ("Streßhormon"), das zur Steigerung des Blutzuckerspiegels führt. Weiterhin wird ein bahnender Effekt für die Adrenalinwirkung am Kreislaufsystem diskutiert. Auch für die Skelettmuskelkraft scheint Cortison wichtig zu sein (Adynamie der Skelettmuskulatur bei Ausfall der Nebenniere). Schließlich steigert Cortison auch Gehörvermögen und Geruchssinn.

# Reaktionen des Organismus bei statischer Arbeit

Falls ein Muskel ca. 15% seiner Maximalkraft übersteigt, wird die Muskeldurchblutung und damit Sauerstoffversorgung ungenügend. Dies ist immer dann der Fall, wenn der Muskeldruck den Kapillardruck übersteigt. Folglich setzt eine vermehrte anaerobe Energiegewinnung mit Milchsäurebildung ein, was wiederum zu baldiger muskulärer Ermüdung führt. Die übrigen Reaktionen gleichen denen bei dynamischer Arbeit.

# Herzfrequenzkontrolle - einfache Methode zur Selbstkontrolle

Herzfrequenz = Herzschläge pro Minute

4 wichtige Herzfrequenzen - Meßgrößen 

Ruheherzfrequenz

> Trainingsherzfrequenz

maximale Herzfrequenz

> Erholungsherzfrequenz

# Ruheherzfrequenz

Messung frühmorgens unmittelbar nach dem Erwachen; noch im Liegen im Bett messen!

Erwachsener Nichtsportler
 Leistungssportler
 Hochleistungssportler
 ca. 50/min.
 ca. 35-40/min.

Bei Erkrankungen (z.B. gripp. Infekt)
 > 8/min. erhöhter Ruhepuls!!!

# Trainingsherzfrequenz

Entspricht Kontrolle der Trainingsintensität und ist wichtig zur Einhaltung des Trainingsplanes und somit wichtig für den Erfolg!

⇒ Elektrische Dauerpulsmessung

Grundlagenausdauer: 75-85% der maximalen Herzfrequenz

# Maximale Herzfrequenz

Ist Ausgangsgröße für die davon abzuleitenden Trainingsherzfrequenzen und abhängig von:

Lebensalter
 Geschlecht

Leistungsbereitschaft • muskuläre Mobilisationsfähigkeit

Leistungssportler<u>innen</u> haben bei gleicher Leistung ca 10 Schläge/min. höhere Werte als vergleichbare Sportler.

Schätzformel: 220 - Lebensalter in Jahren

(grobe Schätzung, da individuelle Variationsbreite!)

wichtig: genaue Bestimmung der Trainingsintensitäten nur möglich, falls maximale Herzfrequenz durch

Ausdauertests regelmäßig (alle 2 - 4 Wochen) kontrolliert wird.

Maximaltest: 20 min. Aufwärmen.

Zunehmende Belastung bis zur maximalen Geschwindigkeit (z.B. 1000m-Lauf)

Wichtig dabei: - Sportler muß ganz gesund sein

- Sportler muß gut regeneriert sein

# <u>Erholungsherzfrequenz</u>

Sie ist ein gutes Maß zur **Abschätzung des Trainingszustandes**. Je höher die Leistungsfähigkeit, desto schneller erholt sich das Herz-Kreislauf-System nach Belastungen.

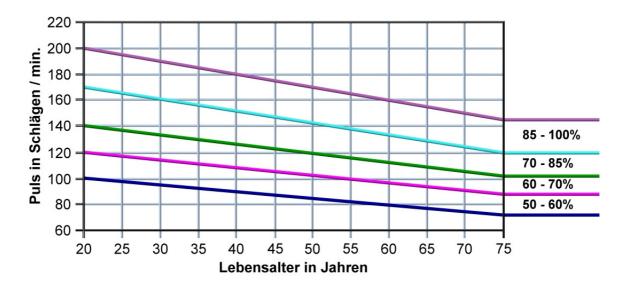
Aber: Auch ungenügende Regeneration, Übertrainiertheit oder Erkrankungen verzögern die Rückkehr der Herzfrequenz zum Ausgangswert!

# Beim Leistungssportler

fällt nach einer Maximalbelastung die Herzfrequenz in der *ersten Minute* der Erholung um durchschnittlich *35 Schläge* pro Minute. Bereits *nach 3 Minuten* sollte die Herzfrequenz *unter 110/min*. liegen. Die weitere Normalisierung bis zum Ausgangswert kann Stunden dauern!

Überanstrengung äußert sich in verzögertem Rückgang der Herzfrequenz zum Ausgangswert.

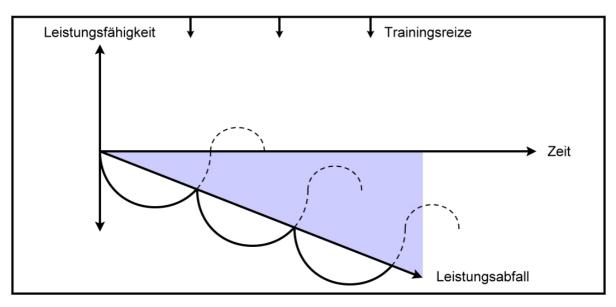
# Trainingsintensität und Herzfrequenz



Maximalpuls = Puls 220 minus Alter

Gesundheitsbereich = 50-60% davon Fettverbrennung = 60-70% davon aerober Bereich = 70-85% davon anaerober Bereich = 85-100% davon

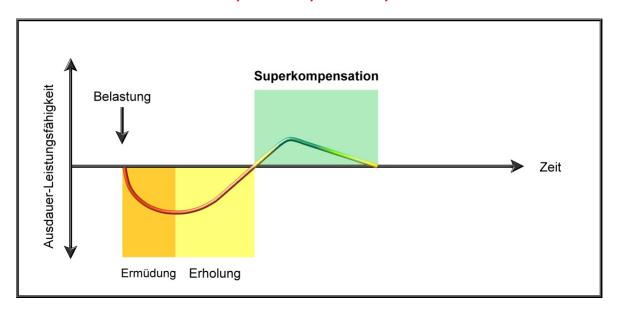
# Leistungsabfall durch Überforderung - Übertraining



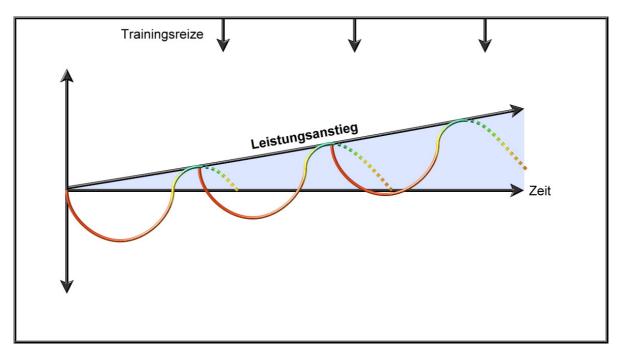
# Ursachen von Übertraining und Überforderung

- ① Trainingsintensität überfordert die Belastbarkeit des Sportlers
- 2 zu kurze Regenerationsphasen nach hohen Trainingsbelastungen
- 3 zu hoher Psychostreß
- 4 hoher Glykogenabbau ohne ausreichende Wiederauffüllung der Depots
- © Mineral- und Vitaminverluste ohne ausreichende Zufuhr
- 6 Mikrotraumatisierung von Muskulatur und Bindegewebe mit der häufigen Folge: Muskelkater

# Das Prinzip der Superkompensation



# Leistungssteigerung durch Summation von Superkompensation



# Grundlagenausdauerfähigkeit

# = GRUNDVORAUSSETZUNG ALLER SPORTARTEN

GA I = ALLGEMEINE GRUNDLAGENAUSDAUER GA II = SPEZIELLE GRUNDLAGENAUSDAUER

WSA = ENTWICKLUNGSTRAINING

REKOM- Training ZIEL	GA 1 - Training ZIEL	GA 2- Training ZIEL	WSA- Training ZIEL
Unterstützung der Wiederherstellung, Erhöhung der Mobilisationsfähigkeit für nachfolgende intensive Trainingsbelastungen.	Stabilisierung und Entwicklung der Grundlagenausdauer- fähigkeit, Erhöhung der aeroben Kapazität	Entwicklung der Grundlagenausdauer- fähigkeit, Erhöhung der anaeroben Kapazität.	Entwicklung der wettkampfspezifischen Ausdauerfähigkeit
METHODE	METHODE	METHODE	METHODE
Dauermethode	Dauermethode, Fahrtspielmethode	Extensive Intervallmethode Fahrtspielmethode Wechselhafte Dauermethode	Wettkampfmethode Intensive Intervallmethode Wiederholungs- methode
INTENSITÄT	INTENSITÄT	INTENSITÄT	INTENSITÄT
Sehr niedrig 60-70% der Hf max Laktat unter 2,0 mmol/l	Niedrig bis mittel 70-85% der Hf max Laktat bis 2,5 mmol/l	Mittel bis hoch 80-90% der HF max Laktat 3,0-6,0 mmol/l	Hoch bis sehr hoch Über 90% der Hf max 163-172 Schläge  Laktat über 6,0 mmol/l
DAUER	DAUER	DAUER	DAUER
Unter 45 Minuten	Über 45 Minuten	20-50 Minuten	10-30 Minuten

**Abb. 5:** Trainingsmaßnahmen zur Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit (Leistungssport)

REKOM = Regeneration und Kompensation

GA = Grundlagenausdauer

WSA = Wettkampfspezifische Ausdauer

# Ausmaß der Leistungssteigerung

# Trainingspensum = Trainingsintensität + Trainingsdauer



Je länger die Trainingsperiode, desto geringer der Leistungszuwachs. Nach Erreichen der Endleistung (größtmögliches Trainingspensum) ist keine weitere Steigerung der Leistungsfähigkeit mit natürlichen Methoden mehr möglich. Dies gilt für alle Trainingsformen.

REVERSIBILITÄT

der Anpassung des Organismus nach Beendigung des Trainings = z.B. Rückgang des Muskelumfangs oder der Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislaufsystems.

MERKE:

Bewegungsmuster gehen nur sehr langsam verloren! (zentralnervöse Speicherung der Koordination)

# Jahresplanung am Beispiel Marathon

	Jahresplanung Marathon (Doppelperiodisierung)				
		1. Höhepunl	kt im Frühja	ahr	
MONAT	Nov.	Dez. J	an. Feb.	März	April Mai
PERIODE	ÜP	VP I	VP II	VP III	WP I
WOCHEN- ANZAHL	3	10	8	4	7
WOCHE	42 43 44	45 46 47 48 49 50 51 52 1 2	3 4 5 6 7 8 9 10	11 12 13 14	15 16 17 18 19 20 21
SCHWER- PUNKTE	R E K O M	Allgemeine Athletik und Ausdauer  • Koordination  • Technik  • Kraft  • Ausdauer	Spezifische Ausdauer im Laufen und allgemeine Athletik	Spez. Ausdauer im Laufen	Wettkampf- spezifische Ausdauer
		aAA, GA 1	GA 1/2	GA 1/2	WSA, GA 1
ZIEL		Erhöhung der speziellen Ausprägung der Wettkampfallgemeinen Leistungs- voraussetzungen grundlagen  Zunahme der Belastungsanforderungen			

Schema für die Jahresplanung im Marathonlauf bei Anwendung der Doppelperiodisierung (Wettkampfhöhepunkte im Frühjahr und Herbst)

	Jahresplanung Marathon				
	2. H	löhepunkt iı	n Herbst		
Juni	Juli	Aug. Se	ept. Okt.	MONAT	
ÜP	VP II	VP III	WP II	PERIODE	
3	5	5	7	WOCHEN- ANZAHL	
22 23 24	25 26 27 28 29	30 31 32 33 34	35 36 37 38 39 40 41	WOCHE	
R E K O M	Spezifische Ausdauer im Laufen und allgemeine Athletik	Spezifische Ausdauer im Laufen	Wettkampf- spezifische Ausdauer	SCHWER- PUNKTE	
	GA 1	GA 1/2	WSA, GA 1		
GA 1 GA 1/2 WSA, GA 1  Ausprägung der Wettkampfleistung  Stabilisierung der Leistung  Zunahme der Belastungen					

#### Legende zu den beidenJahresplänen:

VP I = allgemeine Vorbereitungsperiode

VP II/III = spezielle Vorbereitungsperioden

WP = Wettkampfperiode

ÜP = Übergangsperiode

REKOM = Regenerations- und Kompensationstraining

aAA = allgemeine Athletik und Ausdauer

GA 1/2 = Grundlagenausdauertraining

WSA = wettkampfspezifisches Ausdauertraining

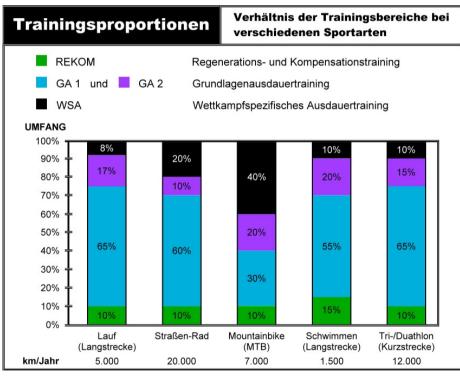
# Trainingsproportionen

## Verhältnis der Trainingsbereiche bei verschiedenen Sportarten

Die <u>Festlegung der Trainingsproportionen</u>, d.h. wieviel Prozent des Gesamttrainings sollen im GA- und WSA-Bereich trainiert werden, gehört zu den <u>schwierigsten Aufgaben der Trainingsplanung</u>. Allgemeingültige Angaben können hierzu nicht gemacht werden.

Die Proportionen werden bestimmt von der Leistungsfähigkeit des Sportlers, vom Trainingsumfang, von der Trainingsperiode und -etappe, von individuellen Voraussetzungen und unterscheiden sich von Sportart zu Sportart.

Die unten stehende Abbildung gibt allgemeine Richtwerte für das Verhältnis der Trainingsbereiche in verschiedenen Ausdauersportarten bei Leistungssportlern.



Trainingsproportionen zur Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit (Leistungssportler). Der niedrige GA-Anteil beim MTB-Training erklärt sich dadurch, daß die Grundlagenausdauerfähigkeit vorrangig mit dem Straßenrad erworben wird.

# Grundsätze für ein effektives Lauftraining

## Intensität der Belastung

Die Belastungsintensität im REKOM- und GA-Training orientiert sich an der oberen und unteren Herzfrequenz-Grenze, die in der Regel <u>aus einem Lauf-Feldtest (4-6 x 2000m) mit Laktatmessung abgeleitet</u> wird. Die *obere Grenze* ist *bei kürzeren Strecken*, die *untere Grenze bei längeren Strecken* zu wählen. Das <u>WSA-Training</u> muß dagegen <u>geschwindigkeitsorientiert</u> gestaltet werden. Im Unterdistanzbereich müssen Geschwindigkeiten, die mindestens das mittlere Wettkampftempo übertreffen, realisiert werden.

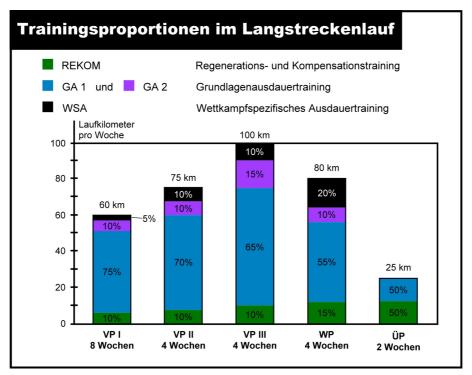
Wie oft in der Woche ein GA- oder WSA-Training durchgeführt werden sollte, ist abhängig vom Leistungsstand und den Leistungszielen des Sportlers und der Trainingsperiode, in der das Training Anwendung finden soll (vgl. dazu die Abbildungen der vorherigen Seite (Jahresplanungen am Beispiel Marathon).

Training	Laktat (mmol/l)	Herzfrequenz % von Hf <sub>max</sub>	<b>Dauer</b> (h)	<b>Umfang</b> (km)
REKOM	unter 1,5	60 - 70	bis 0:45	5 - 10 km
GA 1	1,5 - 2,0 2,0 - 2,5	70 - 80 75 - 85	1:00 - 3:00 0:45 - 1:30	10 - 45 km 10 - 15 km
GA 2	3,0 - 6,0	80 - 95	0:20 - 0:50	4 - 15 km
WSA	über 6,0	90 - 100	0:10 - 0:30	3 - 10 km

Intensitäts- und mögliche Umfangsvorgaben für die Entwicklung konditioneller Fähigkeiten im Lauf. Die individuelle Geschwindigkeit für das Lauftraining wird aus der Laktatkonzentration oder prozentual von der maximalen Herzfrequenz abgeleitet.

# Verhältnis der Trainingsbereiche beim Langstreckenlauf im Jahresverlauf

Beispielhaft wird das Verhältnis des REKOM-, GA- und WSA-Trainings für den Langstreckenlauf aufgezeigt (siehe folgende Abbildung).



Wöchentlicher Laufumfang und die Proportionen in den Vorbereitungsperioden (allgemein = VP I, speziell = VP II und VP III), der Wettkampfperiode (WP) und der Übergangsperiode (ÜP) während eines halben Trainingsjahres.

Beispiel: Sportler mit etwa 3.000 Laufkilometern pro Jahr.

In den Vorbereitungsperioden (*VP I – III*) liegt der Schwerpunkt der Trainingsmaßnahmen auf der Entwicklung der Grundlagenausdauerfähigkeit. Das *GA-1-Training* spielt dabei die dominante Rolle. Es beträgt in der VP I 75 % und erniedrigt sich bis zur VP III auf 65 %, wobei der absolute GA-1-Umfang aufgrund des zunehmenden Gesamtumfangs zunimmt.

In der Wettkampfperiode steigt das WSA-Training und REKOM-Training an, d.h. es wird bei höheren Intensitäten, dafür aber mit häufigeren Regenerations- und Kompensationseinheiten trainiert.

# Regeneration im Sport

#### **Definition**

**Regeneration** = Erholungsphase

Phase der anabolen, also aufbauenden Prozesse

Zeitspanne, in der Anpassungsvorgänge an sportliche Belastungen

erfolgen

**Wiederholung:** Mechanismus der Superkompensation (siehe auch Grafik Seite 13)

## **Regeneration aus sportmedizinischer Sicht**

In modernen Trainingsplänen spielen Trainingsbelastungen und Erholungsphasen annähernd die gleiche Rolle. Gezielte Regeneration ermöglicht eine baldige Wiederbelastung. Der vorausgegangene Trainingsreiz wird in der Erholungszeit verarbeitet und der Organismus paßt sich der geforderten Leistung an. Die Steigerung der Leistungsfähigkeit erfolgt also nicht während der Trainingsphase, sondern im Verlauf der Regeneration.

Unerfahrene Sportler haben oft nicht den Mut zur Pause, sondern überfordern ihren Körper durch zu hohe Trainingsintensität und -frequenz. Körperliche Erholung wird meist als automatischer Vorgang betrachtet, der sich irgendwie von selber einstellt ohne bewußt eingeplant zu werden.

Früher oder später wird es dann unausweichlich zu Leistungseinbrüchen kommen, die der erfahrene Trainer als Zustand der Überforderung oder Übertrainiertheit erkennen sollte (siehe auch Grafik Seite 12, Abbildung "Leistungsabfall durch Überforderung – Übertraining").

Regeneration muß ein fester Bestandteil jedes Trainingsplanes sein, sowohl im Mikro- wie auch im Makrozyklus. Die Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit bedeutet gleichzeitig Schutz vor Verletzung.

# Leistungssteigerung erfolgt in der Regeneration

# Regeneration aus medizinischer Sicht

# hormonelle Regulation

Durch **Blutuntersuchungen** läßt sich relativ einfach feststellen, in welchem Funktionszustand – *katabole* oder *anabole* Phase – sich der Organismus befindet und wie weit bereits Regeneration stattgefunden hat.

Ein hoher *Insulinspiegel* in Verbindung mit einem sinkenden *Cortisolspiegel* bedeutet ein Überwiegen der anabolen = aufbauenden Prozesse (nach hohen Belastungen).

Nach mehrstündigen Ausdauerbelastungen nimmt die Konzentration des *Testosterons* ab und der Cortisolspiegel nimmt um das 2-4-fache zu.

Die anabolen Vorgänge sollten also bereits wieder überwiegen, bevor ein neuer Trainingsreiz einsetzt um katabole Prozesse nicht weiter zu verstärken und um langfristig Schäden am Organismus zu vermeiden.

# muskuläre Regeneration

Durch **Muskelbiopsien** konnte festgestellt werden, daß Ermüdungsprobleme der Muskulatur mit sichtbaren Veränderungen unter dem Mikroskop einhergehen. Übermäßige Belastungen führen zu Muskelfaserrissen und Zerstörung von Zellwänden. Als leichteste Störung dieser Art ist der *Muskelkater* bekannt (Hinweis: *Laktat*). Als Ausdruck dieser strukturellen Zerstörung läßt sich ein erhöhter Wert der Creatinkinase (CK) messen. Leichte CK-Erhöhungen bis zum 4-5-fachen des durchschnittlichen Trainingswertes sind jedoch nicht Zeichen der Destruktion.

Exzessive CK-Erhöhungen finden sich besonders bei exzentrischen Muskelbelastungen (= gegen die gewohnte Kontraktionsrichtung des Muskels) wie z.B. Bergablaufen oder Laufen auf hartem Untergrund. Auch extreme Ausdauerbelastungen (z.B. Ironman) oder exzessives Krafttraining (Bodybuilding) führen zu starken CK-Anstiegen.

Extremausdauerbelastungen führen zudem zu Störungen der aeroben (!) Energiegewinnung durch anhaltende Energienot.

Die Regeneration der belasteten Muskulatur spielt daher die größte Rolle in der Erholungsphase. Sportmethodische und physiotherapeutische Maßnahmen in Verbindung mit gezielter Ernährung unterstützen die Regeneration.

## Regeneration und Sportmethodik

- 1. fortlaufende Regeneration in der Trainingseinheit
- 2. unmittelbare Regeneration nach sportlichen Belastungen
- 3. nachwirkende Regeneration im Mikrozyklus
- 4. erweiterte Regeneration im Makrozyklus

Zur Steigerung der sportlichen Leistungsfähigkeit müssen reizwirksame Belastungsphasen erfolgen, an die sich der Organismus in der Regenerationsphase anpassen kann. Anpassung bedeutet jedoch nicht nur muskuläre Veränderungen (Hypertrophie der Muskulatur), sondern insbesondere auch Anpassung der Stoffwechselsituation. Muskel- und Leberglykogen (= Kohlenhydrate; Zuckerstoffe) können in der Erholungszeit bei kohlenhydratreicher Kost sogar über das Ausgangsniveau gespeichert werden. Auch dieser Effekt wird als Superkompensation bezeichnet. Für die meisten Stoffwechselsubstanzen ist die Superkompensationstheorie jedoch nicht bewiesen. Der zeitliche Ablauf der Regeneration der verschiedenen Körpersysteme (z.B. Muskulatur, Stoffwechsel, Psyche) dauert unterschiedlich lange (siehe Tabelle 1, Seite 23).

# Fortlaufende Regeneration

Während jeder Trainingseinheit laufen Ermüdung und Regeneration parallel ab. **Die fortlaufende Regeneration hat für den Trainingsplan die größte Bedeutung** (Wahl der Übungen, Reihenfolge der Übungen, Pausenlänge). Eine vorzeitige Ermüdung kann durch sportartspezifische Erholungsphasen, Ausgleich von Flüssigkeitsverlusten und Energiezufuhr verhindert werden.

Auf extensive Intervall- oder Serienbelastungen sollte ein aktives Erholungsprogramm folgen (lockeres Laufen). Die Erholungsdauer steigt mit der Intensität (Wiederholungen) der Belastung.

**Maximalkrafttraining** erfordert besonders lange Pausen. 10-15 Minuten benötigt die vollständige Regeneration nach dem Heben einer maximalen Trainingslast.

Es muß stets ein gewisser Grad der Regeneration erreicht sein, bevor ein weiterer Trainingsreiz sinnvoll gesetzt werden kann. Ein ermüdeter Muskel nimmt neue Trainingsreize nicht mehr an.

# Unmittelbare Regeneration

Im Anschluß an Trainings- oder Wettkampfbelastungen beginnt die unmittelbare Regeneration. Während nach Wettkampf oder Extrembelastungen die weitgehende muskuläre Erholung abgewartet werden sollte, kann unmittelbar nach den Trainingseinheiten ein aktives Erholungsprogramm folgen (Dauerbelastung in niedriger Intensität und kurzer Dauer 10-30 min.). Stretching, mehr oder weniger sportartspezifisches Cool-Down oder niedrige Belastungen in anderen Sportarten sind zu empfehlen (Radfahren, Schwimmen, lockeres Laufen).

In dieser Phase ist der Ausgleich von Wasser- und Kohlenhydratverlusten (entleerte Speicher) von großer Bedeutung.

# Nachwirkende Regeneration

Nach intensiven Trainingsbelastungen und nach Wettkämpfen sollten besonders Regenerations- und Kompensationseinheiten (REKOM) zusammen mit zusätzlichen Erholungstagen den Trainingsplan bestimmen. Zu frühe intensive Wiederbelastung führt zu Leistungsverlusten (siehe Übertrainiertheit). Im Höhenflug nach einem erfolgreichen Wettkampf ist der übermotivierte Sportler jedoch allzu gern bereit, zu früh wieder in den Trainingsalltag einzusteigen. Hier setzt die sinnvolle Planung des Mikrozyklus ein.

REKOM bedeutet v.a. körperliche, aber auch psychische Regeneration. Es können hier durchaus körperlich ermüdende, aber psychisch entspannende Einheiten durchgeführt werden (lange Radfahrt in reizvoller Landschaft). Häufig ist gerade der Wechsel der Trainingsmethoden und der –mittel (andere Sportarten) der Schlüssel zum Erfolg. Ziel ist stets einer Ermüdung entgegenzuwirken um im nächsten Schritt die Trainingsbelastung steigern zu können.

## Erweiterte Regeneration

Im mehrwöchigen Makrozyklus sind "vorbeugende" Regenerationsmaßnahmen erforderlich (erweiterte Regeneration), um eine psychische = zentrale Ermüdung zu vermeiden. Trainingsunlust, Konzentrationsschwäche, verminderter Appetit, Schlafstörungen, Abnahme der Leistungsfähigkeit (Übertrainiertheit) sind Zeichen der zentralen Ermüdung.

Entlastungswochen mit reduzierter Trainingsintensität, wechselnden Anforderungen und psychischer Entspannung sind hier ratsam (Aktivurlaub). Ziel ist der weitgehende Erhalt der körperlichen Leistungsfähigkeit bei gleichzeitiger psychischer Stabilisierung und Stärkung des Immunsystems. Gleichzeitig können während dieser Zeit Verletzungen auskuriert werden.

Die individuellen Bedürfnisse entscheiden hier über die Aktivitäten (Bergwandern, Mountainbike, Surfen, Skilanglauf, alpines Skifahren, etc.). Auch Entspannende Tätigkeiten wie Fernsehen, Musikhören, Kinobesuche gehören dazu. Grundsätzlich sind alle Maßnahmen geeignet, die gerne gemacht werden.

## Regeneration und Ernährung

Training und Wettkampf führen zu Flüssigkeitsverlusten und Entleerung der Energiespeicher mit daraus resultierender Ermüdung. Mit dem Ende der Belastung beginnt die Regeneration, in der auch diese Defizite ausgeglichen werden. Die Dauer der Regeneration wird vom Ernährungsverhalten zu einem nicht unerheblichen Teil beeinflußt.

# Flüssigkeitsverluste ausgleichen

An erster Stelle des Nahrungsverhaltens nach Training oder Wettkampf steht der Ausgleich des vorhandenen Flüssigkeitsdefizites.

Formel: Wasserverlust in Litern = Körpergewichtsverlust in Kg minus 0,5

Da der Körper einen Teil der Flüssigkeit mit dem Urin wieder ausscheidet, ist die Trinkmenge immer etwas höher als das errechnete Defizit (Faktor 1,3-2,0, bei reinem Wasser 2,0). Reines Wasser wird vom Körper schneller ausgeschieden als natriumreiche Getränke (500-1000 mg/l).

Flüssigkeitsmangel verringert auch die Aufnahme anderer Substanzen aus dem Magen, daher sollte er zuerst ausgeglichen werden.

# Wiederauffüllen der entleerten Kohlenhydratspeicher

Aus sportphysiologischer Sicht ist das rasche Wiederauffüllen der entleerten Kohlenhydratspeicher der entscheidende Schritt zur raschen Regeneration (zuckerhaltige Nahrung ist rasch verfügbar).

Bei über 90-120 min. anhaltenden Ausdauerbelastungen (Wettkampf) werden die Kohlenhydratspeicher nahezu vollständig erschöpft. Bei hochintensiven intervallartigen Belastungen können sie nach wesentlich kürzerer Zeit entleert sein. In dieser Situation befindet sich der Organismus im *katabolen Zustand* (abbauende Prozesse) und muß zur weiteren Energiebereitstellung Fette, Muskeleiweiß und Plasmaaminosäuren abbauen (gleichzeitig wird der Blutzuckerspiegel erhalten und fällt nicht weiter ab). Dieser katabole Zustand bleibt auch nach Trainingsende längere Zeit bestehen, falls nach Abbruch der Belastung keine Kohlenhydrate aufgenommen werden (ohne Nahrungs-Kohlenhydrate wird der lebensnotwendige Traubenzucker weiter aus Fetten und Eiweißen gebildet). Erst wenn die Kohlenhydratzufuhr durch die Nahrung gesichert ist, kann sich der Stoffwechsel wieder auf die anabole (aufbauende) Phase umstellen und erst dann ist Regeneration vollständig möglich.

Um sich nach einer längeren intensiven Belastung zu erholen, benötigt der Organismus bei vollständiger Speicherentleerung ca. 20 Stunden, um seine Kohlenhydratspeicher wieder Aufzufüllen. Bei ungenügender Kohlenhydratzufuhr kann sich diese Zeitspanne mehr als verdoppeln.

# Ersatz von Mineralstoffen, Vitaminen und Spurenelementen

Vollwertige Kost deckt in der späten Nachbelastungsphase den Bedarf an Vitaminen, Spurenelementen und Mineralien und ist ein weiterer wichtiger Schritt zur Regeneration aus ernährungsphysiologischer Sicht. Der vermehrte Eiweißbedarf in der Regenerationsphase kann durch die natürliche Nahrung gedeckt werden, so daß hier Zusatzpräparate unnötig sind.

Besonders wichtig sind Eisen, Zink, Magnesium, Kalium, Calcium, Kupfer und Chrom, die B-Vitamine und die antioxidativen Vitamine C und E sowie die einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren.

Ob neben einer energetisch ausgeglichenen Vollwertkost die zusätzliche Einnahme von Vitaminen und Mineralstoffen notwendig ist, wird derzeit noch kontrovers beurteilt.

# Empfehlungen zum praktischen Vorgehen

# Unmittelbare Nachbelastungsphase (O-1 Stunde)

Diese Phase ist geprägt von der Notwendigkeit des Flüssigkeitsausgleiches. Da in den ersten Stunden die KH (Kohlenhydrate) am schnellsten aufgenommen werden, müssen sie auch von Beginn an zugeführt werden. Viele Athleten sind unmittelbar nach dem Wettkampf noch nicht in der Lage, feste Nahrung zu sich zu nehmen. In dieser Phase empfiehlt es sich daher, die KH-Zufuhr über entsprechende Getränke zu realisieren. Geeignete Getränke haben einen KH-Gehalt von 60-80g/l. Je nach Geschmack und Verträglichkeit können auch nach Ausgleich des Flüssigkeitsdefizits Colagetränke, Malzgetränke, verdünnte Fruchtsaftschorlen oder alkoholfreies Bier konsumiert werden. Reine Fruchtsäfte in größeren Mengen sind weniger gut geeignet, da sie die Schleimhäute des ohnehin gestreßten Magen-Darmtraktes reizen und somit Bauchschmerzen und Völlegefühl auslösen können.

Athleten, die keine Probleme mit der frühzeitigen Aufnahme fester Nahrung haben, können in dieser Phase auch bereits leicht verdauliche, kohlenhydratreiche, schnell resorbierbare Nahrung zu sich nehmen (siehe Tabelle "Nahrungsmittel", Seite 22).

# Erweiterte Nachbelastungsphase bis 6 Stunden nach Belastungsende

Von Beginn an sollte auf eine KH-Zufuhr von durchschnittlich 25 g/Std. geachtet werden (*Tabelle 1, unten*). Dabei ist es gleichgültig, ob dies in vielen kleinen Portionen oder in wenigen großen Portionen erfolgt. Die Kohlenhydratzufuhr schließt in dieser Phase neben Getränken auch feste Nahrung mit ein. Diese sollte zu mindestens 70 % aus Kohlenhydraten bestehen, die schnell bis mittelschnell vom Körper aufgenommen werden.

Der Fettanteil sollte in dieser Phase noch niedrig sein, ebenso der Eiweißanteil, der in erster Linie aus leicht verdaulichem Eiweiß sollte. Auch bestehen ein Ballaststoffgehalt ist in dieser Phase eher noch unerwünscht, da er eine längere Magenverweilzeit, schnelleres Sättigungsoder Völlegefühl und damit verminderte KH-Aufnahme bewirken kann. Geeignet sind zuckerhaltige Getränke,

Nahrungsmittel	Verzehrr	menge, die 50g KH enthält	
Weißbrot	96 g	(ca. 4 Scheiben)	
Kartoffeln gekocht	294 g	ca. 2-3 mittelgroße	
Nudeln gekocht	286 g	(75 g trocken)	
Reis gekocht	256 g	(65 g trocken)	
Haferflocken	82 g		
Apfel	403 g	ca. 3 Stück	
Banane	250 g	ca. 2 Stück	
Powerbar	1¼ Riegel		
Fruchtschnitten	75-80 g	= 1½ Packung.	
Isostar	770 ml		
Gatorade	830 ml		
Malztrunk mit Zucker	375 ml		
Coca Cola	462 ml		
alkoholfreies Bier	870 ml		
Apfelsaftschorle 1:1	900 ml		
Squeezy	3 Beutel		
Kohlenhydrat-Gehalt verschiedener Lebensmittel			

Maltodextrin, Rosinen, Energieriegel, stärkehaltige Produkte (gekochter Reis, Nudeln, Kartoffeln, Schmelzflocken etc.). Wer auf zuckerhaltige Produkte verzichten möchte, kann seine KH-Speicher durch Zufuhr stärkereicher, rasch resorbierbarer Nahrung nahezu mit gleicher Wirkung auffüllen. Weniger geeignet sind in dieser Phase Schokolade und Kuchen wegen ihres hohen Fettgehaltes. Ungeeignet sind Fleisch- und Wurstwaren, vollfette Milchprodukte, Käse, Salate und Rohkost im Übermaß. Das Nahrungsangebot vieler Veranstalter nach Wettkampfende mit Kuchen, Bratwürsten, belegten Broten etc. ist gerade in dieser Phase oft nicht optimal. Hier wäre eigentlich nochmals eher eine Pasta-Party ohne fette Saucen geeignet!

# <u>Späte Nachbelastungsphase (6–24 Stunden nach Belastungsende)</u>

Falls die nächste Belastung nicht noch am gleichen Tag (Turnierspiele) oder gleich wieder am nächsten Tag

Tabel	le 1: Zeitlicher Ablauf der Regeneration nach sportlichen Belastungen *)		
4.–6. Minute	Vollständige Auffüllung der muskulären Creatinphosphat-Speicher		
20. Minute	Rückkehr von Herzschlagfrequenz und Blutdruck zum Ausgangswert		
20.–30. Minute	Ausgleich der Unterzuckerung; nach Kohlenhydrataufnahme Einsetzen eines vorübergehenden Blutzuckeranstieges		
30. Minute	Erreichen eines Gleichgewichtszustandes im Säuren-Basen-Haushalt, Abnahme der Lactatkonzentration unter 3 mmol/l		
60. Minute	Nachlassen der Proteinsynthesehemmung in beanspruchter Muskulatur		
90. Minute	Umschlag von der katabolen in die anabole Stoffwechsellage; verstärkter Eiweißumsatz zur Regeneration und Anpassung		
2. Stunde	Überwiegende Wiederherstellung der ermüdeten Funktionen der Muskulatur (erste Stufe motorischer Wiederbelastbarkeit)		
6. Stunde bis 1. Tag	Ausgleich im Flüssigkeitshaushalt; Normalisierung des Verhältnisses fester und flüssiger Blutbestandteile (Hämatokrit)		
1. Tag	Wiederauffüllung des Leberglykogens		
2.–7. Tag	Auffüllung des Muskelglykogens in stark beanspruchter Muskulatur		
3.–5. Tag	Auffüllung der muskulären Fettspeicher (Triglyceride)		
3.–10. Tag	Regeneration teilzerstörter Muskelfasereiweiße		
7.–14. Tag	Strukturaufbau in funktionsgestörten Mitochondrien (allmählicher Wiedergewinn der vollen muskulären aeroben Leistungsfähigkeit)		
13. Woche	Psychische Erholung vom gesamtorganischem Belastungs-Streß und Wiederabrufbarkeit der sportspezifischen Komplexleistung in Kurz-, Mittel- und Langzeitausdauersportarten (LZA I und II, nicht jedoch in LZA II und IV: Marathon, 100 km-Lauf)		
*) Durchsch	nittswerte; individuell stark von Dauer und Intensität der Belastung sowie der Leistungsfähigkeit beeinflußt		

(Etappenwettkämpfe, Trainingslager) stattfindet, wird für diesen Zeitraum eine kohlenhydratreiche Normalkost mit mittelschnell und langsam verdaulichen KH (Getreideprodukte, Reis, Kartoffeln, Gemüse vorwiegend gegart oder gekocht, Obst) empfohlen. Bei Etappenrennen reicht die KH- und Energiezufuhr mit Nahrungsmitteln nicht aus, da durch das höhere Nahrungsvolumen nicht so viel gegessen werden kann. Der Bedarf von bis zu 12g pro kg Körpergewicht muß dann mit diätetischen Lebensmitteln mit hoher Energie- und KH-Dichte (Getränke, Stärke, Zucker, Maltodextrin) abgedeckt werden.

Viele Athleten bevorzugen nach Wettkämpfen relativ fettreiche Nahrung, so daß die Fettzufuhr mit 35-40 % schon wesentlich höher ist als empfohlen (20-30 %). Die Folge ist nicht selten eine ungenügende KH-Aufnahme in den ersten 24 Stunden nach einem Wettkampf. Da die Fettspeicher keinen leistungsbegrenzenden Faktor darstellen, gibt es mit Ausnahme extremer (Etappen) Langzeitbelastungen keinen Grund für eine zusätzliche Fettzufuhr.

Die Verträglichkeit von Gemüsen kann in dieser Phase durch leichtes Kochen oder Garen erheblich verbessert werden, ohne, daß ein übermäßiger Vitaminverlust eintritt. Mageres Fleisch (z.B. Geflügel) ist ein wertvoller Lieferant von Aminosäuren, Eisen, Zink, Magnesium und B-Vitaminen.

Tabelle 2: Kennzeichnung der abbauenden (katabolen) und aufbauenden (anabolen) Stoffwechsellage nach hohen Ausdauerbelastungen\*)

Katabole Stoffwechsellage (Dominanz abbauender Regulationen)		Anabole Stoffwechsellage (Dominanz aufbauender Regulationen)	
Insulin	sinkt	Insulin	steigt
Cortisol	steigt	Cortisol	sinkt
Serumharnstoff	steigt	Testosteron (falls abgefallen)	steigt
Creatinkinase	steigt	Serumharnstoff	sinkt
Aminosäuren	sinken	Creatinkinase	sinkt
Ammoniak, Harnsäure	steigen	Aminosäuren	steigen
Immunglobuline sinken		Immunglobuline	steigen
*) Veränderungen können nach	Belastung 1 bis 5	Гаде andauern	

# Regenerationsmaßnahmen (Überblick)

- Cool-Down-Programme mit Lockerungs- und Dehnungsübungen
- Regenerations- und Kompensationstraining (REKOM)
- Erholungstage, Entlastungswochen, Aktivurlaub
- Wärmeanwendungen wie Entmüdungsbäder, Entspannungsduschen, Sauna, Fangopackungen, Moorbäder
- Kälte- und Eisanwendungen
- Massage
- Solarium
- Ausreichender Schlaf
- Entspannungstechniken
- Autogenes Training
- Ausgleich von Flüssigkeits- und Energiedefizit
- Regenerationsfördernde Substanzen

#### Regenerationsfördernde Substanzen

#### **Energiestoffwechsel:**

Komplexhydrate, Creatin, verzweigtkettige Aminosäuren, mittelkettige Fettsäuren

#### Mikronährstoffe:

Magnesium, Zink, Selen, Chrom, Vitamin C

#### Antioxidantien:

Vitamin E, Selen, Vitamin C, Betacarotin

#### Antikatabolika:

Glutamin, verzweigtkettige Aminosäuren, Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrat, Arginin, Ornithin, Kohlenhydrat-Proteingemische

Tabelle 3

# Ausdauer

# Theorie und Grundlagen für Karate

Ausdauer äußert sich in der **Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Organismus**. Sie ist somit für viele Sportarten nicht nur "mit leistungsbestimmend", sondern eine gute Grundlagenausdauer ermöglicht auch ein intensiveres und umfangreicheres Trainingspensum.

Es kann unterschieden werden (nach Harre):

Kurzzeitausdauer(45 Sek. bis 2 min. Belastungsdauer)vorwiegend anaerobe EnergiebereitstellungMittelzeitausdauer(2 bis 8 min. Belastungsdauer)anaerobe und aerobe EnergiebereitstellungLangzeitausdauer(über 8 min. Belastungsdauer)vorwiegend aerobe Energiebereitstellung

Zum Verständnis: aerob = Nutzung von Sauerstoff

anaerob = keine Nutzung von Sauerstoff, als Abfallprodukt entsteht Milchsäure (=Laktat)

#### WELCHE AUSDAUERFÄHIGKEIT WIRD IM KARATE VORWIEGEND BENÖTIGT?

Kurzzeitausdauer: Kata Mittelzeitausdauer: Kumite

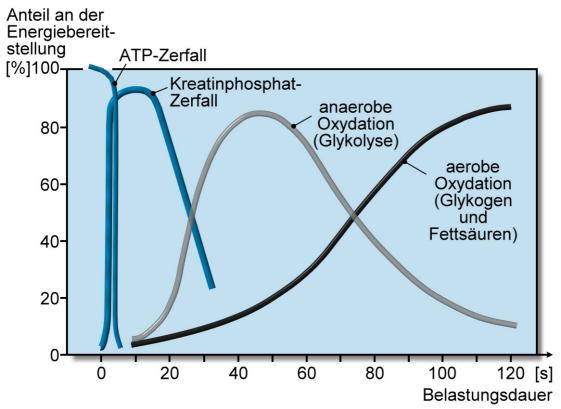
Langzeitausdauer: zur Verbesserung der Regenerationsfähigkeit

# Unterteilung der Ausdauer nach der Art der Energiebereitstellung.

Bei maximaler Intensität gilt:

Art der Ausdauerleistung	Brennstoff	kennzeichnend	Max. Dauer
alaktazide anaerobe Ausdauer	Kreatinphosphat	extrem kurze Belastung	bis 7-9 Sek.
laktazide anaerobe Ausdauer	Glukose	mittlere Belastungszeit	10 Sek. – 2 Min.
aerobe Ausdauer	Oxydation von Zucker	lange Belastung	8 Min. – 30 Min.
aerobe Ausdauer	Oxydation von Fett	extrem lange Belastung	+ 30 Min

Die Arten der Energiebereitstellung gehen ineinander über:



(Informationen ergänzt aus Daten von Keul, De Marees und Markworth)

Abbildung: Anteil der energieliefernden Prozesse an der Energiebereitstellung bei maximaler körperlicher Belastung von unterschiedlicher Dauer.

# Zusammenhang: Intensität der Belastung und Energiebereitstellung

Glukose (Zucker) wird immer zu Beginn einer Arbeit genutzt. Nach 2-4 Minuten hat sich der Körper auf die Arbeit eingestellt (Steady-State). Dann:

Intensität	Dauer	vorherrschende Energiebereitstellung	Kenngröße
leichte – mittlere Arbeit (ca. 20-45% VO <sub>2max</sub> )	- 30 Min.	Blutzucker- und Fettoxidation ca. 50/50	Laktat – 2 mmol
leichte – mittlere Arbeit (ca. 20-45% VO <sub>2max</sub> )	+ 30 Min.	Fettoxidation – 90%	Laktat – 2 mmol
mittlere Arbeit (60 – 90% VO <sub>2max</sub> )	- 60 Min.	Blutzuckeroxidation und etwas Fettoxidation	Laktat – 4 mmol
stärkere Arbeit (60 – 90% VO <sub>2max</sub> )		Blutzuckeroxidation und Glykolyse	Laktat + 4 mmol
starke Arbeit (80 – 100% VO <sub>2max</sub> )		Glykolyse (Fettoxidation ist nicht mehr möglich)	Laktat +7 mmol

# Angerobe und gerobe Energiebereitstellung bei verschiedenen sportlichen Belastungen (Ergänzung zum C-Trainer-Stoff)

Der folgende Abschnitt soll anhand von drei Beispielen klären, in welcher Weise die Verwendung der verschiedenen Energiespeicher von der Art und dem Umfang der Belastung abhängen. Verglichen werden:

A. ein gemütlicher Spaziergang

B. ein mittelschneller Dauerlauf (Jogging)

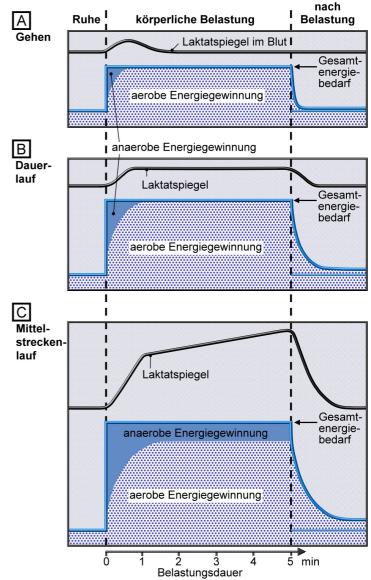
C. ein mit maximaler Geschwindigkeit gelaufener 1500-m-Lauf.

#### A. Spaziergang

- Intensität der Belastung: gering
- Anstieg des Gesamtenergiebedarfs: mäßig.
- Hauptverbraucher: Beinmuskulatur
- kurze anaerobe Phase während der Umstellung des Herz-Kreislauf-Systems
- anschließend nahezu gesamte Energiegewinnung auf aeroben Wege
- Laktatspiegel: nur kurzzeitiger Anstieg während der Umstellungsvorgänge Herz-Kreislauf-Systems, des danach Absinken auf den Ruhewert, da bei dieser geringen Intensität alles Laktat problemlos in die nicht arbeitende Muskulatur abtransportiert wiederverwendet werden kann.

#### **B.** Dauerlauf

- Intensität der Belastung: mittel
- Gesamtenergiebedarf: ca. 40 kJ/min (10 kcal/min)
- ATP- und Kreatinkonzentration der Muskelzellen: nur geringe Abnahme
- anaerobe Phase kurz, aber etwas ausgeprägter als bei Beispiel A. Energiequelle: überwiegend Glukose, da schnell verfügbar.
- anschließend Energiegewinnung überwiegend auf aeroben Wege
- Laktatspiegel: bleibt während der gesamten Belastungsdauer leicht erhöht (Hinweis auf zusätzlich anaerobe Energiegewinnung; aerob alleine reicht nicht aus). Höhe der Laktatkonzentration hängt von der Belastungsintensität (hier: Laufgeschwindigkeit) ab.
- Gleichgewicht zwischen Laktatproduktion Laktatabbau im Herzen, der Leber oder weniger beanspruchten Muskeln



#### C. Mittelstreckenlauf (1500 m)

- Belastungsintensität: hoch
- Gesamtenergiebedarf: ca. 200 kJ/min (50 kcal/min)
- Zugriff auf alle verfügbaren Energiereserven, jedoch ständiger Wechsel deren relativen Anteile zueinander (siehe auch Abb. S.24; Energiebereitstellung)
- (Gleiche Abbildung) Überbrückung der ersten 90 Sekunden durch anaerobe Zerlegung von Glykogen; danach zunehmend aerobe Zerlegung von Glykogen und Fettsäuren
- Bei dieser hohen Belastung reicht die aerobe Energiegewinnung nicht mehr aus (es wird zuwenig
- Sauerstoff nachgeliefert um ausschließlich aerob Energie zu gewinnen), so daß während der gesamten Belastungsdauer auf zusätzlich anaerobe Energiegewinnung zurückgegriffen werden muß.
- Laktatspiegel: kein Gleichgewicht zwischen Laktatproduktion und Laktatabbau, daher stetiger Anstieg des Laktatspiegels. Werte bis 15 mmol/l (1500-m-Lauf) oder sogar bis zu 25 mmol/l (400-m-Lauf, dafür intensivere Belastung) möglich. Übersäuerung des Blutes behindert im zunehmenden Maße die weitere Energiegewinnung, was schließlich zum Abbruch der Belastung führt.

Squerstoffschuld

(Ergänzung zum C-Trainier-Stoff)

Die Abbildung S. 25 zeigt, daß auch nach dem Ende einer Belastung die aeroben Energiebereitstellungsvorgänge nicht sofort wieder auf ihren Ruhewert abfallen. Das heißt, es wird auch nach Belastungsende noch mehr Sauerstoff aufgenommen, als es dem Ruhezustand des Körpers entspricht. Diese Sauerstoffmehraufnahme nach Belastungsende wird als *Sauerstoffschuld* bezeichnet. Daraus kann man folgende Schlüsse ziehen:

- 1. Die Energiesofortspeicher müssen wieder aufgeladen werden (ATP, Kreatinphosphat)
- 2. Das während der Belastung angefallene Laktat wird wieder in aerobe Abbauvorgänge eingeschleust oder unter Energieverbrauch wieder zu Glykogen aufgebaut. In beiden Fällen wird zusätzlich Sauerstoff benötigt.
- 3. Die Sauerstoffspeicher im Blut (Hämoglobin) und der Muskelzellen (Myoglobin) werden nach Belastungsende wieder aufgefüllt.
- 4. Die Tätigkeit des Herzmuskels und der Atemmuskulatur bleibt auch nach Belastungsende noch eine Weile erhöht. Daraus resultiert ein erhöhter Energie- und Sauerstoffbedarf.
- 5. Die Stoffwechsel-Hormonspiegel (Katecholamine, also Adrenalin und Noradrenalin) und die Körpertemperatur sind nach Belastungsende ebenfalls noch erhöht. Auch hieraus resultiert ein erhöhter Energieumsatz und damit ein erhöhter Sauerstoffbedarf.

# Ausdauertraining

# **Geeignete Trainingsmethoden:**

#### 1. Intervallmethoden:

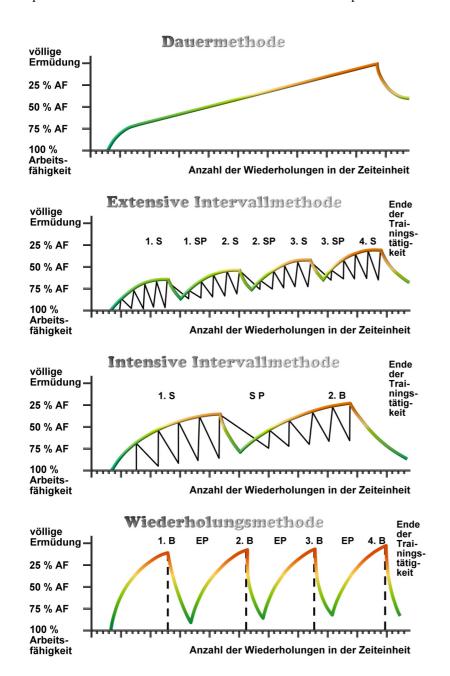
intensive (anaerobe Ausdauer) und extensive (eher aerobe Ausdauer) sowie die Wiederholungsmethode (anaerobe Ausdauer). Bei der extensiven und auch der intensiven Intervallmethode kann mit der "lohnenden Pause" gearbeitet werden (z.B. nächste Belastung beginnt bei einer Herzfrequenz von 120 Schläge/Minute). Hierbei kommt es zu Aufstockung der Belastung (siehe Abb. S. 28, lohnende Pause).

#### 2. Dauermethoden:

- a) kontinuierliche Dauermethode (Grundlagenausdauer)
- b) Dauermethode mit Intensitätswechsel (mit leichten anaeroben Spitzen)

#### 3. Wettkampf- und Kontrollmethode:

Die spezielle Ausdauer wird selbstverständlich auch im Wettkampf trainiert.



#### Abbildung: Trainingsmethoden der Ausdauerfähigkeiten (Letzelter 1994)

#### Es werden unterschieden:

- 1. Dauermethode
- 2. extensive Intervallmethode
- 3. intensive Intervallmethode
- 4. Wiederholungsmethode
- 5. Wettkampf- und Kontrollmethode

# Die Intervallmethode

# Anwendung der lohnenden Pause

Wie man anhand der nebenstehenden Grafik leicht sehen kann, hat bereits nach einem Drittel der Erholungszeit zwei Drittel des Erholungseffekts stattgefunden.

Dieses Prinzip macht man sich beim Intervalltraining zu nutze. Ist die Herzfrequenz auf 120-140 Schläge/Minute gesunken, endet die Lohnende Pause und ein eventueller nächster Trainingsreiz setzt ein.

Sie findet ihre Anwendung im Ausdauertraining (**Training der Laktatelimination**).

## Die Belastungsnormative

Die Belastungsnormative Reizintensität, - dauer, - dichte, - häufigkeit und –umfang dienen der Belastungssteuerung. Sie machen in ihrer Summe den äußeren Grad der Trainingsbelastung aus.

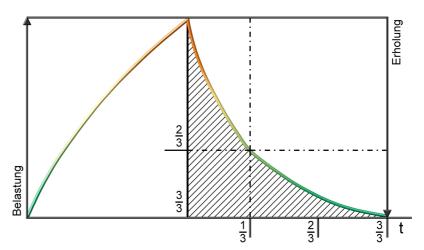


Abbildung: Die Lohnende Pause (Letzelter 1994)

## Reizintensität

oder auch Reizhöhe, Reizstärke oder Trainingsintensität ist die objektive und subjektive Stärke der Belastung, die der einzelne Reiz auf den Sportler ausübt. Je nach Trainingszustand kann die gleiche Reizintensität einmal als hoch und ein andermal als mittel empfunden werden. Als **Gradmesser für die aktuelle innere Belastungsstärke** hervorgerufen durch die Trainingsintensität wird oft die **Pulsfrequenz** herangezogen.

#### Reizdauer

ist die Zeitdauer, in der die einzelnen Reizserien oder ein einzelner Trainingsinhalt auf den Organismus wirken.

#### Reizdichte

ist die zeitliche Aufeinanderfolge einzelner Übungen oder Serien. Kurze Pausen ⇒ hohe Reizdichte, lange Pausen ⇒ niedrige Reizdichte.

#### Reizhäufigkeit

ist die Anzahl der Einzelreize pro Serie oder pro Trainingseinheit. Entspricht der Wiederholungszahl.

#### Reizumfang

ist die Summe aller Einzelreize.

Prinzipiell gilt:

Methode	Reizintensität	Reizdauer	Reizumfang	Reizdichte
Dauermethode	gering	hoch	hoch	-
Extensive Intervallmethode	gering	mittel	hoch	hoch
Intensive Intervallmethode	mittel	mittel	mittel	mittel
Wiederholungsmethode	hoch	gering	gering	gering

Abbildung: Trainingsmethoden und die Höhe der einzelnen Belastungsnormative

# Anpassung des Körpers an unterschiedliche Ausdauerbelastungen

#### **Dauermethode**

- Verbesserte Kapillarisierung und damit verbesserte Blutversorgung innerhalb der Muskulatur
- Zunahme des Blutvolumens (von 5 auf bis zu 7 Liter) und Zunahme des Hämoglobingehalts im Blut (der rote Blutfarbstoff Hämoglobin dient als Sauerstofftransportvehikel ⇒ verbesserte Sauerstofftransportkapazität)

- Zunahme der Herzgröße (von 750 ml auf bis zu 1100 ml Schlagvolumen). Vorteil: das Herz kann mit weniger Schlägen, also einer niedrigeren Herzfrequenz die gleiche oder sogar eine größere Menge Blut pumpen. Damit es zur Ausbildung eines Sportherzens kommt, sind mindestens 3 Monate Training nötig mit einer Belastung von 2-3 Stunden/Woche und einer Herzfrequenz von 130-160 Schlägen/Minute. Hört der Trainingsreiz auf, kommt es zur Zurückbildung des Sportherzens.
- Umwandlung des intermediären Muskelfasertyps in oxidative (rote) Muskelfasern.
- Zunahme des Lungenvolumens ⇒ Zunahme des Atemvolumens. Vorteil: pro Atemzug mehr Sauerstoff, also ähnlich wie beim Sportherzen bei einer niedrigeren Atemfrequenz die gleiche oder sogar eine größere Menge Sauerstoff.
- Zunahme der Glykogenspeicher in der Muskulatur und in der Leber (Glykogen ist bei anaerober Energiegewinnung der einzig verfügbare Treibstoff. Bei Misch-Energiegewinnung, also teils aerober, teils anaerober Energiegewinnung wird für den anaeroben Anteil Glykogen herangezogen. Mehr Glykogen ⇒ höhere anaerobe Kapazität)
- Zunahme der Triglyceride in der Muskulatur (muskuläre Fettspeicher)
- Abnahme der Blutfettwerte und des Colesterinspiegels im Blut
- Abnahme des Blutzuckerspiegels

#### aus diesen morphologischen Anpassungen ergeben sich:

- Senkung der Herzfrequenz in Ruhe (Ruhepuls sinkt von ca. 70 auf bis zu 30 Schläge/Minute). Je höher die Herzfrequenz-Reserve (=max. erreichbare Herzfrequenz-Ruhepuls), desto besser der Ausdauertrainingszustand.
- Erhöhung der maximalen Sauerstoffaufnahmefähigkeit
- Erhöhung des Herzminutenvolumens:
- HMV von Nichtsportlern: in Ruhe ca. 5-6 Liter/min; bei hoher Belastung 20-24 Liter/min.
- HMV eines Ausdauersportlers: in Ruhe ca. 9-11 Liter/min; bei hoher Belastung über 40 Liter/min.
- Abnahme der Laktatmobilisationsfähigkeit
- Senkung des Blutdruckes

# <u>Training = Störung der Homöostase = Stress</u>

Die körperliche Anstrengung erfordert erhöhte Organleistungen; es kommt zu einer Aktivierung des Sympathikus. Nach Trainingsende muß der Parasympathikus für vegetativen Ausgleich sorgen und die Organfunktionen wieder "runterschrauben". Dies dient als Schutz vor ständiger Übererregung.

Auch diese Umstellung wird trainiert. So kommt es, daß viele Leistungssportler einen stärker ausgeprägten Vagotonus haben (ausgeprägter Vagotonus in Ruhe = die parasympathische Schiene überwiegt ⇒ niedriger Blutdruck, niedrige Herzfrequenz, niedriger Hormonspiegel von Adrenalin oder Cortisol).

Zur Behandlung von Bluthochdruck oder auch zur Vorsorge gegen Herzinfarkt ist diese für das Herz-Kreislaufsystem entlastende Auswirkung, besonders des Ausdauersports, erwünscht. Durch Ausdauertraining sinkt der systolische Ruheblutdruck um 10-20 mmHg (10-20 Torr). Normal ist ein Blutdruck von 120/80 mmHg. Von Hypertonie spricht man ab einem Blutdruck von über 160/95 mmHg. Als Hypotonie bezeichnet man einen Blutdruck von unter 100/70 mmHg. Auch bei Hypotonie empfiehlt sich Sport, da aufgrund der Anregung des Sympathikus einem krankhaft zu niedrigen Blutdruck entgegengewirkt wird.

## **Intervallmethode**

- Bei hohen Intensitäten in verbindung mit hohen Laktatkonzentrationen wird die Fähigkeit zur Laktattoleranz trainiert (Der Sportler ist schließlich in der Lage, höhere Milchsäurekonzentrationen zu tolerieren).
- Zunahme der Glykogenspeicher im Muskel (intensives und extensives Intervalltraining)
- Zunahme der Kreatinphosphatspeicher (Schnelligkeitsausdauer)
- Umwandlung des intermediären Muskelphasertyps in schnelle (weiße) Muskelfasern ⇒ Verbesserte Laktatelimination und verbesserte Glykolyserate

#### WELCHE AUSDAUERFÄHIGKEIT IST FÜR DAS KARATE WICHTIG? WARUM? WELCHER BRENNSTOFF?

- Grundlagenausdauer als Basis: mehr Sauerstoffaufnahme = bessere Oxydation = raschere Erholung auch nach intensiven Belastungen.
- Aerob- anaerobe Ausdauer/Intervallbelastung als sportartspezifische Ausdauerfähigkeit
- Kohlenhydrate als Energielieferant

Im Bereich des Grundlagentrainings sollte als Basis für spätere, höhere und speziellere (Ausdauer-) Anforderungen und im Hinblick auf möglichst kurze Erholungszeiten das Trainingsziel allgemeine aerobe Ausdauer (=Grundlagenausdauer) im Vordergrund stehen.

#### DABEI TRETEN IN DER PRAXIS EINIGE PROBLEME AUF:

- die gewünschte Ausdauer-Leistungsfähigkeit setzt Kontinuität in der Belastung voraus (regelmäßig / ganzjährig)
- bei geringer Trainingshäufigkeit wenig Möglichkeiten innerhalb des Trainings (andere Ziele, Ausdauerschulung zeitaufwendig...)
- Monotonie kommt schnell auf, wenn "man" (der Trainer) sich nichts einfallen läßt

#### **INHALTLICHE UND METHODISCHE HINWEISE:**

- abwechslungsreiche Gestaltung der Ausdauerschulung (z.B. Laufen in der Halle, Wald, Wiese; Crossläufe; Fahrtspiele, Umkehrläufe, Paarläufe, Laufen mit unterschiedlichem Atemrhythmus; Laufen mit Musik, Streckenlaufen mit Pulsvorgabe, Laufen über enen Hindernisparcours bzw. eine Gerätebahn...)
- umfangbetonte Gestaltung der Ausdauerschulung (lieber etwas länger und langsam laufen)

## Ohne positives körperliches und emotionales Empfinden keine Bereitschaft zum ausdauernden Laufen!

- den Kindern / Jugendlichen Anregungen dafür geben, sich auch selbst außerhalb des Trainings ausdauernd zu belasten
- auch Leistungskontrollen (Cooper-Test, Zeitläufe mit Streckenmessung...) können Ansporn sein (wenn leistungsgemäße individuelle Zielstellungen erarbeitet werden!)
- auch Spiele und Spielformen können zur Ausdauerschulung genutzt werden (aber Vorsicht: die Durchführungsbestimmungen so festlegen, daß Pausen und Belastungsspitzen möglichst vermieden werden). Intensive (anaerobe) Ausdauerbelastungen weglassen ("Spielformen mit hängender Zunge" sind kein geeignetes Mittel zur Ausdauerschulung!)

## Trainingsziel allgemeine aerobe Ausdauer (Grundlagenausdauer)

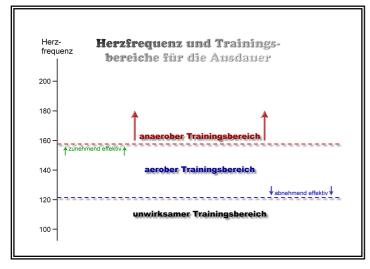
Eine wirksame Belastung tritt bei relativ untrainierten Personen (im Ausdauerbereich trifft das z.B. auf sehr viele Hallensportler zu) bereits bei Beachtung folgender **Mindestanforderungen** auf:

- > mindestens zweimal pro Woche
- mindestens 10 bis 12 Minuten
- ununterbrochen so belasten, daß etwa ein Puls von 130/min. erreicht wird.

Die Belastung, bei der Trainingsaufwand und Trainingsertrag in einem optimalen Verhältnis stehen, kann – mit Ausnahme ausgesprochener Ausdauersportler – wie folgt beschrieben werden:

- > etwa drei- bis viermal pro Woche
- etwa 30 bis 40 Minuten ununterbrochen so belasten, daß etwa ein Puls von 160/min. erreicht wird

Wie anhand der Herzfrequenz die Höhe der Belastung (Intensität) im aeroben Ausdauertraining eingeschätzt und dessen Wirksamkeit beschrieben werden kann, verdeutlicht die folgende Skizze.



Da ein derartiges Ausdauertraining in der Regel nicht stattfindet, liegen im Ausdauerbereich sehr häufig Leistungs- und vor allem Erholungsreserven. Die vielfache Praxis, daß kurzzeitig (wenige Wochen) in der Vorbereitungsperiode massiv Ausdauertraining "veranstaltet" wird, muß als äußerst fragwürdig eingestuft werden, wenn in den weiteren Perioden des Trainingsjahres weder trainingswirksame aerobe Ausdauerbelastungen folgen, noch ein gezieltes "Erhaltungstraining" bzw. langsame Dauerläufe zur Erholung ("regeneratives Laufen") durchgeführt werden.

Im weiteren Verlauf des Trainingsprozesses bleibt die weitere Entwicklung der allgemeinen aeroben Ausdauer wichtig. Ihre ausschlaggebende Bedeutung für die Belastbarkeit im Training wird mit zunehmender Trainingshäufigkeit sogar größer, denn:

- Vorzeitige Ermüdung verkürzt die mögliche Übungszeit
- Ausdauermängel machen die Durchführung intensiver Trainingsprogramme unmöglich
- die gesamte Effektivität des Trainings würde verringert

Zusätzlich müssen jedoch – entsprechend den sportartspezifischen Wettkampfanforderungen - zielbewußt Ausdauerfähigkeiten mit speziellen Inhalten und Methoden gezielt trainiert werden.

# **Trainingsziel spezielle Ausdauer**

Während das Training der Grundlagenausdauer **allgemein** auf Ermüdungswiderstandsfähigkeit und Erholungsfähigkeit abzielt, soll beim Training der **speziellen** Ausdauer die Widerstandsfähigkeit gegen Ermüdung unter den sportartspezifischen Wettkampfbedingungen verbessert werden. Die Kernfragen für die Planung und Durchführung des speziellen Ausdauertrainings lauten also:

- a) In welcher Artt und Weise wird der Sportler im Wettkampf belastet? Wogeegen muß Ermüdungswiderstandsfähigkeit aufgebracht werden?
- **b)** Welche Konsequenzen ergeben sich aus der Analyse der Wettkampfbedingungen für die konkrete Trainingsgestaltung (Übungsdauer, Wiederholungszahlen, Bewegungsgüte...)?

Wie kann oder muß diese spezielle Ermüdungswiderstandsfähigkeit wirksam trainiert werden? Der Übungsleiter darf – was häufig übersehen wird – nicht nur ein Training entwerfen, das seine Sportler "irgendwie schlaucht".

#### Merke: Qual und Qualität haben – auch wortgeschichtlich – nichts Gemeinsames!

Erforderlich ist vielmehr ein Training, das auf die **anforderungsgerechte Energielieferung** in die Muskulatur abzielt und die spezielle Ausdauer in komplexer Form ausbildet:

#### > Wettkampfnahe Belastungsbedingungen sichern

Das Training darf z.B. in den Beschleunigungsanforderungen, in den Bewegungsfrequenzen, in der Art der Krafteinsätze, im Belastungs-/Pausenverhältnis usw. nicht wesentlich von der Wettkampfsituation abweichen. Auch, wenn im Training die körperliche Belastung des Wettkampfes übertroffen werden soll, bleibt die **Dynamik der Wettkampfbewegung** die entscheidende Bezugsgröße. Dauern die Trainingsübungen beispielsweise zu lange, wird ein leistungsminderndes (langsameres) Arbeiten der Muskulatur ausgeprägt (erlernt).

#### > Auf gute und effektive Technik achten

Spezielle Ausdauerleistungen im Sport stehen immer in unmittelbaren Zusammenhang mit bestimmten Bewegungsabläufen. Diese werden in der Regel auch in Verbindung mit diesen sportartspezifischen Techniken trainiert. Gerade das spezielle Ausdauertraining ist so aufzubauen, daß die Bewegungsgenauigkeit (Ablauf- und Zielgenauigkeit) trotz der geforderten ermüdenden Belastungen weitestgehend erhalten bleibt.

#### ➤ Individuelle Leistungsfähigkeit und Konstitution beachten

Im Bereich des Grundlagentrainings und bei mangelhafter aerober Grundlage sind z.B. anaerobe Trainingsbelastungen mit starker Übersäuerung grundsätzlich nicht sinnvoll – zumal derartige Trainingsbelastungen in vielen Sportarten (z.B. Volleyball, Tischtennis ...) in völligem Widerspruch zur tatsächlichen Wettkampfbelastung stehen. Das Training sollte bei denjenigen Sportlern abgebrochen werden, welche die geforderte Bewegungsdynamik nicht mehr erbringen können.

Da die individuellen Voraussetzungen in jeder Trainingsgruppe und die Belastungsanforderungen in jeder Sportart anders sind (spezielle Laufwege, spezielle Widerstandsgrößen, spezielle Schnellkraft- und spezielle Kraftausdauerleistungen ...), kann es logischerweise weder **die** generell "richtigen" Übungen noch **die** generell "richtigen" Belastungen geben.

Jeder Übungsleiter bzw. Trainer ist gefordert, bezüglich des speziellen Ausdauertrainings die Wettkampfanforderungen seiner Sportler genau zu bestimmen und daraus ein auf seine Zielsetzungen und seine Gruppe abgestimmtes Training abzuleiten.

# Trainingssteuerung des Ausdauertrainings über die Herzfrequenz

#### Dauermethode:

Im Idealfall kann man durch einen Test oder durch eine sportärztliche Untersuchung die Schwellenherzfrequenz (aerobe Schwelle = 2 mmol Laktat/Liter Blut; anaerobe Schwelle = 4 mmol Laktat/Liter Blut) feststellen. Prinzipiell gilt für gut trainierte Personen:

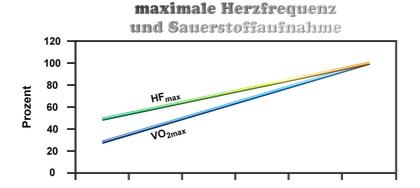
Trainingsbereich	Belastungsintensität	Kontrollgrößen
Kompensationsbereich	60-75% der Bestleistung	Laktat < 2 mmol/l
	_	HF 110-140 Schläge/min
		(60-70% max. O <sub>2</sub> -Aufnahme)
Grundlagenbereich 1	75-85% der Bestleistung	Laktat 2-3 mmol/l
-	-	HF 120-160 Schläge/min
		(70-85% max. O <sub>2</sub> -Aufnahme)
Grundlagenbereich 2	85-90% der Bestleistung	Laktat 3-6 mmol/l
· ·		HF 140-180 Schläge/min
		(85-95% max. O <sub>2</sub> -Aufnahme)
Wettkampfspezifischer Bereich	>95% der Bestleistung	Laktat 6-22 mmol/l
	Wettkämpfe>100%	HF 180-210 Schläge/min
	bei Unterdistanzen	(95-100% max. O <sub>2</sub> -Aufnahme)

Tabelle: Einordnung von Ausdauerbelastungen in Trainingsbereiche

#### Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>) stehen in engem Zusammenhang:

Die Beziehung zwischen HF <sub>max</sub> und VO <sub>2max</sub>				
Prozent der maximalen	Prozent der VO <sub>2max</sub> oder maximale			
Herzfrequenz (HF <sub>max</sub> )	Aerobe Kapazität			
50	28			
60	42			
70	56			
80	70			
90	83			
100	100			

Tabelle oben und Grafik unten: Beziehung Maximale Herzfrequenz zur maximalen Sauerstoffaufnahme (Edwards, 1994)



# Im Gesundheitssport werden folgende Trainingszonen unterschieden:

 $\begin{tabular}{lll} Fettverbrennungszone: & 50-60\% / HF_{max} \\ Gesundheitszone: & 60-70\% / HF_{max} \\ Aerobe Zone: & 70-80\% / HF_{max} \\ Anaerobe Zone: & 80-90\% / HF_{max} \\ Warnzone: & +90\% / HF_{max} \\ \end{tabular}$ 

(Vergleiche hierzu auch Seite 12!)

Die maximale Herzfrequenz ist vom Alter und vom Geschlecht abhängig, kann jedoch individuell stark variieren. Zur Ermittlung der maximalen Herzfrequenz wird bei Männern die Formel 220-Lebensalter und bei Frauen 226-Lebensalter verwendet. Bei Prävention oder Rehabilitation von Herzpatienten rechnet man 200-Lebensalter (-10%).

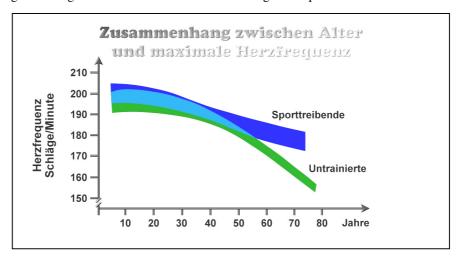
Im Leistungssport empfiehlt sich in jedem Fall ein Test, bei dem der Sportler zur Ermittlung der HF<sub>max</sub> ausgelastet wird.

#### Beispiel:

ein 45 Jahre alter Breitensportler sollte nicht längere Zeit mit einer Intensität von mehr als 80% der maximalen Herzfrequenz trainieren, was einer Herzfrequenz von 140 Schlägen/Minute entspricht. Seine Warnzone beginnt demnach bei 158 Schlägen/Minute.

#### Bedenke aber auch:

- Individuell starke Unterschiede bei der maximalen Herzfrequenz sind möglich! (+- 30 Schläge/Minute)
- Die Schwellen-Herzfrequenz ändert sich mit unterschiedlichem Trainingszustand (Ein Untrainierter beginnt bereits bei 60-70% seiner HF<sub>max</sub> eine Sauerstoffschuld einzugehen; ein Ausdauersportler kann sich auf bis zu 90% seiner HF<sub>max</sub> ausbelasten, ohne eine Sauerstoffschuld einzugehen.)
- ⇒ Daraus folgt: Trainingssteuerung nach Formeln sind daher nur bedingt zu empfehlen!



Die Abbildung zeigt das Verhältnis von maximal möglichen Herzfrequenz-Regulationen bei Sporttreibenden und Untrainierten in Abhängigkeit vom Alter.

## Ruheherzfrequenz als Indikator des Trainingszustands

- ➤ Allgemein gilt: je niedriger die Ruheherzfrequenz desto besser der Trainingszustand
- ➤ Bedenke:
  - Kinder und Jugendliche haben eine höhere Ruheherzfrequenz als Erwachsene.
  - Frauen haben eine höhere Ruheherzfrequenz als Männer
  - Bei Infektionen oder Übertraining steigt die Ruheherzfrequenz an (um 10-20 Schläge/Minute oder noch stärker). Ab einer Erhöhung der Ruheherzfrequenz um 6 Schlägen/Minute sollte man wachsam sein.
- Ausschlaggebend für die Beurteilung des Trainingszustandes im Ausdauerbereich sollte die Herzfrequenzreserve sein (max. Herzfrequenz-Ruhepuls)

## Die Erholungsherzfrequenz, ein weiterer Indikator des Trainingszustands

Je besser der Trainingszustand, desto rascher sinkt die Herzfrequenz nach einer Belastung. Normalerweise erfolgt nach erschöpfender Belastung ein Rückgang der Herzfrequenz nach 1 Minute um ca. 30 Schläge/Minute; gut ist eine Erholungs-Herzfrequenz von 50 Schlägen/Minute oder mehr.

Wie bereits aus Seite 28 (Lohnende Pause) erwähnt, findet in den ersten 3 Minuten nach einer Belastung die stärkste Erholung statt. Es kann mehrere Stunden dauern, bis die Herzfrequenz wieder den tatsächlichen Ruhewert erreicht hat.

#### Formeln zur Ermittlung der Trainingsherzfrequenz nach der Dauermethode

Formeln zur Ermittlung der Trainingsherzfrequenz haben den Vorteil, daß sie schnell ein Ergebnis liefern, sind allerdings sehr ungenau. Im Fitneßsport kann eine Überprüfung der Leistungsfähigkeit durch PWC170 und die Ermittlung der Trainingsherzfrequenz durch Formeln dennoch genügen. Die verwendeten Abkürzungen:

THF = Trainingsherzfrequenz

RHF = Ruheherzfrequenz (Morgens im Bett vor dem Aufstehen)

MHF = Maximal erreichbare Herzfrequenz (kann durch Stufentest bis zur völligen Ausbelastung herausgefunden werden oder kann errechnet werden (*Siehe S. 12 und S. 32*)

ZHF = Zielherzfrequenz

HFR = Herzfrequenzreserve (HFR= MHF-RHF)

#### 1. Karvonen-Formel

THF = RHF + (MHF - RHF) x % der Intensität (z.B.  $70\% \Rightarrow$  Gesundheitszone / aerobe Zone)

THF = RHF + HFR x % der Intensität

# 2. Altersangepaßte Methode:

 $ZHF = (220 - Alter) \times Intensität (z.B. 70\%)$ 

## Rechenbeispiele:

Beispiel-Person 35 Jahre alt, RHF = 75 Schläge/Minute, trieb regelmäßig Sport  $\Rightarrow$  laut Tabelle MHF = 187 (altersangepaßte HF<sub>max</sub> = 185)

a) Karvonen:

THF = 75 + /187-75) x 0.7 = 75 + 112 x 0.7 = 153.4

b) altersangepaßte Methode:

 $ZHF = (220 - 35) \times 0.7 = 129.5$ 

# Mögliche Tests zur Überprüfung des Trainingszustandes des Herz-Atemsystems und zur besseren Belastungssteuerung

## PWC 170 und PWC 130-Test

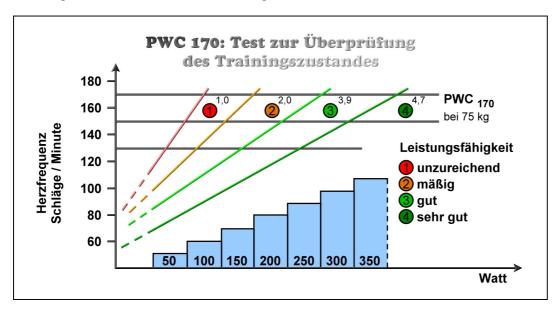
(PWC = Physical Work Capacity) entweder PWC 170 oder für Rehabilitations- oder Seniorensporteler, bei denen eine zu starke Belastung vermieden werden muß PWC 130.

#### Durchführung (siehe nachfolgende Abbildung):

- > stufenweiser Anstieg der Belastung (mindestens 3 Stufen)
- Aufzeichnung der Herzfrequenz gegen Ende jeder Belastungsstufe
- ➤ Berechnet wird die erreichte Leistung bei der Herzfrequenz von 170 (bzw. 130) Schlägen/Minute

Kriterium ist die Steilheit des Herzfrequenzanstiegs, also das Verhältnis von der Änderung der Wattzahl zur Änderung der Herzfrequenz.

Diese Methode ist empfehlenswert für Fitneß- und Freizeitsportler.



## Conconi-Test (unblutige Methode zur Bestimmung der Schwellenherzfrequenz)

- > stufenweiser Anstieg der Belastung (mindestens 3 Stufen)
- ➤ Aufzeichnung der Herzfrequenz gegen Ende der Belastungsstufe
- > Ermittlung des Deflektionspunktes, an dem die Herzfrequenz nicht mehr entsprechend der Belastung ansteigt

**Hintergrund:** mit zunehmender Leistungsfähigkeit kommt es zu einer Verschiebung des Deflektionspunktes in Richtung maximal erreichbarer Herzfrequenz ( $HF_{max}$ )

Empfehlenswert für Ausdauersportler und Leistungssportler, da die Trainingsherzfrequenz nach jeder Überprüfung durch den Conconi-Test neu justiert wird und der zunehmenden Leistungsfähigkeit angepaßt wird.

Anmerkung: Die Schwellenherzfrequenz ist die Herzfrequenz, bei der eine Person beginnt, eine Sauerstoffschuld einzugehen.

#### Der Cooper-Test (= 12-Minuten-Lauftest)

In 12 Minuten so weit laufen wie möglich. 12 Minuten ist eine klare aerobe Ausdauerleistung. Das Ergebnis eines 3000m-Laufs oder eines Laufes dieser Zeitspanne erlaubt klare Rückschlüsse auf die aerobe Leistungsfähigkeit.

#### Laktat- und Herzfrequenz. Werte aus A-Trainerausbildung 2001

	Testperson 1 / Kata	Testperson 2 / Kumite	Testperson 3 / Kumite
Ruheherzfrequenz	102	104	90
HF-Belastung	167	154	169
HF 1-Minute	135	120	110
HF 3-Minute	101	105	96
HF 5-Minute	88	98	92
Laktat	6,99 mmol/l	8,20 mmol/l	8,13 mmol/l

Testperson 1: Werte gemessen vor und nach einer Kata. Ausgeführt wurde Gojushiho Dai. Dauer der Belastung: 2

Minute 15 Sekunden.

**Testpersonen 2 und 3:** Werte gemessen vor und nach einem Kampf. Kampfdauer: 3 Minuten.

**Testperson 4 (unten):** Werte gemessen vor und nach einer Pratzen-Übung. Es wurden drei Serien à 1 Minute mit jeweils 2

Minuten Serienpause durchgeführt. Techniken wurden nach Vorgabe

des Partners durchgeführt.

# **Begriffsdefinitionen**

#### Allgemeine und lokale Ausdauer

Unter dem Aspekt der beteiligten Muskulatur unterscheidet man die allgemeine und die lokale Ausdauer. Die allgemeine Ausdauer umfaßt die Ausdauerfähigkeit bei sportlichen Belastungen, die mehr als 1/7 bis 1/6 der gesamten Muskulatur beanspruchen. Die lokale Ausdauer beinhaltet die Beteilugung von weniger als 1/7 bis 1/6 der Gesamtmuskelmasse.

#### Allgemeine und spezielle Ausdauer

Die allgemeine Ausdauer ist eine sportartunabhängige Form der Ausdauer und wird auch als Grundlagenausdauer bezeichnet (Herz-Kreislauf-Kapazität). Die spezielle Ausdauer bezeichnet eine sportartspezifische Form der Ausdauer und ist

	Testperson 4
Ruheherzfrequenz	76
HF Belastung 1-Ende	167
HF Belastung 2-Anfang	120
HF Belastung 2-Ende	164
HF Belastung 3-Anfang	134
HF Belastung 3-Ende	167
HF 1-Minute	143
HF 3-Minute	109
HF 5-Minute	106
Laktat	13,6 mmol/l

vergleichbar mit der lokalen Ausdauer. Die Bezeichnungen spezielle Ausdauer und lokale Ausdauer werden zum Teil synonym verwendet.

#### Aerobe und anaerobe Ausdauer

Unter dem Aspekt der muskulären Energiebereitstellung unterteilt man in aerobe und anaerobe Ausdauer. Steht Sauerstoff in ausreichender Menge zur oxidativen Verbrennung der Energieträger zur Verfügung, spricht man von aerober Ausdauer. Ist die Sauerstoffzufuhr aufgrund hoher Belastungsintensität unzureichend, wird die Energie unter dem Eingehen einer Sauerstoffschuld bereitgestellt. In diesem Fall spricht man von anaerober Ausdauer. In der Sportpraxis laufen beide Formen meist gemeinsam ab, um die Vorteile beider Abbauwege möglichst zu kombinieren (siehe nächsten Absatz). Dabei hängt das Verhältnis des aeroben zum anaeroben Verfahrens von der Intensität der Belastung ab, also davon, wie schnell wieviel Energie bereitgestellt werden muß. Der Organismus wird versuchen, den ökonomischeren, aeroben Anteil so hoch wie möglich anzusetzen; nicht zuletzt deshalb, weil die Nährstoffe auf aeroben Weg komplett zerlegt werden können und keine Milchsäure zurückbleibt, die in zunehmendem Maße die anaerobe Energiegewinnung zunehmend stört.

#### Vor- und Nachteile aerober und anaerober Abbauwege

- durch aeroben Glykogenabbau können 13x mehr ATP-Moleküle resynthetisiert werden, als durch den anaeroben Weg.
- Die Umstellung des Herz-Kreislaufsystems und des Atmungssystems auf aerobe Energiegewinnung dauert bei mittelschwerer körperlicher Belastung 45 bis 90 Sekunden, so daß die Energiebereitstellung auf aeroben Weg relativ langsam abläuft.
- Wenn nach dieser Anpassungszeit der antransportierten Sauerstoffs genau dem Bedarf zur aeroben Energiegewinnung entspricht, könnten die jeweiligen Muskelzellen theoretisch unbegrenzt lange Zeit aerobe Kontraktionsarbeit verrichten (Was z.B. ein gesundes Herz tatsächlich tut, denn das Herz kann sich zeitlebens keine Ruhepause erlauben).
  - Das Gleichgewicht zwischen Energiebedarf und Energienachschub bezeichnet man als Steady-state.
- Vorteil der anaeroben Glykolyse ist, daß sie unabhängig von der Sauerstoffversorgung der Zelle erfolgt, und somit ohne Zeitverlust sofort auf Hochtouren anlaufen kann.
- Die anaerobe Glykolyse erfolgt wesentlich schnelller als die aerobe. Aus diesem Grund kann trotz der geringeren Energieausbeute pro Molekül Glukose in derselben Zeit eine größere Menge Energie bereitgestellt werden, als durch den langsameren aeroben Weg.

#### Kurz-, Mittel- und Langzeitausdauer

Aus der Blickwinkel der Zeitdauer betrachtet:

- die Kurzzeitausdauer umfaßt Belastungen von 45 Sekunden bis 2 Minuten mit überwiegend anaerober Energiebereitstellung.
- die Mittelzeitausdauer entspricht einer Belastung von 2 bis 8 Minuten mit zunehmender aerober Energiegewinnung.
- die Langzeitausdauer beinhaltet Belastungen über 8 Minuten mit fast ausschließlich aerober Energiebereitstellung.

*Bei Ausdauerbelastungen* erfolgt die Energieversorgung durch das Zusammenwirken von Glukosestoffwechsel und Fettstoffwechsel. Hierbei nimmt mit steigender Belastungsdauer der Anteil des Fettstoffwechsels zu, während der Glukosestoffwechsel reduziert wird.

#### **Dynamische und statische Ausdauer**

Die dynamische Ausdauer bezieht sich auf die Ausdauerfähigkeit bei Bewegungen. Die statische Ausdauer umfaßt die Ausdauerfähigkeit bei gehaltenen Übungen.

#### **Ausdauer und Gesundheitssport**

Im Bereich des Gesundheitssports, der Prävention und der Rehabilitation sind die allgemeine aerobe dynamische Ausdauerfähigkeit (Herz-Kreislauf-Erkrankungen) und die lokale aerobe dynamische Ausdauerfähigkeit (Erkrankungen des Bewegungsapparates) von zentraler Bedeutung.

#### **Entstehung der Milchsäure**

Es gibt mehrere Möglichkeiten, Energie für die körperliche Arbeit bereitszustellen. Bei geringen bis mäßigen Belastungen werden Fette und Kohlenhydrate als Brennstoffe für die Energiebereitstellung genutzt. Da für diese Form der Energiegewinnung Sauerstoff erforderlich ist, spricht man von aerober Energiegewinnung. Bei höheren Belastungen muß die Energie ohne Sauerstoff bereitgestellt werden. Diesen Prozeß bezeichnet man als anaerob. Als Abfallprodukt des anaeroben Stoffwechsels entsteht Milchsäure.

#### Übersäuerung

Zum Abtransport muß die im Muskel entstandene Milchsäure zu Kohlendioxid und Wasser verstoffwechselt werden. Da dieser Vorgang langsamer verläuft als die Milchsäureproduktion, sammelt sich bei intensiven Belastungen Milchsäure im Muskel an. Man nennt diesen Zustand Übersäuerung.

#### Milchsäurekonzentration

In der Ruhesituation beträgt die Milchsäurekonzentration 0,5 – 1 mmol/l Blut oder 4 – 10 mg pro 100 ml Blut. Bei stark arbeitender Muskulatur ist ein anstieg auf 20 mmol/l Blut oder über 200 mg pro 100 ml Blut möglich. Durch den Anstieg der Milchsäure sinkt der PH-Wert des Blutes (Normalwert: 7,38 – 7,42). Ein Anstieg des Laktatwertes führt zu einer verminderten Leistungsfähigkeit bzw. zum Arbeitsabbruch. Bis zu einem PH-Wert von 6,8 – 6,9 im Blut und 6,0 in der arbeitenden Muskulatur kann der Körper seine Leistungsfähigkeit aufrechterhalten.

#### Bestimmung der Milchsäurekonzentration

Die Milchsäure- bzw. Laktatkonzentration kann bestimmt werden, indem man einen Blutstropfen aus dem Ohrläppchen entnimmt und chemisch analysiert. Durch die Bestimmung der Milchsäurekonzentration kann die Belastungsintensität und die aktuelle Leistungsfähigkeit des Sportlers beurteilt werden. Die Bestimmung der Laktatkonzentration läßt sich zur Kontrolle und Gestaltung eines Trainingsprogramms nutzen.

#### Aerob-anaerobe Schwelle

Durch körperliche Belastung, bei individuell unterschiedlicher Belastungsintensität, übersteigt die Milchsäurekonzentration einen Wert von 2 mmol/l. Diesen Wert bezeichnet man als aerobe Schwelle. Unterhalb dieser Schwelle erfolgt die Energiebereitstellung überwiegend mit ausreichender Sauerstoffzufuht (aerob). Bei einer Milchsäurekonzentration von 2 – 4 mmol/l liegt der Übergangsbereich von der aeroben zur anaeroben Energiegewinnung. Eine Milchsäurekonzentration von mehr als 4 mmol/l bezeichnet man als anaerobe Schwelle. Die Energiegewinnung erfolgt hier fast ausschließlich mit unzureichender Sauerstoffzufuhr (anaerob).

## Beispiele für karatespezifisches Ausdauertraining:

### A) kumitemäßiges Ausdauertraining

- 1. nur steppen
- 2. steppen mit lockerer Technikausführung
- 3. mit Partner, steppen und Gyaku-Tsuki (diagonal und gerade)
- 4. mit Partner, steppen und Gyaku-Tsuki und jeweils einem Jodan Mawashi-Geri mit dem vorderen Bein

und andere ähnliche Übungen. Ausführung je 2-3 Minuten, dann 30 Sekunden Pause; eventuell Partnerwechsel.

### **B)** Durchhaltetraining im Kihon

Einfache Kombinationen 10 x locker, dann 7-10 x stark. 30 Sekunden Pause, dann Wiederbelastung. Wähle mehrere verschiedene Kombinationen, um den Unterricht abwechslungsreicher zu gestalten.

### C) Kata-Training auf Ausdauer

3 Katas direkt nacheinander mit kurzer Pause (maximal 15 Sekunden), dann 1-2 Minuten Pause. Anschließend Wiederbelastung mit weiterer, eventuell auch anderer Kata.

### D) Techniken nach Zeit

Qualität und Ausführung der Techniken sollen optimal sein, also hinreichend bekannte Techniken wählen. Beispiel:

Zwei Partner stehen in Kamae gegenüberstehend und führen im Wechsel je 20 Sekunden Gyaku-Tsuki rechts und links aus. Die Übung mit Kizami-Tsuki, anschließend mit Kizami-Tsuki/Gyaku-Tsuki als Kombination wiederholen. Anschließend frei wählbare Fußtechnik, später vorgegebene Fußtechnik. Zwischen den Übungen 1-2 Minuten Pause einhalten.

#### E) Pratzen nach Zeit

Qualität und Ausführung der Techniken sollen optimal sein, also hinreichend bekannte Techniken wählen. Beispiel:

Schlagserien zu je 1 Minute, später 2 und 3 Minuten mit jeweils 2 Minuten Serienpause durchführen. Techniken werden nach Vorgabe des Partners durchgeführt, das heißt er gibt mit der Pratze ein Ziel vor und grenzt damit indirekt die möglichen Techniken ein. Es sollte ein Intervall gewählt werden, nach dem alle 3 Sekunden eine Technik ausgeführt wird.

## Training der lokalen Muskelausdauer

Die dynamische lokale Muskelausdauer kann nicht nur durch dynamisches Krafttraining trainiert werden, sondern wird bereits dann trainiert, wenn dynamische Übungen mit circa 30% der maximal möglichen Kraft über eine Dauer durchgeführt werden, die 50% der maximalen Belastungsdauer entspricht. Handelt es sich bei den ausgeführten Übungen um sportartspezifische Übungen, wird praktischerweise durch diese Form des Ausdauertrainings gleichzeitig die Koordination der Bewegung geschult. Daraus wiederum resultiert eine bessere Zusammenarbeit der an den speziellen Bewegungen beteiligten Muskeln und Muskelgruppen, was zu einem niedrigeren Energieverbrauch führt.

Weiterhin ermüdet der so trainierte Muskel später, weil durch das dynamische Ausführen der Bewegungen die Fähigkeit des Muskels zur aeroben Energiebereitstellung verbessert wird. Das ist zurückzuführen auf:

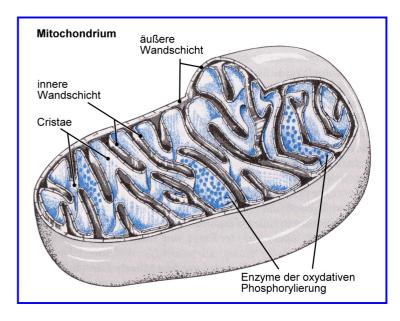
- biochemische Veränderungen in der Muskelzelle und
- verbesserte Kapillarversorgung des Muskels.

# Biochemische Veränderungen der ausdauertrainierten Muskelzelle

(Ergänzung zum C-Trainer-Stoff)

Um den Effekt des Ausdauertrainings auf die Muskelzellen zu verdeutlichen, soll hier kurz auf die Mitochondrien eingegangen werden:

Für die Bereitstellung der für die Muskelarbeit benötigten Energie sind die Mitochondrien zuständig (siehe Abbildung). Hier werden die meisten ATP-Moleküle resynthetisiert, das heißt, es werden je ein Adenosin-Diphosphat-Molekül und ein Phosphatrest (welche zuvor nach der Spaltung von ATP zur Energiegewinnung in den Muskelzellen übriggeblieben sind) unter Energiezufuhr wieder zu Adenosin-Triphosphat zusammengefügt. Die hierzu nötige Energie



wurde zuvor aus der Zerlegung höherwertiger Nährstoffe wie Zucker oder Fettsäuren gewonnen, doch eine ausführliche Ausführung dieser Vorgänge führt hier zu weit. Für weiter Interessierte wird hier auf das Buch "Sportmedizin" von Peter Markworth, rororo-Verlag, ISBN-Nr. 3-499-17049-3 verwiesen; speziell für diesen Bereich das Kapitel 5 Energie, aber auch Kapitel 1.7. Trainingsauswirkungen auf den Skelettmuskel.

Das so zurückgewonnene ATP kann nun wieder den Muskelzellen als Energiequelle dienen, welches für die Muskelarbeit die einzig verwendete Energiewährung darstellt. Aus diesem Grund wird das Mitochondrium gerne als "Zellkraftwerk" bezeichnet. Im Inneren des Mitochondriums sind die drei wichtigsten Enzymsysteme angeordnet, mit deren Hilfe die Fettsäuren und die Zuckermoleküle in Anwesenheit von Sauerstoff vollständig zerlegt werden können.

Die Zellkraftwerke liegen sinnvollerweise in unmittelbarer Nähe der kontraktilen Elemente der Muskelfasern (den Myofibrillen also), wo das in den Mitochondrien resynthetisierte ATP sofort verbraucht werden kann. Die Anzahl der Mitochondrien in einer Muskelzelle kann zwischen einigen 100 und 10.000 (Herzmuskelzelle) schwanken. In jedem Mitochondrium sind circa 10 Billionen Enzymmoleküle enthalten, von denen jedes pro Minute viele Millionen spezifische Reaktionsabläufe auslösen kann. Der wichtigste Effekt des Ausdauertrainings besteht nun darin, daß die Zahl der Mitochondrien in den Skelettmuskeln zunimmt. Nach den vorangegangenen Erklärungen dürfte leicht ersichtlich sein, welche Auswirkungen dies auf die Ausdauerleistung der Muskelzellen hat. Mit einer größeren Anzahl von Mitochondrien können

- 1. mehr ATP-Moleküle in derselben Zeit wie bei einer nicht ausdauertrainierte Muskelzelle resynthetisiert werden
- 2. durch eine insgesamt größere Speicherkapazität mehr ATP-Moleküle in Reserve gelagert werden
- 3. wegen der größeren Verteilungsdichte die ATP-Moleküle schneller am Einsatzort sein

Die Muskelzellen schaffen sich durch stetiges Ausdauertraining also die Grundvoraussetzungen für eine längere Belastbarkeit, indem die Energieversorgung verbessert wird.

### Verbesserte Kapillarversorgung des ausdauertrainierten Muskels

Die im letzten Abschnitt besprochenen Veränderungen machen die Muskelzelle nicht größer (sie hypertrophiert nicht). Die geschilderte Verbesserung der Energieversorgung kann aber nur richtig ausgenutzt werden, wenn das Sauerstoffangebot an die Muskelzelle erhöht werden kann und das wiederum heißt, es wird eine verbesserte Durchblutung benötigt.

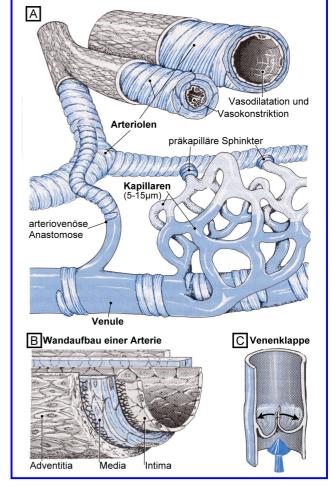
Eine Möglichkeit für den Muskel besteht nun darin, neue Kapillaren zu bilden (siehe Abbildung). Durch Versuche an Kaninchen konnte dieser Effekt am ausdauertrainierten Tiermuskel bestätigt werden; beim Menschen jedoch gibt es widersprüchliche Ergebnisse. Hier scheint sich die Durchblutung des menschlichen Skelettmuskels dadurch zu verbessern, daß sich der Querschnitt der bereits vorhandenen Kapillaren vergrößert.

Im ruhenden Muskel sind nur ¼ aller Muskelkapillaren geöffnet und durchblutet, weil der Muskel im ruhenden Zustand nur sehr wenig Energie benötigt. Die Muskelkapillaren werden mit Hilfe kleiner Kurzschlußverbindungen umgangen und leiten so das durchströmende Blut direkt in die Muskelvenen.

Wird der Muskel nun belastet, schließen sich diese Kurschlußverbindungen. Die bisher ungenutzten Kapillaren werden geöffnet und von Blut durchströmt.

Werden alle Kapillaren des Muskels geöffnet, erweitert sich das periphere Strombett des Muskels erheblich, so daß das Blut in diesem Kapillarbett auch dann noch relativ langsam fließt, wenn unter Belastungsbedingungen das Herz schneller schlägt und das Blut schneller durch den Kreislauf gepumpt wird. Auf diese Weise verlängert sich die relative Kontaktzeit des Blutes mit den Muskelzellen; es bleibt mehr Zeit zum Stoffaustausch.

Weiterhin vergrößert sich die Austauschfläche zwischen dem Kapillarblut und den Muskelzellen. Dies hat zur Folge, daß die Strecke, welche vom Sauerstoff von den roten Blutkörperchen bis



in die Mitochondrien der Muskelzelle durch den relativ langsamen Diffusionsvorgang (langsam im Vergleich zu einem Flüssigkeitsaustausch) zurückgelegt werden muß, erheblich verkürzt wird, da die Muskelzelle nun von allen Seiten von zusätzlich durchflossenen Kapillaren umgeben ist. Auf diese Weise nimmt die Menge Sauerstoff zu, die pro Minute von den Kapillaren in die Muskelzelle übertreten kann.

Durch die Summe dieser Veränderungen (Verlängerung der Kontaktzeit, Vergrößerung der Austauschfläche, Verkürzung der Diffusionsstrecke) verbessert sich die Sauerstoffversorgung in der arbeitenden Muskulatur, und zwar in gleicher Weise im trainierten wie im untrainierten Muskel.

Im ausdauertrainierten Muskel aber hat ein Wachstum und eine Querschnittsvergrößerung des Kapillarbettes stattgefunden. Dies hat auf den ausdauertrainierten Muskel folgende Auswirkungen:

- Bei *intensiver körperlicher Arbeit* sind die Arteriolen maximal weit gestellt und der periphere Strömungswiderstand sowie die Durchblutung werden viel stärker als unter Ruhebedingungen vom Widerstand bzw. von der Weite des Kapillarbettes bestimmt.
- Die Weite des Kapillarbettes hat trainingsbedingt bereits zugenommen. So kann der ausdauertrainierte Muskel gerade bei *Maximalleistungen* seine Durchblutung stärker erhöhen als der untrainierte Muskel.
- Bei *submaximalen Belastungen* wirkt sich die trainingsbedingte Querschnittsvergrößerung nicht aus, weil hier die Durchblutung mehr von der Weitstellung der Arteriolen als von der Weite des Kapillarbettes abhängig ist. Bei submaximaler Belastung kann die Durchblutung des ausdauertrainierten Muskels sogar niedriger liegen, als die des untrainierten Muskels, da die in ihrer biochemischen Ausstattung verbesserten ausdauertrainierten Muskelzellen aus der gleichen Menge Blut mehr Sauerstoff und mehr Nährstoffe entnehmen können (Sauerstoffausschöpfung) als die untrainierten.
- Die verbesserte Sauerstoffausschöpfung der ausdauertrainierten Muskelzelle macht sich unter *maximalen Trainingsbedingungen* besonders vorteilhaft bemerkbar. Da mehr Sauerstoff ausgeschöpft wird, ist im venösen Blut eines ausdauertrainierten Sportlers weniger Sauerstoff vorhanden, als bei einem Untrainierten. Anders ausgedrückt: die Differenz des Sauerstoffgehalts des arteriellen Blutes zum venösen kann bei einem Ausdauertrainierten wesentlich größer werden als bei untrainierten Personen, weil die trainingsbedingt verbesserten Muskeln dem durchströmenden Blut mehr Sauerstoff entnehmen können.

## Zusammenfassung Ausdauer

#### Definitionen:

Unter Ausdauer wird allgemein die körperliche und geistige Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Sportlers verstanden.

Die psychische Ausdauer stellt die Fähigkeit dar, einer Belastung, die zum Abbruch auffordert, möglichst lange widerstehen zu können.

Die physische Ausdauer stellt die Ermüdungswiderstandsfähigkeit des gesamten Organismus bzw. einzelner Teilsysteme dar.

Die Wirkung des Ausdauertrainings besteht darin, daß der Muskel bei dynamischer Arbeit später ermüdet. Die Ursachen dafür liegen in einer verbesserten Sauerstoffausnutzung in den zahlenmäßig angestiegenen Zellkraftwerken (Mitochondrien) der trainierten Muskelzelle.

Trainingsauswirkungen zeigen sich immer nur in den Muskeln oder Muskelgruppen, die im Training auch beansprucht werden. Wenn Muskeln zu wenig oder gar nicht beansprucht werden, werden sie kleiner, schwächer und ermüden schneller.

#### Funktionen der Ausdauer:

- 1. Optimierung der Erholungsfähigkeit
- 2. Erhöhung der psychischen Leistungsfähigkeit
- 3. Steigerung der psychischen Belastbarkeit
- 4. Verringerung technischer Fehlleistungen
- 5. Konstant hohe Reaktions- und Handlungsschnelligkeit
- 6. Deutliche Reduzierung der Verletzungsgefahr
- 7. Vermeidung ermüdungsbedingter taktischer Fehlverhaltensweisen
- 8. Stabilere Gesundheit

### Ausdauerformen:

- 1. Allgemeine Ausdauer oder Grundlagenausdauer
- 2. Spezielle Ausdauer
- 2.1. Schnellkraftausdauer
- 2.2. Kraftausdauer
- 2.3. Lokale Ausdauer

#### Eigenschaften der verschiedenen Ausdauerformen:

- 1. Grundlagenausdauer
  - sportartunabhängig
  - auf Dauer orientiert
  - Basis für Training anderer Grundeigenschaften
- 2. Spezielle Ausdauer
  - wettkampfnahe Belastungsbedingungen sichern
  - wettkampfgemäßen Willenseinsatz fordern
  - auf gute und effektive Techniken achten
  - individuelle Leistungsfähigkeit und Konstitution soll beachtet werden

#### Methodische Hinweise:

- 1. Wegen der Art der Belastung gehört das Ausdauertraining ans Ende der Trainingseinheit
- 2. Die Dauermethoden sind die wirkungsvollsten Verfahren zum Training der Grundlagenausdauer
- 3. Ausdauertraining muß ganzjährig erfolgen.
- Δ Δusdauertraining ist herzfrequenzgesteuert

## **ANHANG**

# Die neuen Wettkampfregeln (Stand: 2001)

Wichtige Auszüge und Terminologie der neuen Wettkampfregeln

## 1. Kleidung

Wettkämpfer müssen einen weißen, unverzierten Karate Gi tragen, ohne Streifen oder Paspelierung. Nur das nationale Emblem oder die Landesflagge dürfen getragen werden. Dieses muß auf dem linken Brustbereich angebracht werden und darf nicht größer als 10 cm² sein. Auf dem Karate Gi dürfen ausschließlich Originaletiketten des Herstellers sichtbar sein, sofern sie an den allgemein akzeptierten Stellen (an der unteren Ecke der Gi-Jacke und am Hosenbund) aufgenäht sind. Die Jacke muß, wenn sie mit dem Gürtel um die Hüfte gebunden wird, mindestens so lang sein, daß sie die Hüften bedeckt. Sie darf aber höchstens ³/4 des Oberschenkels bedecken. Frauen dürfen ein einfarbiges, weißes T-Shirt unter der Jacke tragen. Die Ärmel der Jacke dürfen nicht weiter als bis zum Handgelenk reichen, müssen die Unterarme aber mindestens bis zur Hälfte bedecken. Die Ärmel der Jacke dürfen nicht aufgekrempelt sein. Die Hosen müssen so lang sein, daß sie ²/₃ des Schienbeins bedecken und dürfen nicht hochgekrempelt werden.

## 2. Der Kampf

Die Dauer eines Kampfes ist 3 Minuten für Senioren männlich (sowohl Mannschaft als auch Einzel) und 2 Minuten für Frauen, Junioren und Jugend.

## <u>Wertungen</u>

Es gibt folgende Wertungen:

a.) Sanbon = 3 Punkte b.) Nihon = 2 Punkte c.) Ippon = 1 Punkt

Eine Wertung wird gegeben, wenn die Technik entsprechend der folgenden Kriterien in eine Trefferzone ausgeführt wird:

- a.) gute Form
- b.) korrekte Haltung
- c.) kraftvolle Ausführung
- d.) Zanshin
- e.) gutes Timing
- f.) korrekte Distanz

#### Sanbon

wird gewertet für:

- a.) Jodan-Fußtechniken
- b.) Werfen oder Fegen, gefolgt von einer wertbaren Technik

#### Nihon

wird gewertet für:

- a.) Chudan-Fußtechniken
- b.) Fauststöße zum Rücken
- c.) Kombinationen von Handtechniken, die jede für sich wertbar wäre
- d.) Den Gegner aus dem Gleichgewicht bringen und punkten

#### <u>lppor</u>

- a.) Chudan oder Jodan-Fauststöße
- b.) Uchi

## Zielregionen

Die Angriffe sind begrenzt auf folgende Zielregionen:

- a.) Kopfb.) Gesicht
- e.) Brustf.) Rückeng.) Seite
- c.) Halsd.) Bauch

## 3. Strafen

- a.) Verwarnung (Chukoku)
- b.) Keikoku
- c.) Hansoku-Chui
- d.) Hansoku
- e.) Shikkaku

## 4. Terminologie

Shobu Hajime = Beginnt den Kampf

Atoshi Baraku = Noch ein bißchen Zeit (30 Sek.)

Yame = Aufhören

Tsuzukete Hajime = Wiederaufnahme des Kampfes

Hikiwake = Unentschieden
Torimasen = Keine Wertung
Encho-Sen = Kampfverlängerung

Aka / Shiro = Rot / "Blau"

Jogai = Verlassen der Kampffläche

Kiken = Aufgabe

Mubobi = Selbstgefährdung

Shugo = Kampfrichter herankommen

Hantei = Entscheidung Moto no ichi = Originalposition

## Die Pflichtkata-Liste (ab 2002)

## Liste der DKV-Pflicht (Shitei) Kata für Schüler, Jugend und Junioren

Die Pflichtkata der 1. Und 2. Runde

Shotokan	Shito-Ryu	Goju-Ryu	Wado-Ryu
Heian Shodan	Chi-No-Kata	Gekisai Dai Ichi	Pinan Shodan
Heian Nidan	Heian (Pinan) Shodan	Gekisai Dai Ni	Pinan Nidan
Heian Sandan	Heian (Pinan) Nidan	Saifa	Pinan Sandan
Heian Yondan	Heian (Pinan) Sandan	Seipai	Pinan Yondan
Heian Godan	Heian (Pinan) Yondan	Seienchin	Pinan Godan
Tekki Shodan	Heian (Pinan) Godan	Sanseru	Naihanchi
Bassai Dai	Rohai	Shisochin	Passai
Jion	Jion	Kururunfa	Chinto
Enpi	Kosokun-Dai		Wanshu
Kanku Dai	Bassai Dai		Kushanku
Hangetsu	Seienchin		Seishan
	Niseishi		
	Nipaipo		

## Liste der DKV-Pflichtkata für Senioren

Die Pflichtkata der 1. Und 2. Runde

Shotokan	Shito-Ryu	Goju-Ryu	Wado-Ryu
Jion	Bassai Dai	Seipai	Seishan
Kanku Dai	Seienchin	Saifa	Chinto

Bei den Deutschen Meisterschaften und bei den Landesverbandsmeisterschaften werden die Kata von den AthletInnen ab der 3. Runde aus der Liste der Kürkata – Anhang 7 DKV Liste der offiziellen Kata – frei gewählt! Eine Wiederholung einer Kata ist nicht möglich!

## Ausnahme bei den Schülermeisterschaften:

Bei den Kürkata können auch die Pflichtkata mehrmals – jedoch nicht direkt hintereinander – gezeigt werden!

## Mineralstoffe - Grundlagen - Bedeutung

Mineralstoffe werden mit der täglichen Kost im Körper aufgenommen, bleiben über eine bestimmte Zeit Bestandteil des Körpers und verteilen sich je nach ihrer Funktion auf verschiedene Organe und Gewebe. <u>Sie werden im Körper nicht hergestellt und nicht verbraucht</u>. Verluste über Schweiß, Harn und Stuhl müssen wieder mit der Nahrung ausgeglichen werden (daraus folgt wieder: vollwertige Nahrungsmittel zu sich nehmen).

Ihre **Bedeutung** und ihre Aufgaben im Körper und den Organen sind sehr vielfältig (Tabelle). Meist arbeiten die Mineralstoffe als elektrische geladene Teilchen (Ionen, Elektrolyte).

Ursachen für Mineralstoff-Mangel: viel Schwitzen, Durchfallerkrankung, Erbrechen, mangelnde Nahrungsaufnahme (Kaffeegenuß im Übermaß schwemmt aus, Alkoholiker).

Der **Tagesbedarf** beim Nichtsportler wie Leistungssportler wird meist durch die artgerechte Nahrungsaufnahme gedeckt. Als *Mineralstoffe* bezeichnet man Elemente mit mehr als 100 mg Tagesbedarf, Elemente mit einem Tagesbedarf von weniger als 100 mg bezeichnet man als *Spurenelemente*.

Mineralstoff	Bedeutung	Körperbestand und Verteilung	Vorkommen	Täglicher Bedarf in mg
Natrium (Na)	Osmotischer Druck (extrazellulär) Enzymaktivierung	100 g 60 % in extrazellulärer Flüssigkeit	Kochsalz, gesalzene und geräucherte Lebensmittel u.a.	2000-3000
Chlor (Cl)	Osmotischer Druck (extrazellulär) Magensalzsäurebildung	80-100 g 90 % in extrazellulärer Flüssigkeit	Kochsalz, gesalzene und geräucherte Lebensmittel u.a.	3000-5000
Kalium (K)	Osmotischer Druck (intrazellulär) Enzymaktivierung, bioelektrisches Verhalten der Zellen	150 g 90 % in intrazellulärer Flüssigkeit	Pflanzliche Nahrungsmittel	2000-3000
Phosphor (P)	Knochenaufbau, Bestandteil von Zellstrukturen, energiereiche Phosphate, Membrantransport	500-800 g 80 % im Skelett	Milch-, Fleisch- u. Fischprodukte, Eier, Getreideerzeugnisse u.a.	700-1200
Calcium (Ca)	Knochenaufbau, neuromuskuläre Erregbarkeit, Muskelkontraktion, Blutgerinnung	1000-1500 g 99 % in Skelett und Zähnen 1 % in gelöster Form	Milch und Milchprodukte, Gemüse, Obst, Getreide u. Getreideprodukte	700-1200
Magnesium (Mg)	Knochenaufbau, Enzymaktivierung	20-30 g 50 % im Skelett	Weizenkeime, Hülsenfrüchte, Geflügelfleisch, Fisch, Gemüse, Obst	220-300
Silicium (Si)	Knochenaufbau, Aufbau von Bindegewebe und Knorpelsubstanz, Arterienwände (?)	1,4 g	Pflanzenfasern, Kleie u.a.	100 ?

# **Vitamine**

(Zusammenfassung aus zwei Tabellen)

Name	Vorkommen *)	Wichtigste Funktionen	Mangelsymptome
Fettlösliche Vitamine	•		
Vitamin A (Retinol, Axerophtol)	Leber, Lebertran, Milch, Milchprodukte, Eigelb u.a.	Beteiligung am Sehvorgang, Bedeutung für Wachstum und Regeneration von Haut und Schleimhäuten, wesentlich für alle Epithelzellen und das Skelettwachstum	Störungen im Dunkelsehen (Nachtblindheit) Verhornung von Haut und Schleimhäuten
Carotin (Provitamin A)	Rote, gelbe und grüne Obst- u. Gemüsesorten, z.B. Möhren (ß- Carotin), Paprika, Tomaten, Aprikosen, Feldsalat, Grünkohl u.a.	wie oben. Außerdem: Vitamin A- Aldehyd (Retinin) ist Bestandteil des Rhodopsins (Sehpurpur)	wie oben
Vitamin D Antirachitische Vitamine $(D_2 = Calciferol \\ D_3 = Cholecalciferol \\ D_4 = Dihydrocalciferol)$	Leber, Lebertran, Eigelb, tierische Fette und Öle; wird auch aus Vorstufen in der Haut durch Sonnenbestrahlung gebildet	Erforderlich für die Calcium- Resorption und den Calcium- Phosphat-Stoffwechsel; damit beteiligt am Knochenaufbau. Wechselwirkungen mit dem Parathormon.	Knochenerweichung; Rachitis bei Kindern, Osteomalazie (Knochenerweichung) bei Erwachsenen
Vitamin E (Tocopherol)	Weizenkeime, Getreidekörner, Eier, pflanzliche Öle, Gemüse, Naturreis u.a.	Verhindert Oxidation von ungesättigten Fettsäuren (Anti- oxidans; z.B. beim Stoffwechsel der ungesättigten Fettsäuren)	-
Vitamin K (antihämorrhagisches Vitamin) $K_1 = Phyllochinon$ $K_2 = Menachinon \beta$ Phyllochinon	Grüne Pflanzen, in vielen Lebensmitteln enthalten; kann durch die Darmbakterien synthetisiert werden	Beteiligung als "Wasserstoffüberträger"; wesentlich für normale Blutgerinnung, insbesondere für die Prothrombinsynthese	Neigung zu Blutungen, (Hämorrhagien), Blutgerinnungsstörungen
Wasserlösliche Vitan	nine		
<b>Vitamin B<sub>1</sub></b> (Aneurin, Thiamin)	Weizenkeime, Getreide-Kleie, Hefe, Vollkornprodukte, Haferflocken, Schweinefleisch, Hülsenfrüchte u.a.	Erforderlich für den Kohlen- hydrat-Stoffwechsel (Antioxidans); Bestandteil der Pyruvat-Cocarboxylase	Störung der Muskel- und Herz- funktion sowie des Nervensys- tems; zuerst massiv aufgetreten nach ausschließlichem Verzehr von geschältem Reis (Beri-Beri)
<b>Vitamin B<sub>2</sub></b> (Lactoflavin, Riboflavin)	Milch, Fleisch, Leber, Getreide, Hefe, Weizenkeime u.a.	Bestandteil von Enzymsystemen der Atmungskette (Flavinenzyme = gelbe Atmungsfermente)	Wachstumsstörungen, Haut- und Schleimhauterkrankungen
Vitamin B <sub>6</sub> Pyridoxin-Gruppe (Pyridoxol, Pyridoxal, Pyridoxamin)	Getreide, Fleisch, Leber, Hefe, Fisch u.a.	Bestandteil verschiedener Enzymsysteme im Proteinstoff- wechsel (Antioxidans). Coenzym verschiedener Enzymsysteme (z.B. Aminosäuren-Decarboxy- lase, Transaminasen, Dehydra- tasen, Desulfhydrasen)	Störungen des zentralen Nervensystems, Hauterkrankungen
Vitamin B <sub>12</sub> (Cyano-Cobalamin)	In allen tierischen Lebensmitteln, Leber, Mikroorganismen	Beteiligt an der Bildung der roten Blutkörperchen; Bestandteil von Enzymen (Methylierung, Nucleinsäure-Stoffwechsel)	Verminderter Gehalt an roten Blutkörperchen (Anämie)

Name	Vorkommen *)	Wichtigste Funktionen	Mangelsymptome		
Wasserlösliche Vitamine (Fortsetzung)					
Folsäure (Pteroyl-Glutamin- säure, Tetrahydrofolsäure)	Grünes Blattgemüse, Weizen- keime, Leber, Hefe, Milch, Mikroorganismen u.a.	Beteiligung im Aminosäuren- Stoffwechsel, Umsetzung der Ein-Kohlenstoff-Fragmente, Purin- und Methionin-Synthese	Störungen der Blutbildung (Anämie, Leukopenie, Thrombopenie)		
Pantothensäure	In fast allen pflanzlichen und tierischen Nahrungsmitteln	Bestandteil des Coenzyms A (Antioxidans)	selten		
Niacin (Nicotinsäure, Nicotinsäureamid)	Fleisch, Hefe, Vollkornmehle, Kartoffeln, Getreide, Hülsen- früchte, Leber u.a.	Bestandteil von Enzymsystemen, Coenzym vieler Dehydrogenasen (NAD, NADP, NADH)	Entzündungen und Verfärbungen der Haut (Pellagra)		
Biotin (Vitamin H)	Sojamehl, Leber, Hefe, Milch, Eigelb; kann durch Darmbak- terien synthetisiert werden	Bestandteil von Enzymsystemen (Carboxylasen, Carboxyltrans- ferasen, Desaminierung)	Hautveränderungen, unspezifische Symptome		
Vitamin C (Ascorbinsäure)	Frisches Obst und Gemüse, Kartoffeln, Zitrusfrüchte, Hagebutten, Johannisbeeren, Paprika, Petersilie, Sanddorn u.a.	Mitwirkung beim Aufbau der Grundsubstanz des Bindege- webes, wichtig bei der Bildung von Intercellularsubstanzen, Beteiligung am Intermediär- Stoffwechsel (Antioxidans), Mitwirkung bei Hydroxilierung, Einbau von Eisen in Ferritin	Erhöhte Infektanfälligkeit, Neigung zu Blutungen, Störungen im Knochen- u. Bindegewebswachstum, besonders an Gebiß und Zahnfleisch (Skorbut)		
Vitaminoide					
Cholin	In fast allen Nahrungsmitteln	Fettsäuretransport			
Myo-Inosit, Meso-Inosit	In fast allen tierischen und pflanzlichen Nahrungsmitteln	Bausteine der Inosit-Phosphatide, Stoffwechsel der Mitochondrien, Kationentransport			
*) Lebensmittel mit be	deutendem Gehalt				

## **GLOSSAR**

Die folgenden Begriffe aus der Trainingslehre und der Sportmedizin sind größtenteils Fachbüchern entnommen oder entstammen Lexika. Einige Begriffe stammen aus F-Übungsleiter- bzw. C-Trainer-Unterlagen. Die Begriffe kommen zum Teil in den vorangegangenen Texten gar nicht vor, sind aber dafür gedacht, das Lesen diverser Fachliteratur und Fachartikeln zu erleichtern.

A

Abduktoren

Beinabspreizmuskeln; im Funktionskreis III lokalisiert *Adaptation* 

Anpassung

Adduktoren

Beinanziehermuskeln; im Funktionskreis III lokalisiert *Adenosin-Diphosphat (ADP)* 

Nebenprodukt, welches bei der Spaltung von Adenosin-Triphosphat (ATP) mittels dem Enzym ATP-ase entsteht. ADP wird mit Anlagerung eines Phosphatrests unter Energiezuführung wieder zu ATP resynthetisiert. Die Energiespeicher der Zellen werden so immer wieder aufgeladen. Die hierzu nötige Energie wird durch die Spaltung des Kreatinphosphats und anderer Nährstoffe gewonnen. Siehe auch Phosphorylierung.

Adenosin-Triphosphat (ATP)

Säurerest der Adenosintriphosphorsäure, wichtigster Energieüberträger der Zelle mit der Strukturformel  $C_{10}H_{16}N_5O_{13}P_3$ . Bei der Spaltung von ATP mittels dem Enzym ATP-ase bilden sich Adenosin-Diphosphat (ADP), ein Phosphatrest und frei nutzbare Energie.

Adrenalin

Hormon des Nebennierenmarks, des sympathischen Nervengewebes und des chromaffinen Gewebes

Adventitia

aus lockerem Bindegewebe bestehende Umhüllung von Gefäßen bzw. Von einzelnen Organen

Äquilibriumlänge

siehe Minimallänge

aerob; aerobe Energiegewinnung

Stoffwechselvorgänge, die nur in Anwesenheit von Sauerstoff ablaufen.

Anders ausgedrückt: Energiegewinnung zur Leistungserbringung durch sauerstoffverbrauchende Stoffwechselvorgänge (< 2 mmol / 1 Lactat)

aerobe Schwelle

Herzfrequenz, bei der sich eine Laktatkonzentration von 2 mmol/Liter Blut einstellt.

Affinität

Neigung eines Stoffes, mit einem anderen eine chemische Verbindung einzugehen

Agonist

Muskel, der eine bestimmte, dem Antagonisten entgegengesetzte Bewegung ausführt

Aktinfilament

dünner Muskeleiweißfaden

Aktinmolekül

Muskeleiweißmolekül

Aktionspotential

die durch einen überschwelligen Reiz in einer erregbaren Struktur zwischen einer erregten und einer unerregten Stelle hervorgerufene Spannungsdifferenz aktivierte Essigsäure

Verbindung der Essigsäure mit dem Coenzym A (Acetyl-Coenzym A)

aktiver Transport

energieerfordernder Transport von Stoffen mit Hilfe einer Trägersubstanz durch Membranen gegen ein Konzentrationsgefälle

allgemeine Ausdauer

Unter dem sportspezifischen Aspekt:

Die allgemeine Ausdauer ist eine sportartunabhängige Form der Ausdauer und wird auch als Grundlagenausdauer bezeichnet (Herz-Kreislauf-Kapazität).

Unter dem Aspekt der beteiligten Muskulatur:

Die allgemeine Ausdauer umfaßt die Ausdauerfähigkeit bei sportlichen Belastungen, die mehr als 1/7 bis 1/6 der gesamten Muskulatur beanspruchen.

Alpha-Motoneuron

motorische Vorderhornzelle

alveoläre Ventilation

Frischluftanteil am Atemzugvolumen

Alveolen

Lungenbläschen

Amortisation

Tilgung von Kräften durch elastisches Nachgeben in den Gelenken

anabole Wirkung

Wirkung, welche die Biosyntheseleistung der Zelle und den Aufbau neuen Zellmaterials unterstützt; kurz gesagt: aufbauende Wirkung

Anabolika

Substanzen, denen eine anabole Wirkung zugeschrieben wird anaerob; anaerobe Energiebereitstellung

Stoffwechselvorgänge, die ohne Beteiligung von Sauerstoff ablaufen.

Anders ausgedrückt: sauerstofflose Energiegewinnung (> 6 mmol / 1 Lactat)

anaerobe Schwelle

Herzfrequenz, bei der sich eine Laktatkonzentration von 4 mmol/Liter Blut einstellt.

anatomischer Totraum

der Teil der äußeren Atemwege, in dem kein meßbarer Gasaustausch stattfindet

animalisches Nervensystem

der Teil des Nervensystems, der die Willkürbewegungen steuert und die Sinnesreize verarbeitet

anpeppen

von «pep-talk» (amerik.) = aufmunternder, anheizender Schlachtruf in den Mannschaftssportarten

Antagonist; antagonistisch wirkende Muskeln

Gegenspieler; Muskel, der eine bestimmte, dem Agonisten entgegengesetzte Bewegung ausführt

Anteversion

Vorführen; Nach-vorn-Holen (z.B. des Arms)

Aorta

große Körperschlagader

Aortenklappe

Taschenklappe zwischen linker Herzkammer und großer Körperschlagader

Äquilibriumlänge

siehe Minimallänge

Arbeit: dynamische und statische A.

Prinzipiell unterscheidet man zwischen *dynamischer Arbeit* und *statischer Arbeit*. Bei dynamischer Arbeit werden Wege zurückgelegt (z. B. Rollwiderstand beim Radfahren, Muskelwiderstand beim Oi-Zuki). Dient der Muskel als Antrieb, spricht man von <u>positiver dynamischer Arbeit</u>, wirkt der Muskel als Bremse, so bezeichnen wir dies als <u>negative dynamische Arbeit</u> (typisches Beispiel: Muskelbremse beim Bergabgehen).

Bei *isometrischen Muskelkontraktionen* (Muskelanspannung ohne Verkürzung) liegt *statische Arbeit* = Haltearbeit vor. Obwohl hier keine Wegstrecke zurückgelegt wird (und somit auch keine Arbeit nach der physikalischen Definition geleistet wird), zeigt der Körper die oben genannten Beanspruchungssymptome.

Arterie

Schlagader; Blutgefäß, in dem das Blut vom Herzen wegströmt

Arteriole

kleinste, vor den Kapillaren befindliche Arterie

arteriovenöse Anastomose

Kurzschlußverbindung zwischen kleinsten Arterien und Venen

arteriovenöse Sauerstoffdifferenz

Differenz des Sauerstoffgehalts zwischen arteriellem und venösem Blut

artikulierend

gelenkbildend

Atemäquivalent

Verhältnis von Atemminutenvolumen und Sauerstoffaufnahme

Atemminutenvolumen

diejenige Luftmenge in Litern, die pro Minute ventiliert wird

Atmungskette

in den Mitochondrien lokalisiertes Enzymsystem, das die energieliefernden Reaktionen von im Stoffwechsel gebildetem Wasserstoff mit Sauerstoff ermöglicht

ATP

siehe Adenosin-Triphosphat

ATP-ase

Enzym, unter dessen Einwirkung die energiereiche Verbindung ATP gespalten wird, so daß Energie für andere Lebensvorgänge frei wird

Atrium

Vorhof z.B. des Herzens

Atrophie

Schrumpfung einer Zelle bzw. von Zellverbänden durch Abnahme der Zellmasse (Muskelatrophie). Oder anders ausgedrückt: durch die Abnahme der Zellmasse wird jede Zelle kleiner, dadurch kommt es zur Verkleinerung des gesamten Organs

Ausdauerleistungsfähigkeit

Trainingsbereiche:

Die *Ausdauerleistungsfähigkeit* kann durch *systematisches Training* stufenweise *entwickelt* werden.

1. Grundlagenausdauer I: niedrige Intensität

(zwischen 1.+2. gibt es Übergangsformen mit mittlerer Intensität)

2. Grundlagenausdauer II:

hohe Intensität

3. Wettkampfspezifische Ausdauerfähigkeit: sehr hohe Intensität

#### Leistungstest:

Durch Bestimmung von <u>Lactat im Blut</u> ist es individuell für den einzelnen Sportler möglich, die <u>Intensität der Trainingsbereiche</u> genau festzulegen!

Von der maximalen (altersabhängigen) Herzfrequenz läßt sich zudem sehr genau die Trainingsintensität rechnerisch bestimmen!

Ausdauertraining

Mischstoffwechsel aerob / anaerob (auch Karate-Training = Mischstoffwechsel)

autosuggestiv

sich selbst beeinflussend

auxotonische Kontraktion

Mischform zwischen isotonischer und isometrischer Kontraktion. Spannungsentwicklung des Muskels mit Längenänderung; durch Zu- und Abschalten neuromuskulärer Einheiten wird die Kontraktionsstärke innerhalb einer Bewegungsamplitude anpassend geregelt

Axon

Nervenzellfortsatz, über den die Information auf die nächste Zelle übertragen wird

Azetylcholin

Überträgerstoff, vor allem des cholinergen Anteils des Nervensystems; durch die Vermittlung von Azetylcholin wird auch der Nervenbefehl auf die quergestreifte Muskelzelle übertragen

В

**β**-Oxidation

in den Mitochondrien gelegenes Enzymsystem, in dem die Fettsäuren unter Energieausbeute in C<sub>2</sub>-Bruchstücke zerlegt werden

Beanspruchung

- An der individuellen Reaktion des Einzelnen (z. B. Pulsfrequenz, Blutdruck, Atemfrequenz, Sauerstoffaufnahme) läßt sich die subjektive Beanspruchung ablesen.
- 2 Reaktion des Organismus auf Trainingsbelastung
- **3** Beanspruchung ist meßbar durch:
  - ➤ Herzfrequenz
  - ➤ Lactat

Zahlreiche *innere* (z.B. Gesundheit) und *äußere Faktoren* bestimmen das Ausmaß der Beanspruchung. Entscheidender Faktor für die Belastungstoleranz ist jedoch stets die Ausdauerleistungsfähigkeit. Je höher die

Australie Austra

Ausdauerleistungsfähigkeit eines Sportlers, desto höher ist die Belastbarkeit!

Belastung

bedeutet eine vorgegebene Aufgabe, die von äußerlichen Faktoren, nicht jedoch vom betroffenen Individuum abhängt. Die Reaktion eines Menschen auf eine Belastung nennt man *Leistung*.

Belastungsdauer

Begrenzung der Trainingseinheit nach Zeit oder Streckenlänge.

Belastungsdichte

Verhältnis zwischen Belastung und Erholung (pro Trainingseinheit oder pro Tag oder pro Woche)

Belastungsintensität

Stärke der Belastung. Meßbar an Lactat Herzfrequenz!

Belastung, physisch und psychisch

siehe Physische und psychische Belastung

Belastungsumfang

Inhalt der Trainingseinheit; z.B.

- gelaufene Kilometer
  - Stundenzahl des Trainings
- Zahl der Fauststöße etc.

Bewegungsausführung

- z.B. Zugfrequenz beim Schwimmen
- z.B. Tretfrequenz beim Radfahren
- z.B. Schrittfrequenz beim Laufen

Blutdruckamplitude

Differenz zwischen dem systolischen diastolischen Blutdruck

Blutplasma

Blutflüssigkeit ohne die zellulären Bestandteile des Blutes Bradykardie

langsame Herzschlagfolge

 $\mathbf{C}$ 

Chemorezeptoren

freie Nervenendigungen oder spezielle Zellen, die auf Änderungen der chemischen Zusammensetzung ihrer Umgebung reagieren

Cholinesterase

Enzym, das Acetylcholin in Cholin und Essigsäure spaltet Cilien

Flimmerhärchen

Coenzym

Transportvehikel der Zelle

anspannen, Kontrahieren

Cool-Down

entmüden

Cortex

Rinde, Schale (z.B. Großhirnrinde, Kleinhirnrinde)

bis zum Zeitpunkt Null (Startzeitpunkt) zurückschreitende Ansage der Zeiteinheiten als Einleitung Startkommandos

Creatinkinase

Siehe Kreatinkinase

crunchers

Kräftigungsübung funktionelle für die geraden Bauchmuskeln

D

**Demineralisierung** 

Verarmung des Gewebes an Mineralien (z.B. Kalkmangel etc.)

Dendrit

Nervenzellenfortsatz, auf den Informationen übertragen werden

**Depolarisation** 

Zusammenbruch des Zellmembranpotentials als Ausdruck der Zellerregung

Diaphragma

Zwerchfell

Diastole

Phase der Herzmuskelerschlaffung (Entspannungs- und Füllungsphase)

Diffusion

die völlige Vermischung miteinander in direkter Berührung stehender Stoffe (Gase, Flüssigkeiten) Teilchenbewegung

Diskus

Zwischenscheibe (im Gelenk)

Lagebezeichnung für weiter vom Rumpf weg gelegene Teile von Armen und Beinen

Distorsion

Gelenkverrenkung

Divergenz

das Auseinanderlaufen

Dorsalflexoren

Muskeln, die den Fuß in Richtung Schienbein anziehen (Bewegung im oberen Sprunggelenk); Funktionskreis III

dynamische Arbeit

siehe Arbeit: dynamische und statische A.

dynamisches Stereotyp

einprogrammierter, überwiegend automatisch ablaufender Bewegungsablauf

Dysbalance

funktionelles Ungleichgewicht; Störung im harmonischen Zusammenspiel einzelner Organsysteme (z.B. Muskeln)

efferent

absteigend, wegführend

Effektor

Erfolgsorgan

Elastizität

Fähigkeit, Formänderungsarbeit zu speichern und in umgekehrter Richtung wieder abzugeben

chemische Verbindungen wie Säuren, Basen oder Salze, die in wäßriger Lösung oder in der Schmelze in elektrisch geladene Teilchen dissoziiert sind und deswegen den elektrischen Strom leiten: bei Anlegen Gleichstromspannung wandern die positiv geladenen Kationen an die Katode (den Minuspol) und die negativ geladenen Anionen an die Anode (Pluspol)

elektromechanische Koppelung

Verbindung zwischen elektrochemischer Erregung der Muskelzelle und ihrer mechanischen Spannungsentwicklung endergone Reaktion

chemische Reaktion, die nur unter Zuführung von Energie abläuft

endogen

innen entstanden

Endokard

Herzinnenhaut

Endomysium

zwischen den Muskelzellen gelegenes Bindegewebe

Endothel

einschichtige glatte Innenauskleidung von Gefäßen und Körperhöhlen

**Endplattenpotential** 

das an der motorischen Endplatte meßbare elektrische Potential, das durch ein graduelles, zunächst nicht fortgepflanztes postsynaptisches Depolarisationspotential hervorgerufen wird

Energie

Fähigkeit, Arbeit zu leisten

Engramm

Gedächtnisspur

Enzym

im Organismus gebildete Biokatalysatoren, welche die Aktivierungsenergie von chemischen Reaktionen herabsetzen können und dadurch diese Reaktion zu lenken vermögen

**Epikard** 

Herzaußenhaut

**Epiphysenfuge** 

Wachstumslinie der langen Röhrenknochen

Erythrozyten

rote Blutkörperchen

exergone Reaktion

chemische Reaktion, bei der freie Energie abgegeben wird

Exkoriation

Hautabschürfung

exogen

außen entstanden

exponiert

herausgehoben und dadurch besonderen Gefährdungen ausgesetzt

Exspiration

Ausatmung

Extensoren

Gelenkstreckmuskeln

extrafusale Faser

Zellen der Arbeitsmuskulatur

Extremitäten

Arme und Beine

exzentrische Kontraktion

Spannungsentwicklung des Muskels, bei welcher der Muskel trotz Spannungsentwicklung länger wird

exzentrische Muskelarbeit

Spannungsentwicklung des Muskels, bei dem sich die Länge des Muskels trotz Kontraktion ändert (nachgebende Arbeitsweise)

ľ

Faszie

sehnenartige Muskelhülle

Fibroblast

spezialisierte Zellart, die an der Bildung der Bindegewebsfasern beteiligt ist

Fissur

Spalte, Einriß

Fitneßsportler

< 300 Trainingsstunden / Jahr. Sport aus Freude und zur Erhaltung der Gesundheit; Freizeitsportler.

Flavin-Adenin-Dinucleotid (FAD)

wasserstoffübertragendes Coenzym der Zelle

Flexoren

Gelenkbeugemuskeln

Formatio reticularis

Nervenzellgeflecht zwischen dem verlängerten Rückenmark und dem Thalamus

Fraktur

Bruch

Frequenzvariation

Veränderung der Reizfrequenz

funktioneller Totraum

anatomischer Totraum zusammen mit den Lungenbläschen, die entweder nicht belüftet oder aber nicht von Lungenkapillarblut umflossen werden Funktionskreise (abgekürzt FK)

Unterteilung des Gesamtsystems des Bewegungsapparates in einzelne, funktionell zusammenhängende Teil-Systeme. Dieses System soll das Verständnis von Zusammenhängen und Abhängigkeiten bei körperlicher Betätigung erleichtern. Die vier Funktionskreise (I=Kopf; II=Rumpf; III=Beine; IV=Arme) verstehen sich nicht als isolierte Teil-Systeme, sondern als mit mindestens einem benachbarten Funktionskreis in Wechselwirkung stehende Bereiche. Das System wurde in dem Buch "Funktionsgymnastik" von Karl-Peter Knebel eingeführt und hat in diesem Nachschlagwerk ein eigenes Kapitel (siehe dort).

*Fusionsfrequenz* 

Reizfrequenz, bei der die verschiedenen quergestreiften Muskelzellen in eine glatte, tetanische Kontraktion übergehen

G

Ganglion

Nervenzellanhäufung

Gluconeogenese

Neubildung von Kohlenhydraten aus Nichtzucker-Bausteinen Glukose

Zucker

Glycerol

Ein süßer, sirupartiger Alkohol. Formel: C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>.

Glykogen

tierische Stärke

Glykogendepot

Energiespeicher (von tierischer Stärke)

Glykolyse

biologische Spaltung der Glukose in zwei Moleküle Milchsäure (C<sub>3</sub>-Bruchstücke)

Golgisches Sehnenorgan, auch Golgi-Organ genannt

Sinnesorgan des Sehnenmuskelapparates, das als Meßfühler für die Anzeige der augenblicklichen Spannung bzw. deren Änderung dient

H

Habituelle Luxation

gewohnheitsmäßige, öfters auftretende Auskugelung

Hämatom

Bluterguß

Hämoglobin

roter Blutfarbstoff in den roten Blutkörperchen

Hatha-Yoga

Jogatechnik zur Herbeiführung psycho-physischer Zustandsänderungen durch Anwendung bestimmter Körperübungen und -positionen

Hernie

Bruchlücke

Histamin

Gewebshormon

Hochleistungssportler

> 1000 Trainingsstunden / Jahr; > 20 Stunden pro Woche! Professionelle Sportler; internationales Niveau.

Homöostase

Permanente Kontrolle und den Umständen (z.B. Ruhe, Bewegung, Schlaf, Flucht) angepaßte, lebenserhaltende Aussteuerung aller vitalen Organismusfunktionen (z.B. Körpertemperatur, Herzfrequenz, Blutdruck, Atmung) durch physiologische Regelkreise, z.B. Hormonketten.

Hormon

vom Körper gebildeter Stoff, welcher der Informationsübertragung und der Regulation der Körperfunktionen dient

Hüftdysplasie

minderwertige Gelenkanlage der Hüfte

Hypermobilität

Überbeweglichkeit eines Gelenks

Hyperplasie

Vergrößerung eines Organs durch Vermehrung der Zellen und der übrigen Gewebsbestandteile

Hypertonie

Hochdruckkrankheit (Blutdruck über 160/95 mmHg)

Hypertonus

Hochdruck

Hypertrophie

Vergrößerung einzelner Zellen und Gewebsbestandteile ohne zahlenmäßige Zunahme (Muskelhypertrophie)

Hyperventilation

übermäßige Atmung

Hypomobilität

eingeschränkte Beweglichkeit eines Gelenks

Hypothalamus

Teil des Zwischenhirns

Hypotonie

krankhaft herabgesetzter Blutdruck (Blutdruck unter 100/70 mmHg)

I

*Immobilisation* 

Ruhigstellung eines Gelenks durch Gips, Verband etc.

inert

träge

inhibitorisch

hemmend

Inkongruenz

Nichtzusammenpassen (z.B. von Gelenkflächen)

Insertionsstelle

Ansatzsstelle einer Sehne am Knochen

Inspiration

Einatmung

Insulin

Hormon der Bauchspeicheldrüse, das unter anderem den Übertritt der Glukose in die Zelle reguliert

intermediär

mittelständisch, zwischenstufig

intermuskuläre Koordination

Zusammenspiel motorischer Einheiten verschiedener Muskeln

Interneurone

kleine Nervenzelle, welche die Verbindung zwischen anderen Nervenzellen herstellen

Interstitium

Zellzwischenraum

Intima

innerste Schicht der Gefäßwand

intrafusale Faser

Muskelzelle der Muskelspindel

intramuskuläre Koordination

Zusammenspiel zwischen den Muskelzellen verschiedener motorischer Einheiten in einem Muskel

intrapulmonal

innerhalb der Lunge gelegen

ischiocrurale Muskelgruppe

Kniegelenkbeugemuskulatur

isometrische Kontraktion

Spannungsentwicklung des Muskels ohne nach außem sichtbare Verkürzung (=statische Kontraktion)

isotonische Kontraktion

Muskelverkürzung bei gleichbleibender Spannung (idealisierte Kontraktionsform)

K

Kapillare

haarfeines Blutgefäß, das die Verbindung zwischen den kleinsten Arterien und Venen herstellt. Die Kapillaren sind haarfeine Aufzweigungen des Gefäßsystems in den Organen

Kapillarisierung

Eröffnung vorhandener oder Neubildung von Kapillaren

Karboanhydratase

Enzym, das die Spaltung der Kohlensäure in Kohlendioxid und Wasser bzw. den Aufbau der Kohlensäure aus diesen Substanzen steuert

Katabole Prozesse, kataboler Zustand

Abbauende Prozesse

Katecholamine

Die im Nebennierenmark produzierte Stoffwechsel-Hormone Adrenalin und Noradrenalin. Sie werden z.B. benötigt, um das Herz-Kreislauf-System bei körperlicher Arbeit zu mehr Aktivität anzuregen. Die Ausschüttung dieser Hormone erfolgt bei erhöhter Sympathikusaktivität durch einen Impuls der präganglionären sympathischen Fasern.

Kinästhesie

Bewegungsgefühl; Muskelempfinden

Kollateralen

Nebenäste

Kontraktilität

Fähigkeit der Muskelfasern, sich zusammenzuziehen

Kontraktion

Spannungsentwicklung der Muskelzelle bzw. des Muskels

Kontraktur

Funktions- und Bewegungseinschränkung von Gelenken und Gelenksystemen

Kontusion

Prellung

Konvektion

Teilchentransport durch Mitführung

Konvergenz.

das Zusammenlaufen

konzentrische Kontraktion bzw. konzentrische Muskelarbeit Spannungsentwicklung des Muskels unter Verkürzung (überwindende Arbeitsweise)

Koronararterien

Herzkranzgefäße

kortikale Mitinnervation

Miterregung der vegetativen Zentren bei Erregung der motorischen Zentren

Kreatinkinase

Enzym, das die Verbindung des Kreatins mit einem Phosphatrest steuert

Kreatinphosphat

energiereiche Phosphatverbindung; mit der Strukturformel  $C_4H_{10}N_3O_5P$ 

Kyphose

Krümmung der Wirbelsäule nach hinten (z.B. Brustkyphose)

L

Lactat bzw. Laktat

Salz der Milchsäure

Larynx

Kehlkopf

Latenzzeit

Zeit, die ein erregbares Gebilde (z.B. eine Nerven- oder Muskelzelle) braucht, um nach Auftreffen eines Reizes eine Reaktion zu zeigen

Leistungsfähigkeit

Grundlage für das Ausmaß der Beanspruchung sind persönliche Leistungsfähigkeit und der Wirkungsgrad/Effektivität der geleisteten Arbeit. Die Leistungsfähigkeit ist abhängig von:

- Begabung
- Trainingszustand,
- Gesundheitszustand (auch Monatszyklus der Frau)
- psychischem Gesamtzustand
- Umwelteinflüssen (Klima, Tageszeit, Lärm, etc.)

Leistungssportler

300 - 1000 Trainingsstunden / Jahr. Sport neben Beruf oder Ausbildung; Freizeitsportler. Regionales bis nationales Niveau.

Leukozyten

weiße Blutkörperchen

lokale Ausdauer

Die allgemeine Ausdauer umfaßt die Ausdauerfähigkeit bei sportlichen Belastungen, die weniger als 1/7 bis 1/6 der gesamten Muskulatur beanspruchen.

Lordose

Krümmung der Wirbelsäule nach vorn (z.B. Lendenlordose)

lumbo-sakraler Übergang

Übergang von der Lendenwirbelsäule zum Kreuzbein

Lungenemphysem

Lungenblähung

Luxation

Gelenkauskugelung

M

Media

mittlere Schicht der Gefäßwand

Medulla oblongata

verlängertes Rückenmark

Membranpotential

Spannungsdifferenz zwischen dem Inneren und dem Äußeren der Zellmembran

Meniskus

faserknorpelige, halbmondförmige

Gelenkzwischenscheibe (im Kniegelenk)

metabolische Restitutionsvorgänge

den Stoffwechsel betreffende Wiederherstellungsprozesse

Mikrotrauma

kleinste Verletzung

Minimallänge

Muskellänge, die ein von seinem Ursprungsansatz abgelöster Muskel einnimt (= Äquilibriumlänge)

Mitochondrien

kleine Zellorgane (Zellorganellen), in denen die Enzyme der aeroben Energiegewinnung lokalisiert sind. Weil sie die Haupt-ATP-Lieferanten der Zelle sind, werden sie auch als "Zellkraftwerke" bezeichnet.

Mitralklappe

Segelklappe zwischen linkem Vorhof und linker Herzkammer

Monosynaptischer Reflex

Reflex, dessen Nervenverschaltung nur über eine Synapse verläuft

Morphologie

Lehre von der Form des Körpers einschließlich der Form und Struktur der inneren Organe

Motocortex

motorischer Anteil der Gehirnrinde

Motoneuron

Nervenzelle

Motorik

Summe der willkürlich gesteuerten Bewegungsvorgänge *Muskulus(i), Muskel(-n)* 

- erector spinae Beckenaufrichtemuskel

erector trunci Rückenstrecker
 ilicus Darmbeinmuskel

- rhomboidei Rautenmuskeln (Schulterblattheber)

teres major u. minor großer und kleiner runder Muskel;
 Einwärts (major) bzw. Auswärtsdreher (minor) des Oberarms

Musculus biceps brachii

zweiköpfiger Armmuskel (zweik. Ellenbogenbeuger); FK (Funktionskreis) IV

Musculus brachialis

Armbeuger, innerer Armmuskel; FK IV

Musculus brachioradialis

Oberarm-Speichenmuskel; FK IV

Musculus deltoides

Deltamuskel; FK(Funktionskreis) IV

Musculus erector trunci

Rückenstrecker; FK II

Musculus extensor digitorum longus

langer Zehenstrecker; FK III

Musculus extensor digitorum communis gemeinschaftliche Fingerstrecker; FK IV

Musculus flexor digitorum longus

Zehenbeuger; FK III

Musculus flexor digitorum superficialis oberflächliche Fingerbeuger; FK IV

Musculus flexor digitorum profundus

tiefe Fingerbeuger; FK IV Musculus gastrocnemius

Zwillingsmuskel

Musculus glutaeus maximus

Gesäßmuskel; FK II+III

Musculus iliopsoas

Lendendarmbeinmuskel; FK II+III

Musculus infra spinam

Untergrätenmuskel; FK (Funktionskreis) IV

Musculus ischiocrurales Kniegelenkbeuger; FK III

Musculus latissimus dorsi

breitester Rückenmuskel; FK IV

Musculus levator scapulae Schulterblattheber; FK I

Musculus longissimus capitis

Kopfteil des längsten Rückenmuskels; FK I

Musculus longissimus dorsi längster Rückenmuskel; FK II Musculus oblicuus abdominis

schräger Bauchmuskel; FK II

Musculus pectoralis major

großer Brustmuskel; FK IV

Musculus pectoralis minor

kleiner Brustmuskel; FK IV

Musculus quadriceps

vierköpfiger Kniegelenkstrecker; FK III

Musculus quadriceps femoris

vierköpfiger Schenkelstrecker; FK (Funktionskreis) III

Musculus rectus abdominis gerader Bauchmuskel; FK II

Musculus sacrospinalis

gemeinsamer Rückenstrecker; FK II+III

Musculus sartorius

Schneidermuskel; FK III Musculus serratus anterior

Sägemuskel; FK II Musculus soleus

Schollenmuskel

Musculus sternocleidomastoideus

Kopfwender; FK (Funktionskreis) I

Musculus supra spinam Obergrätenmuskel; FK IV Musculus tensor fasciae latae Schenkelbindenspanner; FK III

Musculus teres major

großer Rundmuskel; FK IV

Musculus teres minor

kleiner Rundmuskel; FK IV

Musculus tibialis anterior

vorderer Schienbeinmuskel

Musculus transversus abdominis querer Bauchmuskel; FK II

Musculus trapezius

Kapuzenmuskel; FK I Musculus triceps brachii

dreiköpfiger Armmuskel (dreik. Ellenbogenstrecker); FK

Musculus vastus lateralis

äußerer Schenkelmuskel

Muskel atropie

Muskelschwund

Muskeldysfunktion

gestörte Muskelfunktion

Muskelfaszikel

Muskelfaserbündel

Muskelhartspann

Verhärtung innerhalb eines Muskels infolge Zunahme der Gewebsspannung

Muskelkontraktur

Funktionseinschränkung der Muskulatur

Muskelphosphorylase

Enzym, das reversibel Stärke und Glykogen in seine Zuckerbestandteile zerlegt bzw. diese Zuckerspeicherformen aufbaut

Muskelspindel

Sinnesorgan des Muskels, das als Meßfühler für die augenblickliche Länge bzw. deren Änderung dient

Muskelzuckung

einmalige, durch einen einzigen Reiz herbeigeführte Spannungsentwicklung des Muskels

Myelinscheide

Umhüllung des Axonfortsatzes. Siehe auch Axon.

Myofibrille

im Zellplasma gelegenes kontraktiles Strukturelement der Muskelzelle

Myogelose

knötchenartige Muskelverhärtung mit Druckschmerzhaftigkeit

Myoglobin

roter Farbstoff der Muskulatur, dem Hämoglobin ähnlich

Myographie

Aufzeichnung der Muskelzuckung

Myokard

Herzmuskelwand

Myosin/ATP-ase

in und um die Myosinköpfchen angereicherte ATP-ase

Myosinfilament

dicker Muskeleiweißfaden

Myosinmolekül

Muskeleiweißmolekül

N

Neuralgie

auftretender Schmerz im Ausbreitungsfeld bestimmter Nerven ohne nachweisbare entzündliche Veränderung

Neurologie

Lehre, die sich mit dem anatomischen, physiologischen und pathologischen Grundlagen der Nervenkrankheiten sowie ihrer Erkennung und Behandlung beschäftigt

Neuron

Nervenzelle

Nikotinamid-Adenin-Dinucleotid (NAD)

wasserstoffübertragendes Coenzym der Zelle. Chemische Strukturformel:  $C_{21}H_{27}N_7O_{14}P_2$ 

Noradrenalin

Überträgerstoff des Sympathikus, Hormon des Nebennierenmarks

Nutrition

Ernährung

0

Orthopädie

Lehre, die sich mit den Entstehungsursachen, der Verhütung und Behandlung von Störungen des aktiven und passiven Halte- und Bewegungsapparates beschäftigt

Orthostase

aufrechte Körperhaltung

Oxidation

chemischer Vorgang, bei dem einer Verbindung Wasserstoff entzogen wird

oxidative Phosphorylierung

die Synthese von *ATP* durch Anlagerung eines Phosphorsäurerestes (*Phosphorylierung*) an *ADP* in den Mitochondrien bei ausreichender Sauerstoffversorgung. Die nötige Energie für diesen Vorgang wird durch Elektronentransport beschafft.

1

Papillarmuskeln

kegelförmige, in die Herzkammer vorspringende Muskelfaserbündel, an denen die Sehnenfäden der Segelklappen befestigt sind

Parasympathikus

als Teil des vegetativen Nervensystems stimmt der P. zusammen mit dem Sympathikus die unwillkürlichen Reaktionen des Körpers aufeinander ab. Dabei stellt der P. das aufbauende, beruhigende Steuersystem dar und hat eine dem Sympathikus meist entgegengesetzt wirkende Funktion. Auch fördert der P. den Aufbau der Energiereserven der Leber und der Muskulatur, er intensiviert die Verdauungsvorgänge und ökonomisiert die Herzarbeit. Wegen seiner regenerativen Eigenschaften wird der P. auch gerne als "Erholungsnerv" bezeichnet.

Patella

Kniescheibe

Patellarsehne

Kniescheibensehne; Sehne des Kniegelenkstreckers (musculus quadriceps femoris)

Perfusion

Durchströmung

Periost

Knochenhaut

permeabel

durchlässig

Pharynx

Rachen

Phosphorylierung

Anlagerung eines Phosphorsäurerestes an organische Verbindungen

Physiologie

Lehre von den Lebensvorgängen; die Physiologie des Menschen befaßt sich mit der Regulation der Körperfunktionen und dem Informationsaustausch innerhalb des Körpers sowie zwischen ihm und der Umwelt

Physische und psychische Belastung

Während die *physische* (körperliche) *Belastung* von einem Außenstehenden anhand objektiver Kriterien (z. B. Pulsfrequenz, Blutdruck) meßbar ist, läßt sich die gleichzeitige *psychische* (geistig/seelische) *Belastung* nur anhand verbaler (d. h. subjektiver) Äußerungen nachvollziehen. Wegen individuell stark schwankender *Streßtoleranz* können rein psychische Belastungssituationen nur mit Einschränkung mit den oben genannten objektiven Kriterien aussagekräftig beurteilt und vor allem verglichen werden.

Plantarflexoren

Muskeln, die den Fuß strecken (Bewegung im oberen Sprunggelenk); Funktionskreis III

Plastizität

Verformbarkeit eines Materials

Pleura parietalis

Rippenfell

Pleuraspalt

Zwischenraum zwischen Lungen- und Rippenfell

Pleura visceralis

Lungenfell

plyometrische Sprünge

Tiefsprünge; spezielle Form des Sprungkrafttrainings

Pneumothorax

Ansammlung von Luft im Pleuraspalt bzw. im Brustraum polysynaptisch

über mehrere Synapsen verlaufend

Potentialdifferenz

elektrische Spannungsdifferenz

präkapillärer Sphinkter

glatte Ringmuskelschicht am Übergang der Arteriolen in die Kapillaren

präventiv

vorbeugend, verhütend

prep-warm-up

prep(aratory) warm-up; Vor-Erwärmung

Pronatoren

Muskeln des unteren Sprunggelenks, die den äußeren Fußrand heben; Funktionskreis III

Propriozeptoren

Empfängerorgane für Muskel- und Sehnenreflexe

Propriozeptive-Neuromuskuläre Fazilitation (PNF)

spezielle Anwendung gymnastischer Übungen, die auf dem Wirkungsmechanismus der Eigenreflexe aufbaut

proximal

Lagebezeichnung für näher zum Rumpf gelegene Teile von Armen und Beinen

Puffersystem

Regulationssystem zur Vermeidung größerer Änderungen der Wasserstoffionenkonzentration (des pH-Werts) in den Körperflüssigkeiten und im Gewebe

punctum fixum

feststehender Punkt innerhalb eines bewegten Systems (z.B. Muskelursprung)

punctum mobile

beweglicher Punkt innerhalb eines Systems (z.B. Ansatz eines Muskels)

Pyruvat

Salz der Brenztraubensäure

R

Reduktion

chemischer Vorgang, bei der einer Verbindung oder einem Element Wasserstoff angelagert wird

Rehabilitation

bestmögliche Wiederherstellung der Gesundheit, der Lebenstüchtigkeit bzw. der Erwerbsfähigkeit und Wiedereingliederung in das gesellschaftliche Leben

Reizdauer

ist die Zeitdauer, in der die einzelnen Reizserien oder ein einzelner Trainingsinhalt auf den Organismus wirken.

Reizdichte

ist die zeitliche Aufeinanderfolge einzelner Übungen oder Serien. Kurze Pausen ⇒ hohe Reizdichte, lange Pausen ⇒ niedrige Reizdichte.

Reizhäufigkeit

ist die Anzahl der Einzelreize pro Serie oderpro Trainingseinheit. Entspricht der Wiederholungszahl.

Reizhöhe

siehe Reizintensität

Reizintensität

ist die objektive und subjektive Stärke der Belastung, die der einzelne Reiz auf den Sportler ausübt. Je nach Trainingszustand kann die gleiche Reizintensität einmal als hoch und ein andermal als mittel empfunden werden. Als Gradmesser für die aktuelle innere Belastungsstärke hervorgerufen durch die Trainingsintensität wird oft die Pulsfrequenz herangezogen.

Reizstärke

Siehe Reizintensität

Reizumfang

ist die Summe aller Einzelreize.

relax

entspannen; Spannung lösen

Relaxation

Erschlaffung, Entspannung

Regenerationsfähigkeit

Erholungsfähigkeit

Reposition

Einrenkung

Restitutionsvorgang

 $Wiederherstellungsproze \emptyset \\$ 

Retroversion

Zurückführen (nach hinten) eines Arms

Rezeptor

Reizempfänger, Bestandteile des Nervensystems, in denen Reize aus der Innenwelt des Organismus oder aus der Umwelt aufgenommen werden Ruhelänge

die Länge, auf die ein entspannter Muskel zwischen seinem Ansatz und Ursprung vorgedehnt ist (ca. 120 % der Minimallänge)

Ruptur

Riß

S

Sarkolemm

Umhüllung der quergestreiften Muskelzelle (Basalmembran plus feinste Bindegewebsfasern)

Sarkomer

kleinste Funktionseinheit der Muskelzelle in den *Myofibrillen*, begrenzt von den Z-(Zwischen)-Scheiben *Sarkoplasma* 

Plasma der Muskelzellen, in das die *Myofibrillen* und die anderen Zellorganellen eingelagert sind

sarkoplasmatisches Reticulum

intrazellulär gelegenes Kanal- und Bläschensystem der Muskelzellen

Sauerstoffschuld

Sauerstoffmehraufnahme nach Beendigung der Arbeit über den Ruhebedarf hinaus

*Schwellenherzfrequenz* 

die Herzfrequenz, bei der eine Person beginnt, eine Sauerstoffschuld einzugehen.

semipermeabel

halbdurchlässig

Sensomotorik

wechselseitiges Zusammenwirken sensorischer (das Empfindungsvermögen betreffender) und willkürlich gesteuerter (motorischer) Teilprozesse innerhalb einer Bewegung

sensorisch

das Empfindungsvermögen betreffend

Septum

(Herz-)Scheidewand

Sinusknoten

Nervenzellenansammlung im rechten Herzvorhof, die normalerweise die rhythmische Herztätigkeit auslöst

Skoliose

seitliche Verkrümmung der Wirbelsäule

Soma

Zellkörper

spezielle Ausdauer

Die spezielle Ausdauer bezeichnet eine sportartspezifische Form der Ausdauer und ist vergleichbar mit der lokalen Ausdauer. Die Bezeichnungen spezielle Ausdauer und lokale Ausdauer werden zum Teil synonym verwendet.

spinal

zum Rückenmark gehörend; das Rückenmark betreffend Spinalmotorik

auf Rückenmarksebene ausgelöste Bewegungsabläufe Spirometer

Gerät zur Messung der Atemluftbewegungen bzw. einiger der verschiedenen Lungenvolumina

Spondylolyse

Spaltbildung im Zwischengelenkstück des Wirbelbogens Startapathie

Zustand der Gleichgültigkeit vor dem Start

statische Arbeit

siehe Arbeit: dynamische und statische A.

statische Kontraktion

Spannungsentwicklung des Muskels ohne nach außen sichtbare Verkürzung (=isometrische Kontraktion)

Steady-state

Gleichgewichtszustand zwischen Energiebedarf und Energienachschub, Fließgleichgewicht

stretch

dehnen, recken, strecken

Subluxationszustände

leichte Verrenkungen eines Gelenks

substantia spongiosa

filigran strukturiertes Bälkchenwerk der Knochenendigungen von schwammartigem Aussehen

Substrat

diejenigen Substanzen, die bei Enzymreaktionen ab-, auf-, umgebaut oder verbraucht werden

Superposition

mechanische Überlagerung (Summation) von einzelnen Muskelzuckungen

Supinatoren

Muskeln des unteren Sprunggelenks, die den inneren Fußrand heben (Supination); Funktionskreis III

supraspinale Motorik

Bewegungsabläufe, die durch Bewegungszentren im Gehirn gesteuert werden

Sympathikus

als Teil des vegetativen Nervensystems stimmt der S. zusammen mit dem Parasympathikus die unwillkürlichen Reaktionen des Körpers aufeinander ab. Dabei kommt dem S. meist eine in aktive Bereitschaft versetzende Funktion zu, d.h. entsprechend seinen Einfluß werden Katecholamine (Hormone) ausgeschüttet und so die Versorgungssysteme des Körpers auf die benötigte Leistung umgestellt. So regt er z.B. mit seinen Überträgerstoffen Adrenalin und Noradrenalin das Herz-Kreislauf-System an und bremst gleichzeitig alle Funktionen, die mit der Verdauung zu tun haben. Bei körperlicher Arbeit überwiegt der Sympathikuseinfluß gegenüber dem Einfluß des Parasympathikus.

Symptom

Krankheitszeichen

Synapse

anatomisch und physiologisch nachweisbare, definierte Verbindungsstelle zwischen zwei Nervenzellen, zwischen einer Nervenzelle und dem Erfolgsorgan (z.B. Muskelzelle) oder zwischen einer Nervenzelle und einem Sinnesorgan (z.B. Muskelspindel)

synaptischer Endkopf

Endverzweigung einer Nervenzelle, von der aus die Information auf die nächste Zelle übertragen wird

Syndrom

Krankheitsbild, das sich aus dem Zusammentreffen verschiedener charakteristischer Symptome ergibt

synergetisch wirkende Muskeln

Muskeln, die bei der Ausführung einer Bewegung zusammenarbeiten

Synovia

Gelenkflüssigkeit

Synovialhaut

innere Haut der Gelenkkapsel

Synovitis

Entzündung der Gelenkinnenhaut

Systole

Phase der Herzmuskelkontraktion. Herzauswurfsphase.

T

**Tachycardie** 

schnelle Herzschlagfolge

Tendomyosen

degenerative Erkrankung einer Sehne samt ihrem Muskelanteil; funktionelle, mit Schmerzen einhergehende Muskelstörung

tetanische Muskelzuckung

Dauerverkürzung des Muskels, ausgelöst durch eine Serie von Reizen in schneller Reihenfolge

Thorakalwirbel

Brustwirbel

thorakolumbaler Übergang

Übergang von der Brust- zur Lendenwirbelsäule

**Thorax** 

Brustraum

**Tonus** 

Widerstand, den die Muskulatur der passiven Dehnung entgegensetzt

Trachea

Luftröhre

**Trainingsbelastung** 

setzt sich zusammen aus:

- Belastungsumfang
- Belastungsintensität
- Belastungsdichte
- Belastungsdauer
- Bewegungsausführung

Trainingsintensität

Siehe Reizintensität

Transmitter

chemische Überträgersubstanz

Triglycerid

Ein Ester des Glycerols, welches drei Ester-Gruppen beinhaltet und mit einer, zwei oder drei Säuren verbunden ist. Triglyceride dienen in der Muskulatur als muskuläre Fettspeicher.

Tropomyosin

Muskeleiweiß, Bestandteil des Aktinfilaments

**Troponin** 

Muskeleiweiß, Bestandteil des Aktinfilaments

V

Vagus

gebräuchliche Kurzbezeichnung für den 10. Hirnnerv (Nervus vagus), der als Hauptvertreter der parasympathischen Nervenfasern sehr viele Organe versorgt

Vagotonie

Überwiegen des Nervus vagus, des parasympathischen Teils im vegetativen Nervensystem: u.a. verlangsamter Herzschlag, niedriger Blutdruck, verengte Bronchien Vasodilatation

Gefäßerweiterung

Vasokonstriktion

Gefäßverengung

vegetatives Nervensystem

der Teil des Nervensystems, der die Funktionen der inneren Organe aufeinander abstimmt

Vene

Blutader; Blutgefäß, in dem das Blut zum Herzen zurückströmt

Ventilation

Atmung

Ventrikel

Kammer (Herzkammer)

Venule

kleinste Vene

Vesikel

Bläschen

viskoplastisch

zähe Verformbarkeit

W

Wirkungsgrad

Als Wirkungsgrad verstehen wir das Verhältnis von geleisteter Arbeit und Gesamtenergieverbrauch. Je höher der Energieverbrauch bei einer bestimmten Tätigkeit, desto geringer ist der Wirkungsgrad. Beispiel:

Ein Karate-Anfänger wird bei einem Mae-Geri wesentlich mehr Energie/Kraft aufwenden müssen als ein Fortgeschrittener, da er zahlreiche "unnötige" Muskeln aktiviert. Sein Wirkungsgrad ist wesentlich geringer, sein Kraft- und Energieverschleiß zu hoch (hinzu kommt noch der geringere Trainingszustand). Mit zunehmender körperlicher Erschöpfung sinkt jedoch auch beim Fortgeschrittenen der Wirkungsgrad, da nur durch den Einsatz einer größerer Zahl (ermüdeter) Muskeln eine entsprechende Technik möglich wird

 $\mathbf{Z}$ 

zerebral

zum Gehirn gehörend

zerebrospinal

Gehirn und Rückenmark betreffend

Zitronensäurezyklus

in den Mitochondrien gelegenes Enzymsystem, in dem die bereits in  $C_2$ -Bruchstücke zerlegten Nährstoffe unter Energiegewinn vollständig zerlegt werden

Zyanose

Blauverfärbung

# INDEX:

${f A}$		Bewegungsmuskulatur  Biomechanik	
		Definition	4
Abwärmen	7	Blut	
Adenosin-Triphosphat	Siehe ATP	Eindickung	
Adrenalin		Sauerstoff- und Kohlendioxidgehalt	9
Produktion von A. vor einer Belastung	10	Veränderungen des Blutes	9
aerob-anaerobe Schwelle		Blutdruck	
aerober und anaerober Abbauweg		arterieller Blutdruck	8
Vor- und Nachteile	26		
Arbeit	4.5	$\mathbf{C}$	
dynamische. Definition			
positive und negative dynamische A		Coaching	
statische. Definition	47	Anforderungen an den Betreuer	5
Atmung	9	Definition	5
Abatmen von Kohlendioxid	9	Conconi-Test	34
ATP		Cool down Siehe	Abwärmen
Resynthese	37	Cooper-Test	
Aufwärmarbeit		Cortison	
		C-Trainer	10
zu beachtende Punkte	6	~	
Aufwärmen		Aufgaben des ~	
endogene und exogene Einflußfaktoren	7	Ziele der Ausbildung	3
physiologische Aspekte	7		
Ziele	7	D	
Aufwärmphase		D	
Dauer	6	Dauermethode	27 28
Ausdauer		Definitionen	21, 20
	25		4
allgemeine		Biomechanik	
allgemeine aerobe A		Coaching	
Anpassung des Körpers an A.~belastungen		Ermüdung und Übertraining	
Ausdauertraining	47	Mineralstoffe	43
Ausdauertraining und Herzfrequenz	32	Periodisierung	4
Dauermethode		Regeneration	
aerobe	,	sportliche Leistung	
anaerobe			
		Spurenelemente	
lokale		Trainingsplan (verschiedene Arten)	4
spezielle		Dehnung	
dynamische und statische A.		Muskeldehnung	6
extensive Intervallmethode		•	
Grundlagenausdauer	14, 30	T7	
intensive Intervallmethode	27	${f E}$	
Intervallmethode	27, 29		
karatespezifisches Ausdauertraining	,	Endleistung	15
Kurz- Mittel- und Langzeitausdauer		Energiebereitstellung	
		anaerobe und aerobe E	25
lokale Muskelausdauer		Zusammenhang Belastung und E	25
spezielle Ausdauer		Energiegewinnung	
Trainigsmethoden		aerobe	8. 46
Unterteilung der A. nach Energiebereitstellung	24	anaerobe	,
Wettkampf- und Kontrollmethode	27	Energiereserven	
Wiederholungsmethode	27		
Ausdauerleistungsfähigkeit		nicht ausreichende Auffüllung der Depots	
Trainingsbereiche, Leistungstest	47	Überbrückung bei vermehrter Durchblutung	8
Training societies, Existing stest		Erholungsherzfrequenz	
		als Indikator des Trainingszustands	33
В		Erholungspulssumme	8
		Erholungszeit	
Beanspruchung		Ermüdung	
Definitionen und Meßbarkeit	47	Definition	1
Belastung	*** *		
Belastungsdauer	<b>Δ7</b>	Ermüdungsanstieg	8
•		Ernährung	
Belastungsdichte		Regeneration und E.	
Belastungsintensität		erweiterte Regeneration	20
Belastungsumfang	48		
Definition		177	
physische und psychische B. Definition	48, 53	$\mathbf{F}$	
psychische		City of amount on	40
Belastungsnormative		Fitneßsportler	49
D 01	40	Flüssigkeitsverlust	

ausgleichen des F21	Kräftigung	
Formeln	Muskelkräftigung	e
Karvonen-Formel 34	Kumite	46
Zielherzfrequenz (altersangepaßt)	Wettkampfregeln	40
fortlaufende Regeneration	_	
C	L	
G	Laktat	
Gleichgewicht	Entstehung der Milchsäure	36
zwischen Sauerstoffbedarf und Sauerstoffaufnahme9	Milchsäurekonzentration	36
Glucose	Leistung	
Traubenzuckergehalt des Blutes9	Definition	
Grundlagenausdauer	Definition des Begriffs in der Mechanik	
Grundlagenausdauerfähigkeit	linguistische	
Gymnastik	motorische	3
Abwärmen (cool down)	Leistungseinbrüche durch Übertraining / Überforderung	10
Dehnung6	Leistungsfähigkeit	13
endogene und exogene Einflußfaktoren7	Definition	51
Halte- und Bewegungsmuskulatur6	kognitive	
Muskelkräftigung6	Leistungssport	
physiologische Aspekte7	Herzfrequenz bei Leistungssportlern	11
wesentliche Grundlagen6	Leistungssportler	
Ziele des Aufwärmens7	Leistungssteigerung	
zu beachtende Punkte beim Aufwärmen6	Ausmaß der Leistungssteigerung	15
	durch Summation von Superkompensation	
Н	linguistische Leistung	
	lohnende Pause	
Haltemuskulatur	lokale Muskelausdauer	37
Herzfrequenz Ausdauertraining und H32		
beim Leistungssportler	M	
Erholungsherzfrequenz11, 33		
Formeln zur Ermittlung der H	Maximalkraft	
maximale Herzfrequenz11	Maximalkrafttraining	
Ruheherzfrequenz	Milchsäure	
Selbstkontrolle	Abbau von M.	
Trainingsherzfrequenz	Entstehung der MMilchsäurekonzentration	
und max. O2-Aufnahme	Übersäuerung des Blutes durch M.	
Herz-Kreislauf-System	Mineralstoffe	
arterieller Blutdruck8	Definition, Erklärungen und Tabelle	43
Erholungszeit8	Mitochondrium	37
Ermüdungsanstieg8	motorische Leistung	3
Gleichgewichtszustand8	Muskel	
Herzzeitvolumen8	Übersäuerung des Muskels	36
Herzzeitvolumen	Muskelausdauer	2.5
Hochleistungssportler	Training der lokalen M.	3
hormonelle Regulation (bez. Regeneration)	Muskeldurchblutung	
Hormonhaushalt	Muskelstoffwechsel	
<b>T</b>	muskuläre Regeneration	
I	muskutate regeneration	
Intervallmethode	N	
extensive I	N	
intensive I27	Nachbelastungsphase	
Intervalltraining	erweiterte N	22
isometrisch	späte N.	
isometrische Muskelkontraktionen47	unmittelbare N.	
	nachwirkende Regeneration	
K	Nachwuchstraining	5
Kampf 40	<b>0</b>	
Wettkampfregeln	Organismus	
Kapillaren Kapillarversorgung des Muskels	Organismus  Reaktionen des O. bei statischer Arbeit	10
Karvonen-Formel	reaktionen des O. dei statischer Aldeit	10
kognitive Leistungsfähigkeit	n	
Kohlenhydratspeicher	P	
Widerauffüllen der entleerten K	Pause	
Kraft	lohnende Pause	28
Maximalkrafttraining20	Periodisierung	

Definition4	Wettkampf-Terminologie	41
Pfichtkata	Tests	
Liste	Conconi-Test	34
psychische Belastung12	Cooper Test	35
PWC 170 und PWC 130-Test34	PWC 170 und PWC 130-Test	34
	Training	
n	Anstieg der Körpertemperatur	10
R	Intensität und Herzfrequenz	
Daganaration	Leistungsabfall durch Überforderung	
Regeneration aus medizinischer Sicht	Organismus bei statischer Arbeit	
	Sofortreaktionen des Organismus	
aus sportmedizinischer Sicht	Trainingsbelastung, Einflußgrößen	
Definition	Veränderung des Blutes	
erweiterte R	Verhältnis der Trainingsbereiche zueinander	
fortlaufende R20		1 /
muskuläre Regeneration19	Trainingsplan	
nachwirkende R20	Definition	4
Sportmethodik20	Trainingsproportionen	
Überforderung durch zu kurze R12	Beispiel Langstreckenlauf	
und Ernährung21	Verhältnis der Trainingsbereiche zueinander	
unmittelbare R20	TrainingsreizeSiehe Reiz+ diverse Suchb	egriffe
Reizdauer28	Traubenzucker	
Reizdichte28	Glucosegehalt des Blutes	9
Reizhäufigkeit28	-	
Reizintensität	$\ddot{\mathbf{U}}$	
Reizumfang28	U	
Ruheherzfrequenz	Überforderung	10
als Indikator der Trainingszustands33	Ursachen	
als market der frammgszastands	Übersäuerung	12
C C	des Muskels	36
$\mathbf{S}$		
	Übertraining	
Sauerstoffaufnahme	Definition	
Sauerstoffausschöpfung	Ursachen	12
Sauerstoffbedarf		
Gleichgewicht zw. S. und Sauerstoffaufnahme9	$\mathbf{U}$	
Sauerstoffschuld		
Schwitzen10	unmittelbare Regeneration	20
Shitei-Kata		
Liste	${f V}$	
Sport	V	
Sofortreaktionen des Organismus8	Vitamine	
sportliche Leistung	Tabelle fettlöslicher und wasserlöslicher V	44
Definition3	rubelle lettloshener und wasserroshener v	
Sportmethodik		
Regeneration20	${f W}$	
Spurenelemente	XX70 1 .1	1.0
Definition	Wärmeregulation	
Stoffwechsel	Wettkampf- und Kontrollmethode	
<i>Milchsäure</i>	Wettkampfregeln	
Milchsäure-Abbau	Strafen	
	Terminologie	41
Superkompensation	Wertungen	40
Leistungssteigerung durch Summation von S13	Zielregionen	41
Prinzip und Schaubild13	Wiederholungsmethode	
	Wirkungsgrad	
T	Definition	55
1		
Terminologie		
-		