

Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

Methoden des
Ausdauer-
trainings

Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Belastungs-
dosierung

Ausdauer-
diagnostik



Definition

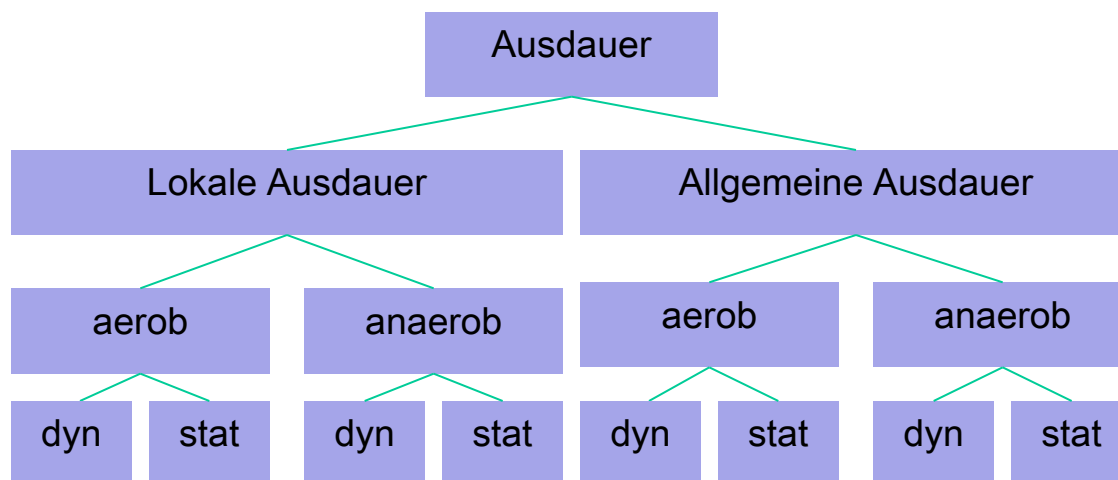
Grundlagen des Energie-
stoffwechselsMethoden des
Ausdauer-
trainingsBelastungs-
dosierungAdaptationen
durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik

Die **Ausdauer** ist eine der zentralen konditionellen Fähigkeiten. Sie ermöglicht,

- eine Belastung physisch und psychisch möglichst lange aufrechtzuerhalten (**Ermüdungswiderstandsfähigkeit**) und
- sich nach Abbruch der Belastung möglichst rasch zu erholen (**Regenerationsfähigkeit**).

Die **Ausdauer** kann hinsichtlich ihrer Erscheinungsform nach verschiedenen Kriterien unterteilt werden.

- **lokale Ausdauer** (<15 % der Skelettmuskulatur ist aktiv und das kardiopulmonale System wirkt nicht leistungslimitierend) und **allgemeine Ausdauer**
- **aerobe** und **anaerobe Ausdauer** (nach der vorrangigen Art der Energiebereitstellung)
- **dynamische** und **statische** Ausdauer (nach der Arbeitsweise der Skelettmuskulatur)



Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

Methoden des
Ausdauer-
trainings

Belastungs-
dosierung

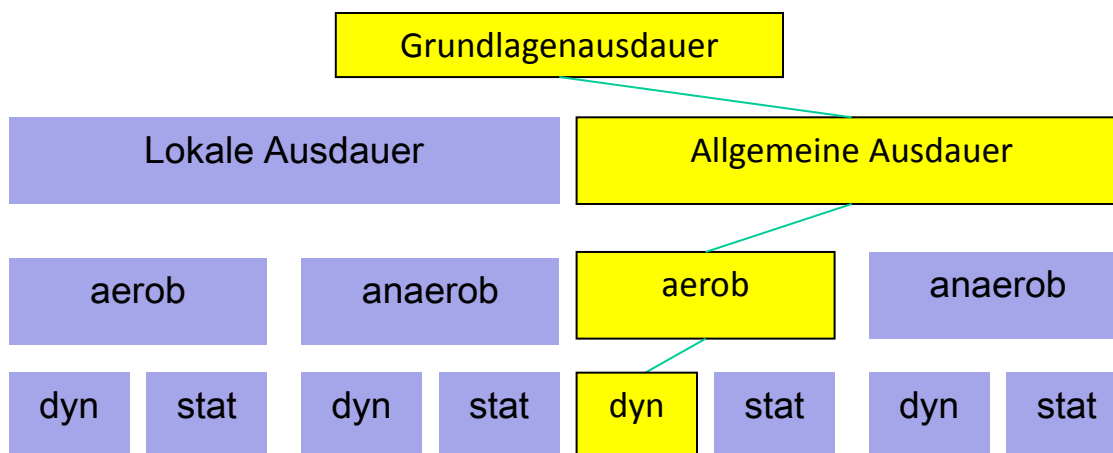
Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Ausdauer-
diagnostik

Die **Grundlagenausdauer** kann auch als allgemeine, aerobe, dynamische Ausdauer bezeichnet werden. Sie wird demnach vorrangig beim dynamischen Einsatz größerer Skelettmuskelanteile im submaximalen Intensitätsbereich gefordert bzw. trainiert.

Trainingsmethode der ersten Wahl zur Verbesserung der Grundlagenausdauer ist die extensive Dauerethode.

Sportarten und Bewegungsformen: Laufen/Jogging, Gehen/Walking/Nordic-Walking, Fahrradfahren, Inline-Skating, Schwimmen/Aqua-Jogging, Skilanglauf, Rudern/Kanu, Aerobic/Step-Aerobic, Ergometertraining (Fahrrad, Laufband, Stepper u.s.w).



(Hollmann, Strüder 2009)

Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

Methoden des
Ausdauer-
trainings

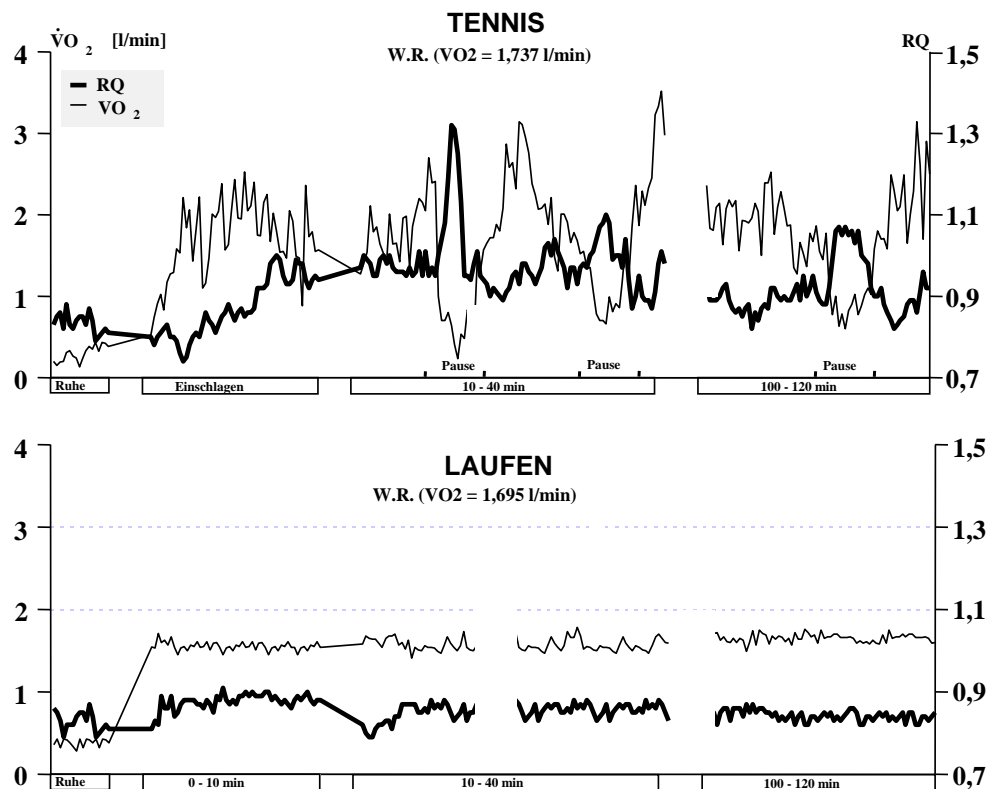
Belastungs-
dosierung

Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Ausdauer-
diagnostik

Grundlagenausdauer vs. Sportartspezifische Ausdauer

Die Grundlagenausdauer ist in zahlreichen Sportarten nicht vorrangig leistungslimitierend. **Exemplarisch** hierzu wird die Anforderung an die **tennisspezifische Ausdauer** dargestellt: Dargestellt sind Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2$) und respiratorischer Quotient (RQ) eines Ranglistenspielers (H50) während eines 2-stündigen Trainingsmatches (oben) und einer Laufbandbelastung mit identischer durchschnittlicher $\dot{V}O_2$ und Dauer. Der arrhythmische und disharmonische Verlauf im Tennis belegt spezifische Ausdauerbeanspruchung mit vermehrtem Kohlenhydratstoffwechsel.

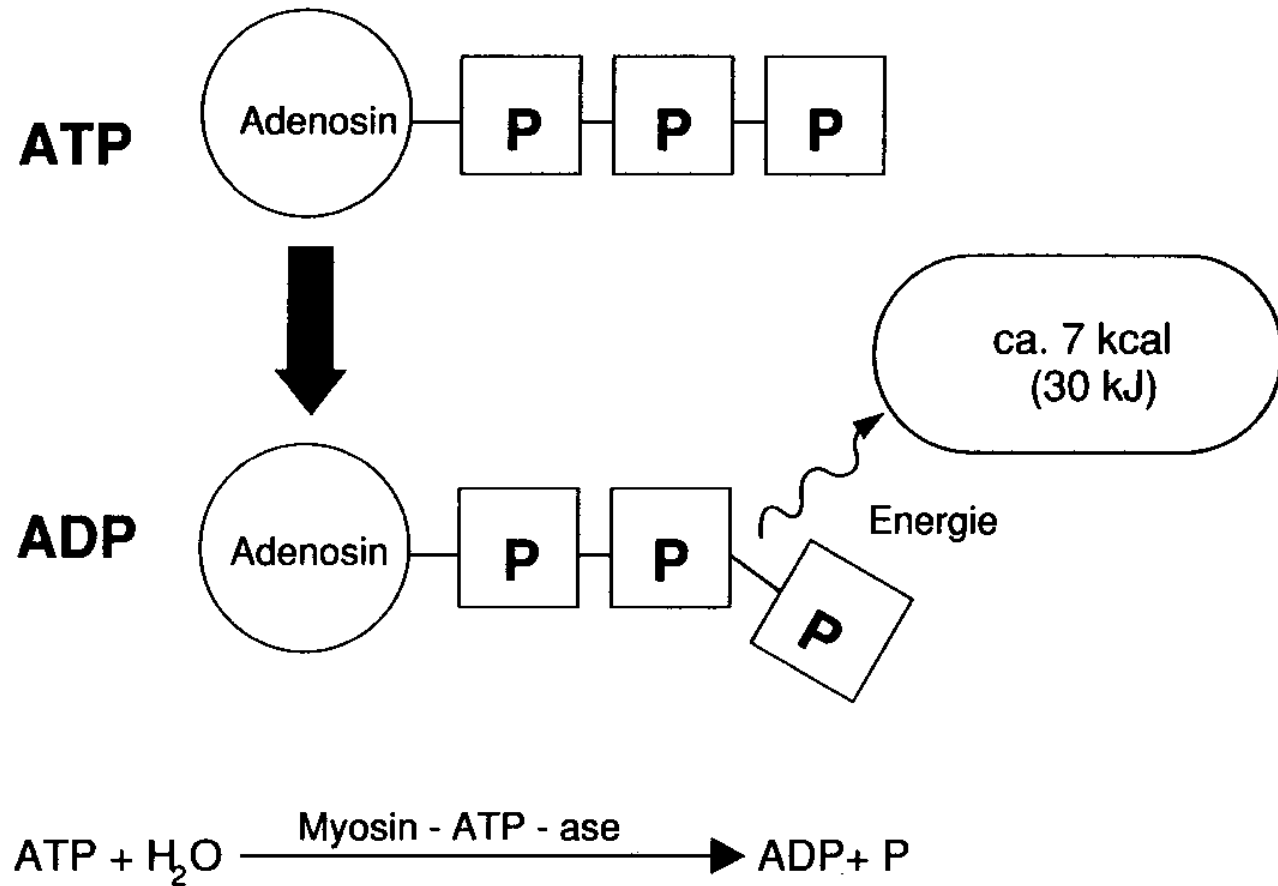


(Ferrauti et al. 2002)

Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechselsMethoden des
Ausdauer-
trainingsBelastungs-
dosierungAdaptationen
durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik

ATP-Hydrolyse



(ZINTL 1997, 42)

Wege der ATP-Resynthese

Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

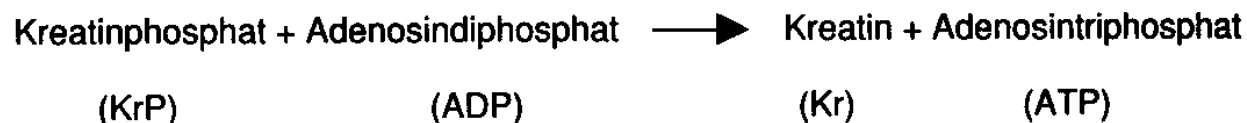
Methoden des
Ausdauer-
trainings

Belastungs-
dosierung

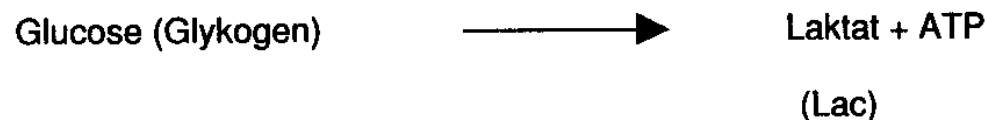
Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Ausdauer-
diagnostik

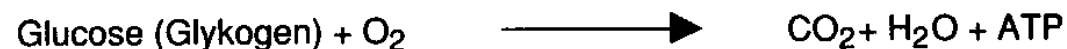
1. Anaerob - alaktazider Prozeß:



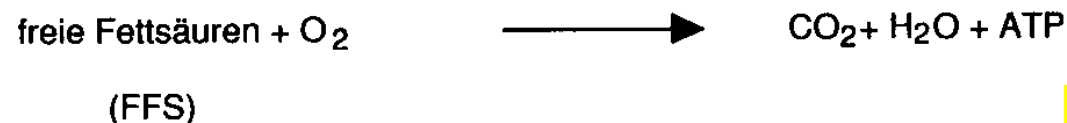
2. Anaerob - laktazider Prozeß (= anaerobe Glykolyse):



3. Aerober Prozeß (= aerobe Glykolyse, oxidativer Glykogenabbau):



4. Aerober Prozeß (= Lipolyse, oxidativer Fettabbau):



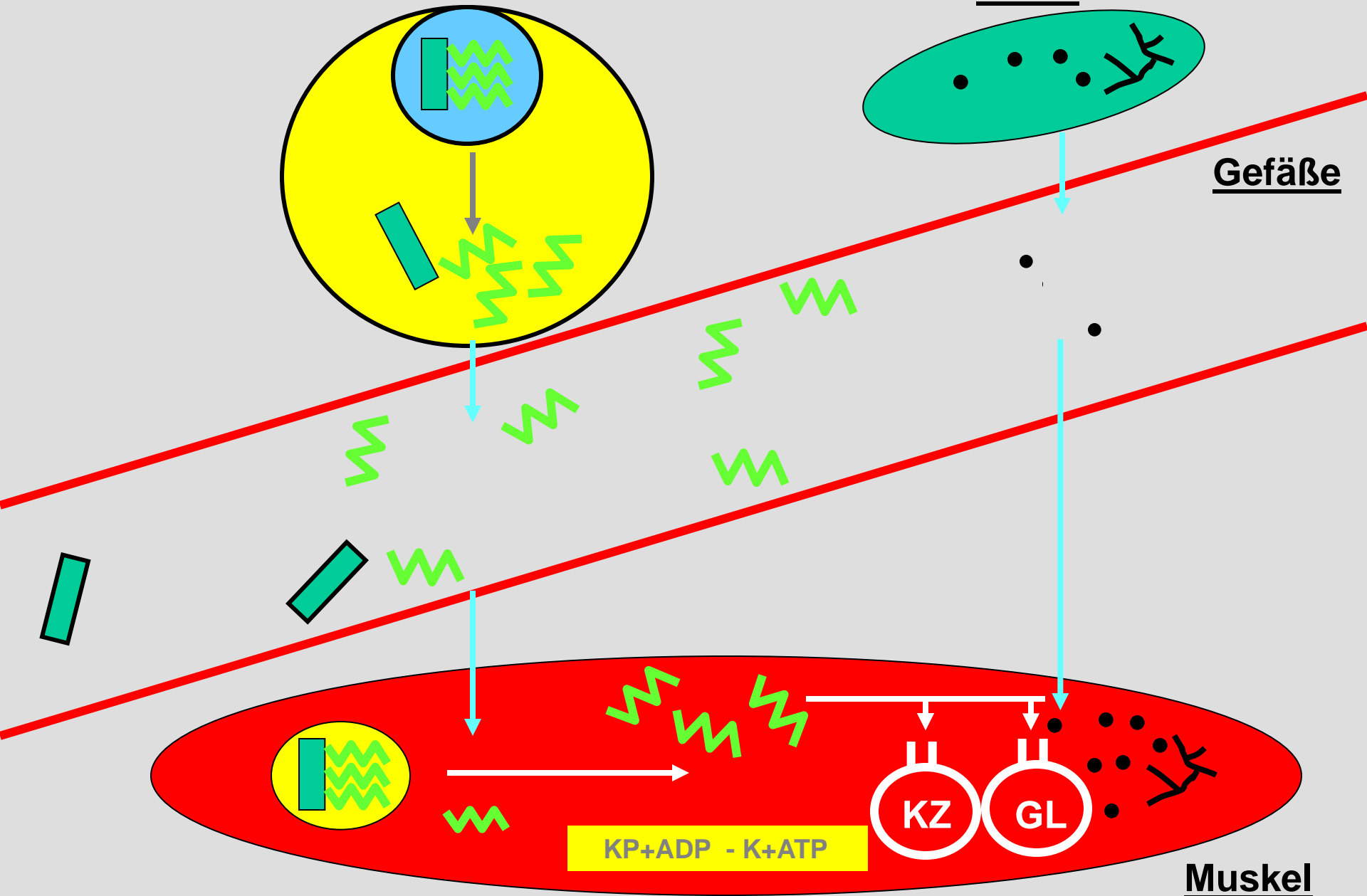
[Simulation](#)

(ZINTL 1997, 44)

Fettgewebe

Leber

Gefäße



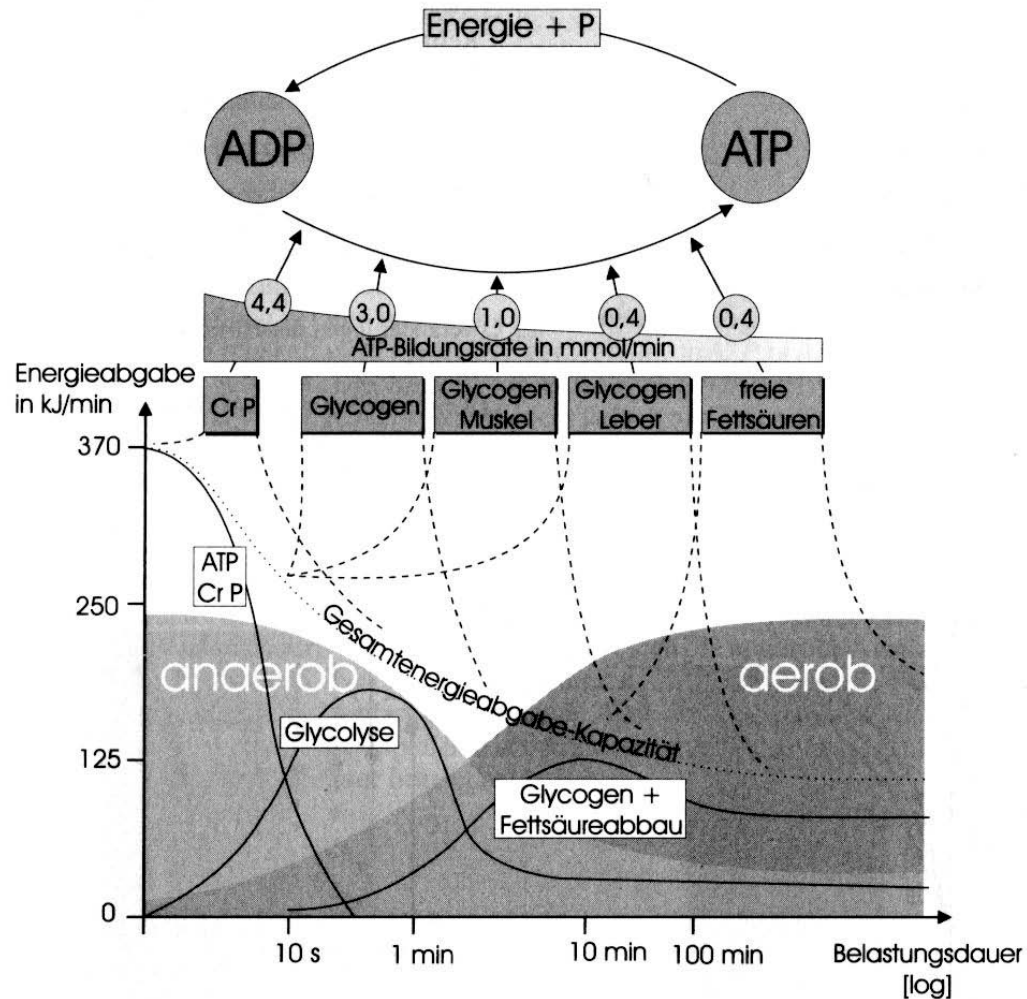
KP+ADP - K+ATP

KZ

GL

Muskel

Flussrate der ATP-Resynthese



Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

Methoden des
Ausdauer-
trainings

Belastungs-
dosierung

Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Ausdauer-
diagnostik

(Hohmann et al. 2002, 54)



Definition

Grundlagen des Energie-
stoffwechsels

Methoden des
Ausdauer-
trainings

Belastungs-
dosierung

Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Ausdauer-
diagnostik

REKOM-Training (Regenerationstraining)	GA 1 - Training	GA 2 - Training	WSA – Training
ZIEL	ZIEL	ZIEL	ZIEL
Unterstützung der Wiederherstellung; Erhöhung der Mobilisationsfähigkeit für nachfolgende intensive Belastungen	Stabilisierung und Entwicklung der Grundlagenausdauer; Erhöhung der aeroben Leistungsfähigkeit	Entwicklung der GA; Erhöhung der aerob/anaeroben Leistungsfähigkeit	Entwicklung der wettkampfspezifischen Ausdauer; Laktattoleranz
METHODE	METHODE	METHODE	METHODE
Dauermethode	Extensive Dauermethode; Wechselhafte Dauermethode (Fahrtspiel)	Intensive Dauermethode Extensive Intervallmethode; Wechselhafte Dauermethode	Intensive Intervallmethode; Wettkampfmethode; Wiederholungsmethode
INTENSITÄT	INTENSITÄT	INTENSITÄT	INTENSITÄT
Sehr niedrig HF: 60 - 70% Laktat: < 2 mmol/l	Niedrig bis mittel HF: 70 - 80% Laktat: < 2,5 mmol/l	Mittel bis hoch HF: 80- 90% Laktat: 3-6 mmol/l	Hoch bis sehr hoch HF: > 90% Laktat: >6 mmol/l
DAUER	DAUER	DAUER	DAUER
< 45 min	> 45 min	20 – 120 min	10 – 45 min

(Hottenrott 2000)

Definition

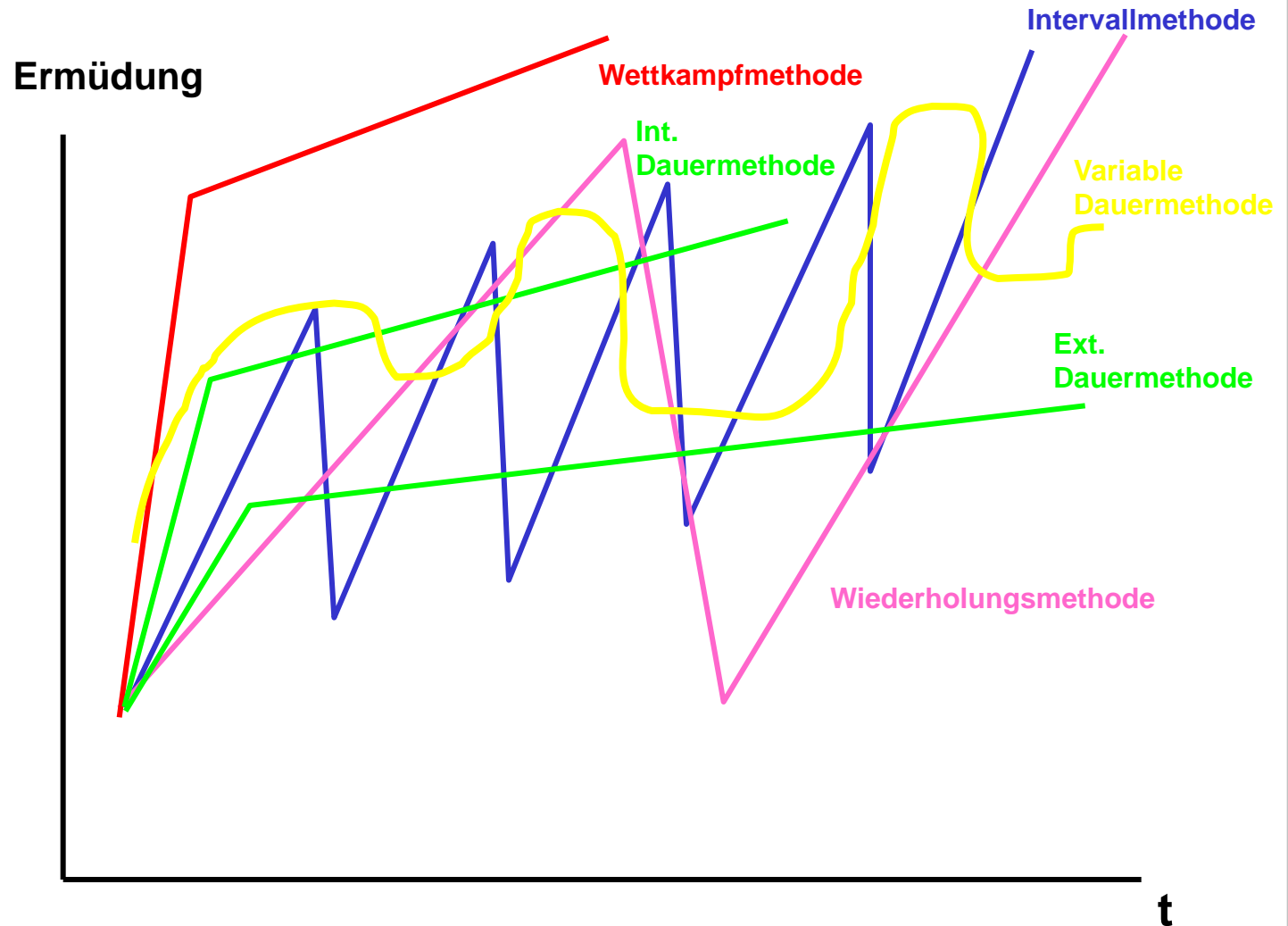
Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

Methoden des
Ausdauer-
trainings

Belastungs-
dosierung

Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Ausdauer-
diagnostik



Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

**Methoden des
Ausdauer-
trainings**

Belastungs-
dosierung

Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Ausdauer-
diagnostik

Fahrtspiel (variable Dauermethode)

Ziel:

Adaptationsfähigkeit des Metabolismus auf wechselnde Intensitäten und Beschleunigung der Regeneration nach Belastungsspitzen

Prinzip:

Stetiger Tempowechsel mit variabler Abfolge von kurzen intensiven, mittleren extensiven und längeren regenerativen Phasen

Metabolismus:

im Wechsel aerob und anaerob-laktazid mit ondulierendem Blutlaktatspiegel zwischen 3 und 6 mmol/l

Trainingsbeispiele zum Fahrtspiel

Definition

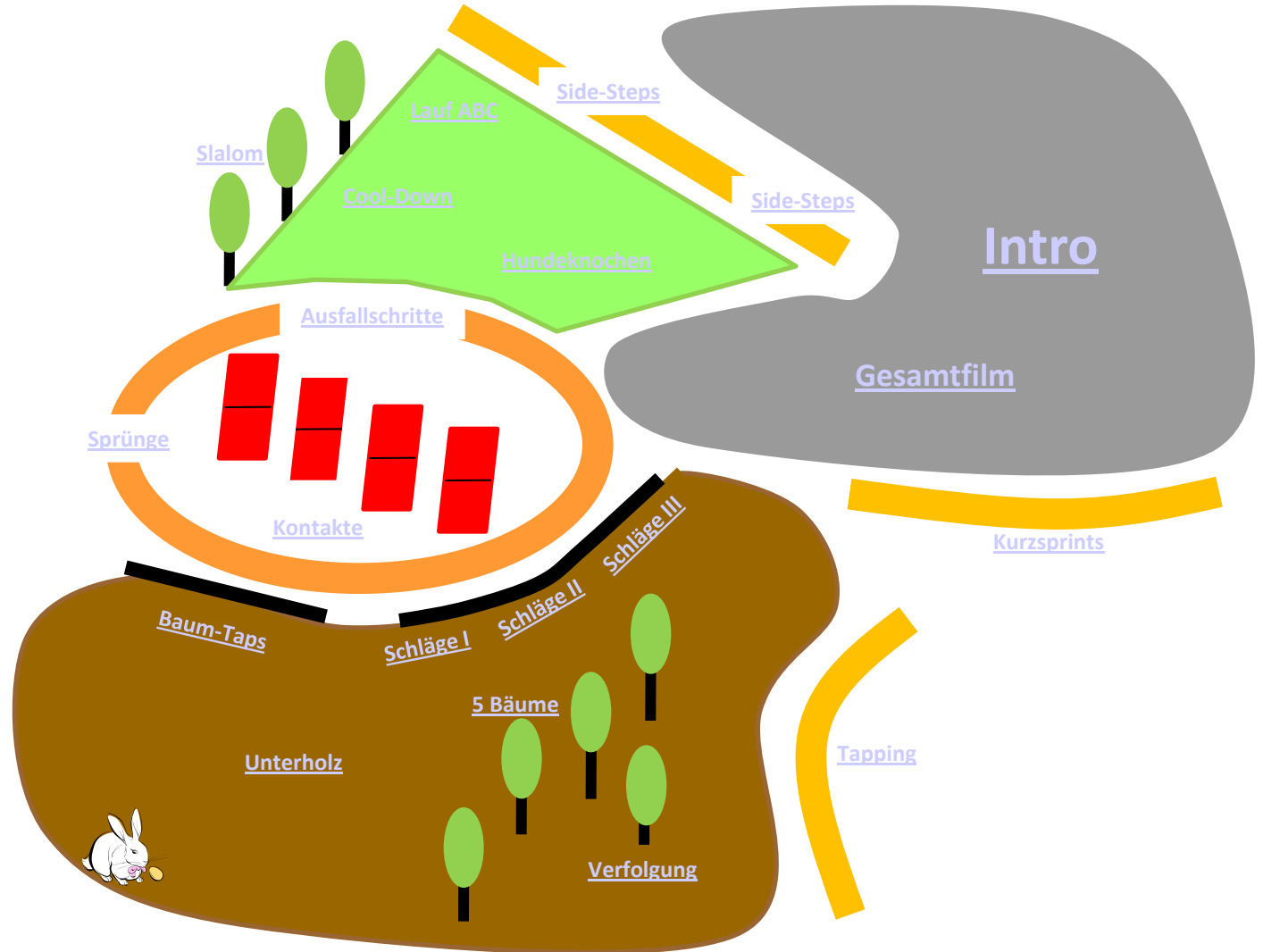
Grundlagen des Energiestoffwechsels

Methoden des Ausdauertrainings

Belastungsdosierung

Adaptationen durch Ausdauertraining

Ausdauerdiagnostik



(Ferrauti, Weber 2009)

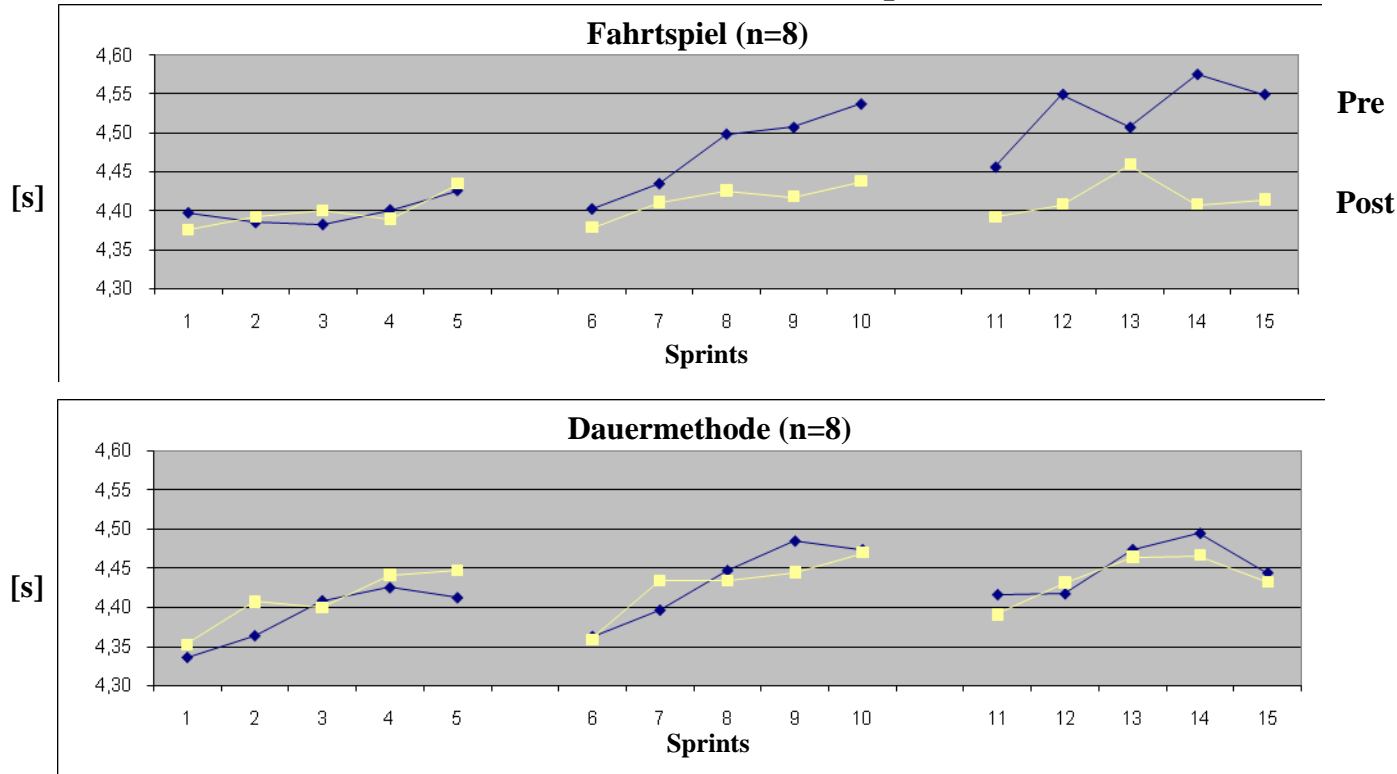
Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechselsMethoden des
Ausdauer-
trainingsBelastungs-
dosierungAdaptationen
durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik

Untersuchung zur Wirksamkeit des Fahrtspiels

Dargestellt sind die Laufzeiten in einem 30 m Intervall-Sprint (3 Serien a 5x30 m) vor und nach einem 5 wöchigen Training nach der extensiven Dauerethode oder nach der Fahrtspiel-Methode. In der 2. und 3. Serie konnte ein Leistungsabfall in der Fahrtspielgruppe durch das Training verhindert werden. Ursachen: verbesserte H⁺-Ionen Pufferkapazität, Steigerung der glykolytischen Flussrate, Verbesserung der intra- und intermuskuläre Koordination.

Laufzeiten im 15 x 30 m Sprint



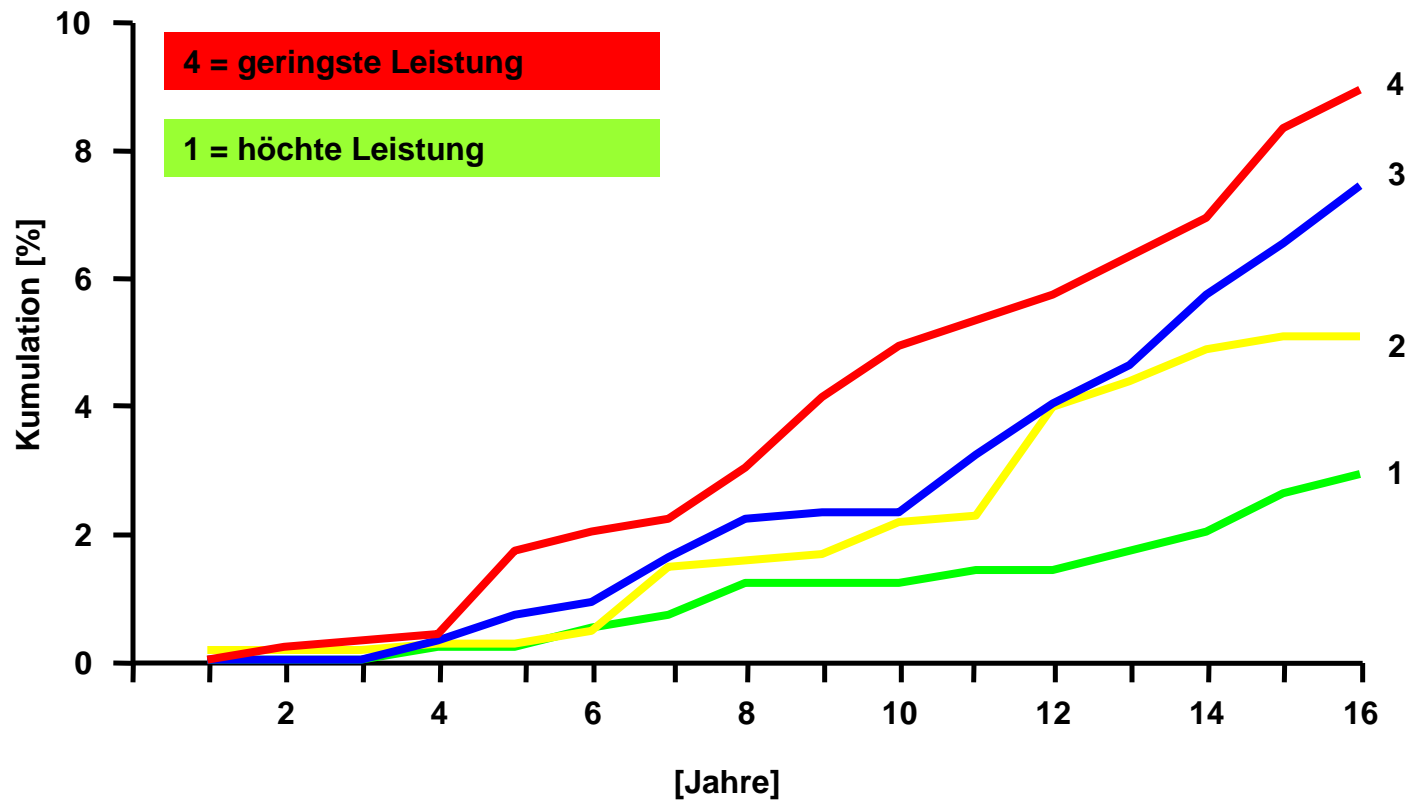
(Ferrauti et al. 2007)

Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechselsMethoden des
Ausdauer-
trainingsBelastungs-
dosierungAdaptationen
durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik

KHK-Mortalität und Fitneß in Quartilen

(Norwegen, 1960 Männer, 40-59 Jahre, 16 Folgejahre)



(Sandvic et al. 1993)

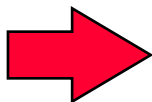
Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechselsMethoden des
Ausdauer-
trainingsBelastungs-
dosierungAdaptationen
durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik

Internistisch-präventivmedizinische Trainingseffekte im Überblick

Herz

- Verminderung der HF in Ruhe und unter Belastung
- Ökonomisierung der Herztätigkeit
- Vergrößerung des Schlagvolumens
- Verminderung des peripheren Gefäßwiderstandes
- Reduktion des systolischen Drucks



Steigerung der kardialen Leistungsfähigkeit und Verringerung der Gefahr eines Herzinfarkts durch Senkung des myokardialen O₂-Bedarfs bei gleichzeitiger Vergrößerung des O₂-Angebots

(Hollmann 1993)

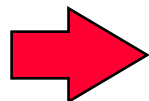
Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechselsMethoden des
Ausdauer-
trainingsBelastungs-
dosierungAdaptationen
durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik

Internistisch-präventivmedizinische Trainingseffekte im Überblick

Muskel

- Zunahme des Mitochondrienvolumens
- Verbesserung der Kapillarisation
- Zunahme der aeroben und anaeroben Enzymaktivität
- Zunahme der intramuskulären Glykogendepots



**Steigerung der muskulären Leistungsfähigkeit und
Verminderung des peripheren sympathischen Antriebs
auf das Herz**

(Hollmann 1993)

AT



Ausdauertraining



Definition

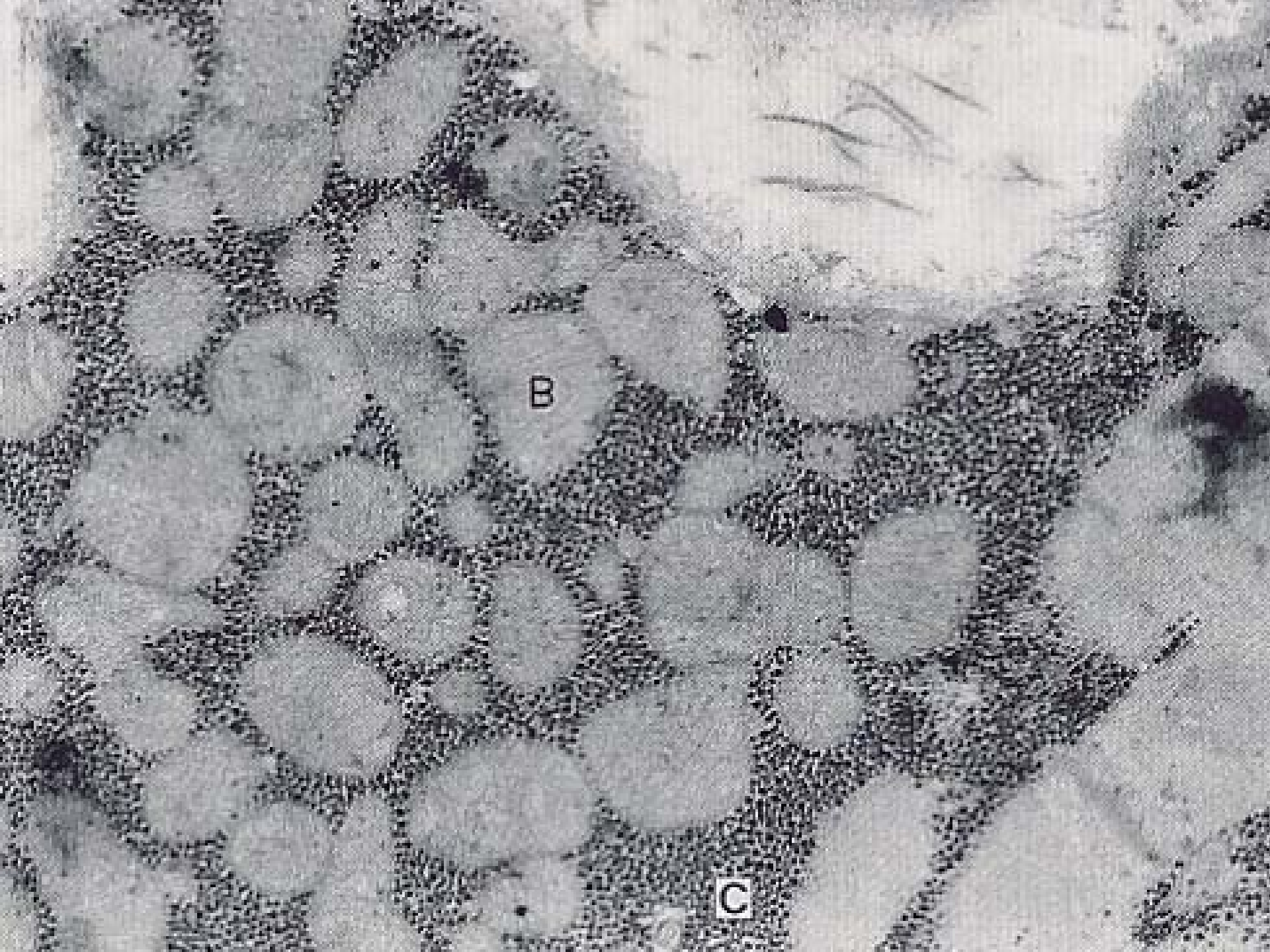
Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

Methoden des
Ausdauer-
trainings

Belastungs-
dosierung

**Adaptationen
durch Aus-
dauertraining**

Ausdauer-
diagnostik



B

C

Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

Methoden des
Ausdauer-
trainings

Belastungs-
dosierung

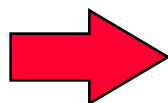
Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Ausdauer-
diagnostik

Internistisch-präventivmedizinische Trainingseffekte im Überblick

Blut

- Verringerung des Fibrinogengehaltes
- Verminderte Adhäsivität und Aggregabilität der Thrombozyten
- Verbesserte Fließeigenschaften (Erythrozyten-Membranfaktor)



**Verbesserung der O₂-Versorgung des Gewebes und
antithrombotischer Effekt**

(Hollmann 1993)

Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

Methoden des
Ausdauer-
trainings

Belastungs-
dosierung

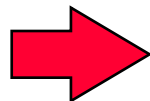
Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Ausdauer-
diagnostik

Internistisch-präventivmedizinische Trainingseffekte im Überblick

Fettstoffwechsel

- Verringerung von Serum-Triglyzeriden und LDL-Cholesterin
- Steigerung von HDL-Cholesterin
- Verringerung der Gesamtcholesterin/HDL und LDL/HDL-Quotienten



**Verminderung der atherogen wirksamen Risikofaktoren bei
gleichzeitiger Stärkung des Arterioskleroseschutzes**

(Hollmann 1993)

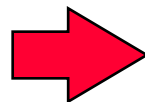
Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechselsMethoden des
Ausdauer-
trainingsBelastungs-
dosierungAdaptationen
durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik

Internistisch-präventivmedizinische Trainingseffekte im Überblick

Kohlenhydratstoffwechsel

- Vergrößerung von Zahl und Sensitivität der Insulinrezeptoren
- Steigerung der Insulineffizienz und Senkung des Insulinspiegels
- Verbesserung von Glukosetoleranz und -regulation



**Entwicklung einer Schutzwirkung gegenüber der
Entstehung des metabolischen Syndroms und des
Altersdiabetes (Typ II)**

(Hollmann 1993)

Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

Methoden des
Ausdauer-
trainings

Belastungs-
dosierung

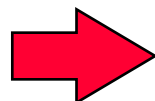
Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

Ausdauer-
diagnostik

Internistisch-präventivmedizinische Trainingseffekte im Überblick

Vegetatives Nervensystem

- Verminderung des Katecholaminspiegels
- Veränderung von Zahl und Sensitivität der Katecholaminrezeptoren



**Entwicklung eines relativen Schutzes gegenüber
Disstreßeinwirkungen**

(Hollmann 1993)

Hauptsächliche Anpassungserscheinungen der unterschiedlichen Ausdauer-Trainingsmethoden

Ebene	Extensive Dauermethode	Variable Dauermethode/Intervallmethode
Metabolisch	<p>Verbesserter <i>oxidativer</i> Stoffwechsel (GREEN et al. 1987, 1989, 1991, 1992)</p> <p>Reduktion der Glykogen-/ Glukoseutilisation (HURLEY 1984)</p> <p>Rasche <i>Erholungsfähigkeit</i> durch schnelles Auffüllen der Kreatinphosphatspeicher (MCMAHON et al. 2001, MADER et al. 1983, LEYK et al. 1997)</p> <p>Nutzung <i>freier Fettsäuren</i> (SHEPARD/ÅSTRAND (1993)</p>	<p><i>Gleichzeitige Aktivierung</i> glykolytischer und oxidativer Stoffwechselprozesse (JENKINS/LAURSEN 2002)</p> <p>Erhöhte <i>Glykolysekapazität</i> (WESTON et al. 1997)</p> <p>Erhöhte <i>H⁺-Pufferfähigkeit</i> (WESTON et al. 1997)</p>
Kardiovaskulär	<p><i>Ökonomischere Herz-Kreislaufarbeit</i> (NEUMANN 1991)</p> <p><i>Kapillarisierung</i> der Muskulatur (COGGAN et al. 1990, COGGAN 1997)</p>	<p>Erhöhtes <i>Schlagvolumen</i> (ROWELL 1993)</p>
Neuromuskulär	<p>Rekrutierung <i>langsam-zuckender Muskelfasern</i> (SALTIN/GOLNICK 1983, HOWALD 1989, LINOSSIER et al. 1993)</p> <p>Koordination eines <i>stereotypen Bewegungsprogramms</i> (NEUMANN 1991)</p>	<p>Rekrutierung <i>schnell-zuckender Muskelfasern</i> (SALTIN/GOLNICK 1983, HOWALD 1989, LINOSSIER et al. 1993)</p> <p><i>Ökonomischerer Bewegungsablauf</i> verschiedener Intensitäten (SOBOTKA 1999)</p>
Endokrin/ Immunologisch	<p>Stärkung der <i>immunologischen Abwehr</i> (NIEMANN 1994)</p> <p><i>Anti-Stress-Effekt</i> (ZINTL/EISENHUT 2001)</p>	<p>Schwächung der <i>immunologischen Abwehr</i> (NEUMANN 1994)</p>

	Parameter	Ext. Dauer-meth.	Variable Dauer-meth.	HIT aerob Bsp: 4 x 4' bei 95% Hf _{max} 3' aktive Pause bei 70% Hf _{max} (nach Hoff & Helgerud 2001, nach Hoff et al. 2002)			Intervallsprint-Training Bsp.: 3 sets x 5 reps x 40m, 45'' rest
				Small- Sided Games	Specific running circuit	Laufbahn	
Herz-Kreislauf	VO _{2max}	+	+	+	+	+	±
Muskel	Kapillarisation	+	+	+	+	+	±
	Mitochondrien	+	+	+	+	+	±
	Glykol. Flußrate	-	+	±	±	±	+
	Kreatinphosphat & KP _{reg}	-	+	±	±	-	+
	Schnellkraft	-	+	±	+	-	+
	Intramuskuläre Koord.	-	+	±	±	-	+
Koordination & Schnelligkeit	Intermuskuläre Koord.	-	+	+	±	±	+
	Sportartspez. Technik	-	±	+	±	-	-
Psyche	Belastungsverträglichkeit	±	+	+	+	+	+

Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechselsMethoden des
Ausdauer-
trainings**Belastungs-
dosierung**Adaptationen
durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik

Belastungsdosierung

Herzfrequenz:



Der am häufigsten eingesetzte Parameter mit den größten Unsicherheiten in der Praxis. Armband-Uhren zum Monitoring des Trainingspulses sind preiswert und motivierend. Die Sollwerte werden entweder formelgeleitet bestimmt oder basieren auf Testergebnissen.

Blutlaktat:



Wird nur indirekt durch vorausgegangene Laktat-Leistungsdiagnostik und der Beziehung zur Laufgeschwindigkeit zum Steuerungsinstrument. Online Messgeräte zur Eigenmessung im Training konnten sich auf dem Markt nicht durchsetzen.

Schritt-Atem-Rhythmus:



Der Atemantrieb korreliert mit der metabolischen Gesamtsituation und folglich zu Laufintensität und Blutlaktatkonzentration. Trotzdem konnten sich feste Vorgaben für die Beziehung zwischen Schritt- und Atemfrequenz in der Praxis bislang nicht durchsetzen.

Laufzeit/Laufgeschwindigkeit:



Speziell im Kindes- und Jugendalter ein einfaches und praktikables Steuerungsinstrument. Bei ausreichend langer Belastungsdauer (z.B. >30 min) ist eine rein aerobe Reizsetzung sicher. Erfahrene Läufer wählen gewöhnlich prozentuale Abstufungen der Bestzeit mit festen Zwischenzeiten über 1 km Distanzen.

Belastungsempfinden:



Völlig subjektiv (beim Leistungsläufer) oder skaliert (beim Freizeitläufer); sehr praktikabel.

(Ferrauti, Weber 2009)

Definition

Grundlagen des Energie-
stoffwechselsMethoden des
Ausdauer-
trainingsBelastungs-
dosierungAdaptationen
durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik**Herzfrequenz:**

Sollwerte für die Steuerung des Grundlagentrainings nach Herzfrequenz basieren auf verschiedenen Formeln, in denen unterschiedliche Faktoren wie das Lebensalter, die Ruheherzfrequenz, die maximale Herzfrequenz, das Geschlecht und der Trainingszustand berücksichtigt werden.

Beispiele (abhängig vom Lebensalter):

170 - 1/2 Lebensalter \pm 10 S/min [36]

180 - Lebensalter [20]

180 - Lebensalter \pm 5 S/min [33]

200 - (Lebensalter x 0,7) [1]

Beispiel (abhängig von Ruhe- und Maximalfrequenz):

$Hf_{\text{Ruhe}} + \text{Intensität (\%)} \times (Hf_{\text{max}} - Hf_{\text{Ruhe}})$ [24]

Beispiele zur Berechnung der Maximalfrequenz [38]:

Männer und Frauen: 220-Lebensalter

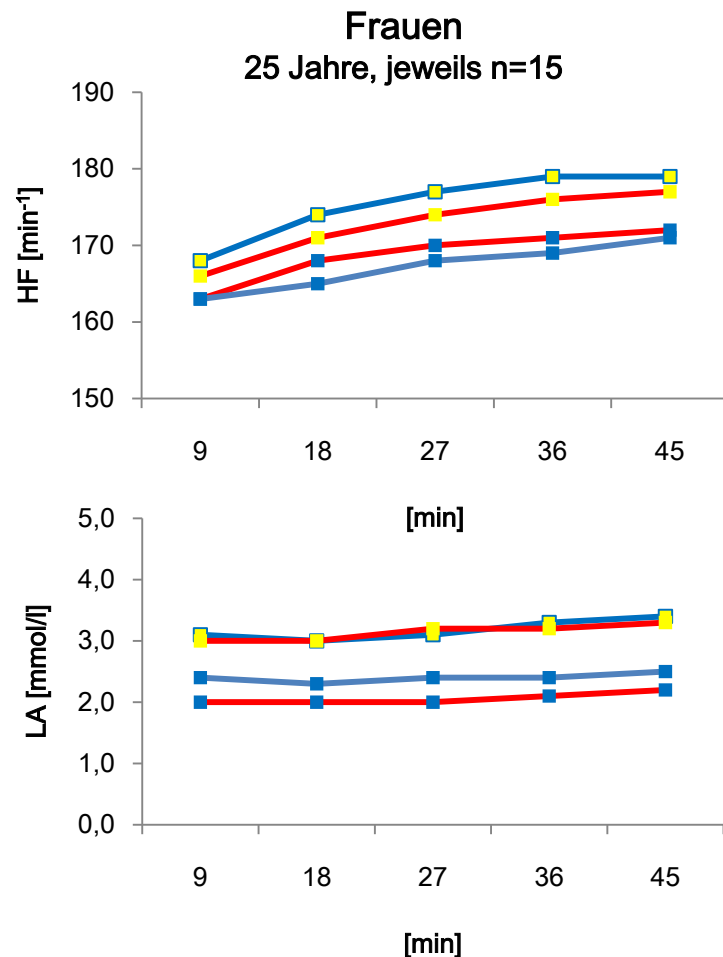
Frauen: 226-Lebensalter

Männer trainiert: 205- (0,5 x Lebensalter); Männer untrainiert: 214- (0,8 x Lebensalter)

Frauen trainiert: 211- (0,5 x Lebensalter); Frauen untrainiert: 209- (0,7 x Lebensalter)

Die Formelvielfalt führt zu erheblichen Unterschieden in der Trainingssteuerung. Der praktische Brauchwert ist somit gering, da die Frage nach der individuell geeigneten Formel nicht beantwortet werden kann. Speziell der Einfluss der Trainingsdauer wird in den gängigen Formeln nicht berücksichtigt.

Definition

Grundlagen des
Energie-
stoffwechselsMethoden des
Ausdauer-
trainings**Belastungs-
dosierung**Adaptationen durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik

Herzfrequenz- und Laktatverhalten beim Lauftraining über 45 min mit 85% bzw. 90% der aerob-anaeroben Schwelle (V4 aus ST 6-2-3) von ausdauertrainierten (rot) und untrainierten (blau) 25-jährigen Frauen.

(Ferrauti, Weber 2009)

Definition

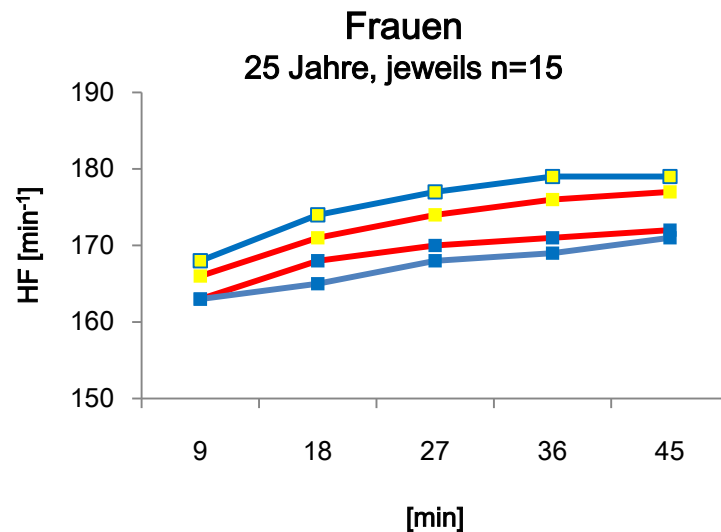
Grundlagen des Energie-stoffwechsels

Methoden des Ausdauer-trainings

Belastungs-dosierung

Adaptationen durch Aus-dauertraining

Ausdauer-diagnostik



Die Herzfrequenz steigt im Grundlagenausdauertraining nach der Dauerperiode im Verlauf der ersten 30 min um fünf bis 15 Schläge stetig an. Folglich sind feste Herzfrequenzvorgaben (mittels Formel oder aus stufenförmigen Leistungstests abgeleitet) wenig sinnvoll. Sie führen bei Einhaltung notwendigerweise zu einem Abfall von Laufgeschwindigkeit und Trainingsintensität, da die Blutlaktatkonzentration weitgehend konstant bleibt. Eine Steuerung über die Laufgeschwindigkeit ist sinnvoller.

Frauen weisen bei gleicher relativer Leistung (% der $V_{O_{2max}}$) und geringerem Belastungsempfinden (RPE 36') höhere Herzfrequenzen auf. Dies gilt insbesondere bei eher Untrainierten, bei denen Herzfrequenzen von ca. 180 S/min nur als etwas anstrengend empfunden werden.

Definition

Grundlagen des Energie-stoffwechsels

Methoden des Ausdauertrainings

Belastungs-dosierung

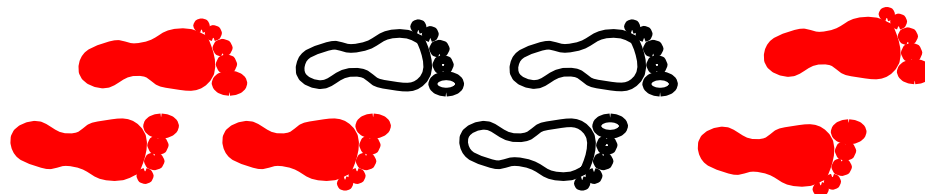
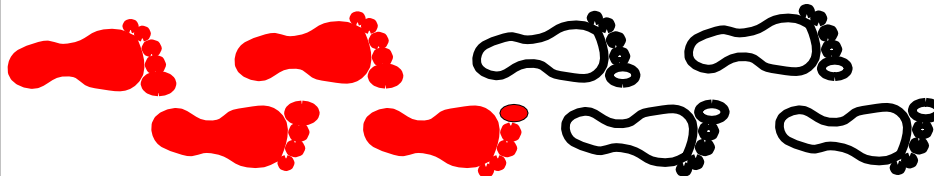
Adaptationen durch Ausdauertraining

Ausdauerdiagnostik

Schritt-Atem-Rhythmus:

Mit zunehmendem Lauftempo steigt die Atemfrequenz an. Gleichzeitig bleibt die Schrittfrequenz weitgehend konstant, da die Steigerung der Laufgeschwindigkeit vorrangig über eine Zunahme der Schrittlänge geregelt wird. Folglich nimmt die Anzahl der Schritte pro Atemzyklus kontinuierlich zu.

Felduntersuchungen konnten zeigen, dass bei acht (Vierer-Rhythmus) bis minimal sechs Schritten pro Atemzyklus (Dreier-Rhythmus) eine im Grundlagenausdauertraining geforderte Intensitätsgrenze nicht überschritten werden kann. Erst bei vier Schritten (Zweierhythmus) kann von Blutlaktatkonzentrationen oberhalb der aerob-anaeroben Schwelle ausgegangen werden.

3 Schritt-Atem-Rhythmus**4 Schritt-Atem-Rhythmus**

einatmen

ausatmen

Problematik:

In der Praxis findet dieses Verfahren der Trainingssteuerung eine nur geringe Akzeptanz. Der künstliche Eingriff in das sonst autonom gesteuerte Atemverhalten sowie koordinative und teilweise kognitive Überforderungen sind die Ursachen. Speziell im Kindes- und Jugendalter kann dieses Verfahren kaum eingesetzt werden.

Definition

Grundlagen des Energie-
stoffwechselsMethoden des Ausdauer-
trainingsBelastungs-
dosierungAdaptationen durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik**Laufzeit/Laufgeschwindigkeit:**

Speziell im Kindes- und Jugendalter ein einfaches und praktikables Steuerungsinstrument. Voraussetzung ist die Abmessung einer Laufstrecke (z.B. in der Umgebung des Tennisclubs) und die Markierung von Wegabschnitten (500 m oder 1000 m). Ausgehend von der Bestleistung über eine definierte Strecke lassen sich Sollzeiten für verschiedene Trainingsziele ableiten. Auch viele erfahrene Läufer wählen diese Vorgehensweise zur Temposteuerung .

Richtwerttabelle

10 km Bestzeit [min]	Regenerationslauf [min/km]	GA 1 (extensiv) [min/km]	GA 2 (intensiv) [min/km]
42:00	6:00	5:15	4:40
46:00	6:30	5:40	5:05
50:00	7:00	6:05	5:30
54:00	7:30	6:30	5:55
58:00	8:00	6:55	6:20

Definition

Grundlagen des Energie-
stoffwechselsMethoden des Ausdauer-
trainingsBelastungs-
dosierungAdaptationen
durch Aus-
dauertrainingAusdauer-
diagnostik**Belastungsempfinden:**

Ein praktikables Verfahren, dass allerdings im Kindes- und Jugendalter gewissenhaft erläutert und langfristig vermittelt werden muss. Die klassische RPE-Skala (Rating of Perceived Exertion) wurde ursprünglich von einem schwedischen Wissenschaftler (Borg-Skala) an der Herzfrequenz validiert und seitdem unzählige Male modifiziert. Bei ungewohnten Läufern sowie mit Tennisspielern auf Vereinsebene reicht möglicherweise eine einfache Dreifachskala zur Belastungssteuerung aus.

RPE - SKALA

20		
19	sehr sehr anstrengend	
18		
17	sehr anstrengend	
16		
15	anstrengend	
14		
13	etwas anstrengend	
12		
11	recht leicht	
10		
9	sehr leicht	
8		
7	sehr sehr leicht	
6		
		3 anstrengend (GA 2)
		2 mittel (GA 1)
		1 leicht (Regeneration)

Definition

Grundlagen des Energie-stoffwechsels

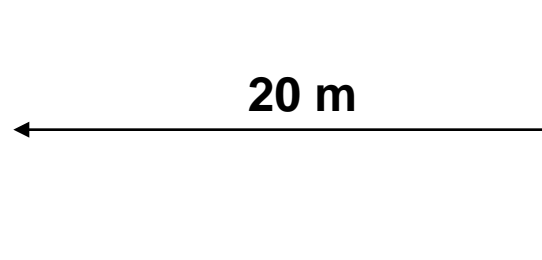
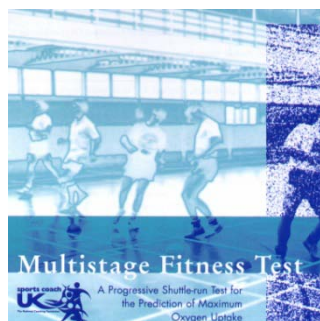
Methoden des Ausdauertrainings

Belastungs-dosierung

Adaptationen durch Ausdauertraining

Ausdauerdiagnostik

Testverfahren Autor der Erstbeschreibung	Ablauf	Testziel	Varianten	Parameter submaximal	Parameter maximal
Laufband-/ Feld-Stufentest Heck et al. 1982 Gerisch/Weber 1992	Video	Laufspezifische max. aerobe Kapazität Lauf-Grundlagen-ausdauer	Ort: Laufband, Laufbahn Leistung: m/s, km/h Beginn: 2,5 m/s Stufenhöhe: 0,5 m/s Stufendauer: 5 min	Aerob-anaerobe Schwelle [m/s bei 4 mmol/l] (Mader et al. 1976)	VO ₂ max [ml/min] [ml/min/kg] V, HF, LA max
Multistage Fitness Test [Beep Test] Léger et al. 1988	Video	Semi-Spielspezifische max. aerobe Kapazität	Ort: Sand, Teppich, Sporthalle Testpersonen: alleine, Gruppe	/	Level, Shuttle VO ₂ max-est.



Definition

 Grundlagen des
Energie-
stoffwechsels

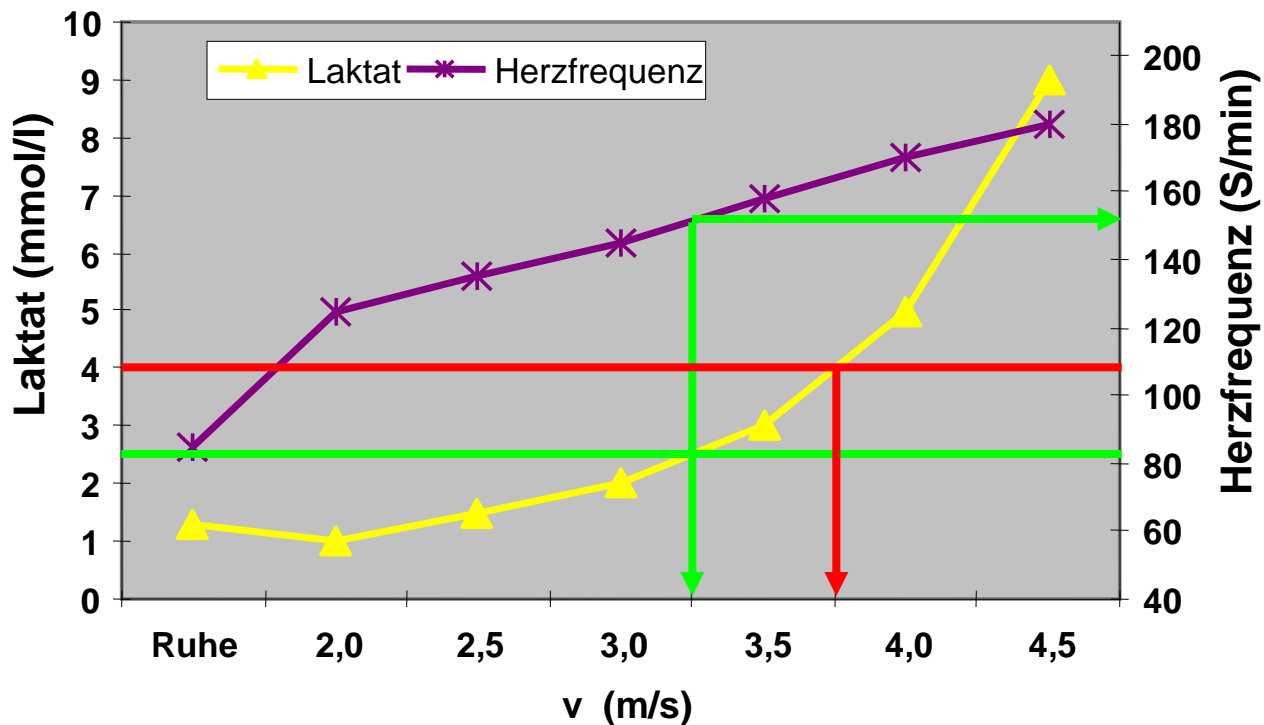
 Methoden des
Ausdauer-
trainings

 Belastungs-
dosierung

 Adaptationen
durch Aus-
dauertraining

 Ausdauer-
diagnostik

Herzfrequenz-/Laktatleistungskurve



Extensive Dauermethode (2,5 mmol/l Blutlaktat)

Lauftempo: 3,25 m/s bzw. 5:08 min/1000 m bzw. 11,7 km/h

Herzfrequenz: 152 Schläge/min