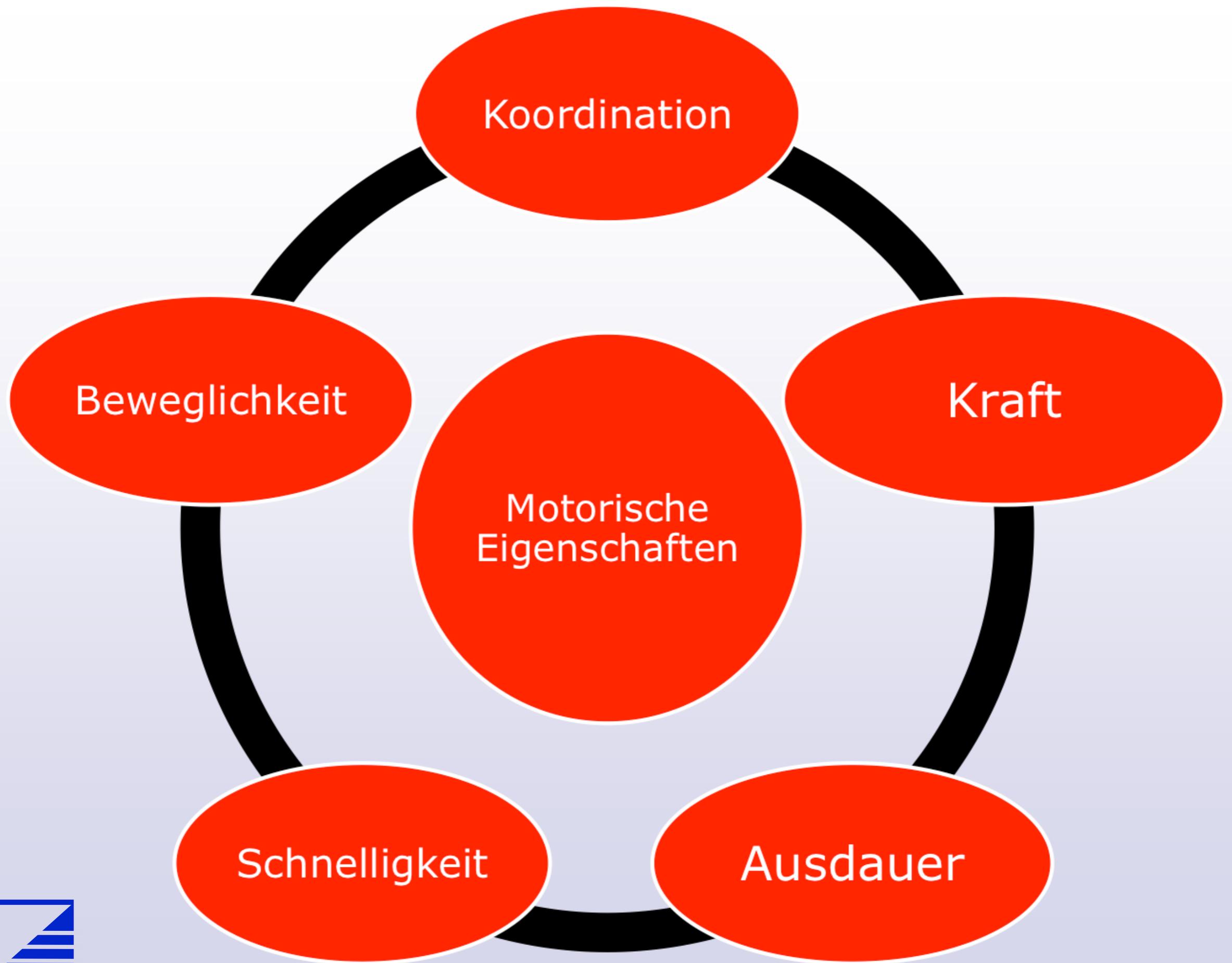


TL Ausdauer



Definition

Ausdauer ist die Fähigkeit, einer sportlichen Belastung physisch und psychisch möglichst lange widerstehen zu können und/oder sich nach sportlicher Belastung möglichst rasch wieder zu erholen.

Einteilung der Ausdauerarten

Umfang der beteiligten Muskulatur

Allgemeine Ausdauer	Lokale Ausdauer
Es arbeitet > als 1/6 der Gesamtmuskelmasse	Es arbeitet < als 1/6 der Gesamtmuskelmasse

Art der Energiebereitstellung

Aerobe Ausdauer	Anaerobe Ausdauer
Ausreichend Sauerstoffangebot steht zur Verfügung	Es steht kein Sauerstoff zur Verfügung

Energiebereitstellung

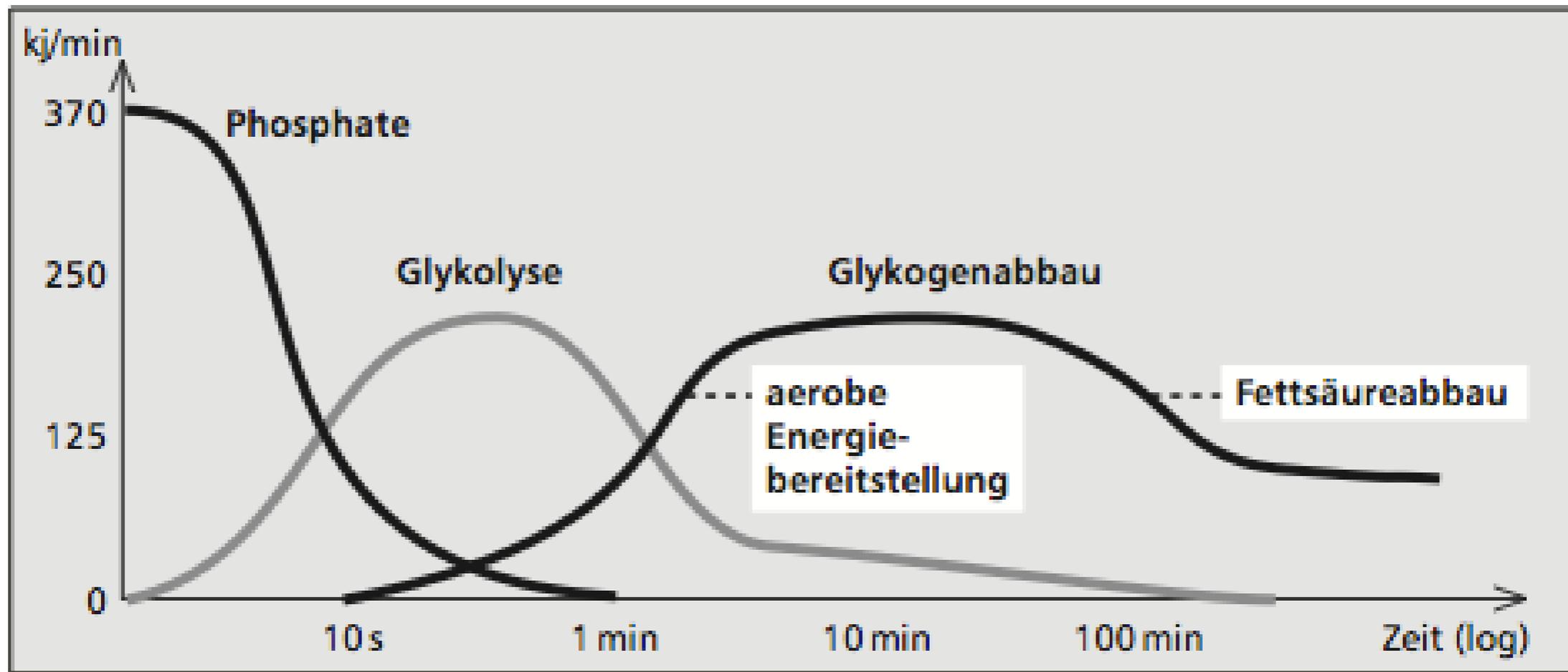


Abbildung 15: Möglichkeiten der Energiebereitstellung bei maximaler Beanspruchung in Abhängigkeit von der Zeit (aus Zintl)

Einteilung der Ausdauerarten

Arbeitsweise der Skelettmuskulatur

Dynamisch	Statisch
Wechsel von exzentrischer und konzentrischer Muskelarbeit	Haltearbeit und Dauerspannung

Dauer der Beanspruchung

Kurzzeitausdauer	Mittelzeitausdauer	Langzeitausdauer
35 sec – 2 Minuten	2-10 Minuten	Über 10 Minuten

Einteilung der Ausdauerarten

Spezifität

Grundlagenausdauer	Spezielle Ausdauer
Basis für verschiedene sportliche Fähigkeiten	Anpassung an die spezielle Belastungsstruktur einer Ausdauerdisziplin

Wann Ausdauertraining

- Anhand der Wundheilung
 - Einstieg ab der Proliferationsphase
- Im Rahmen des Reha-Phasenmodells:
 - Phase 2 (Anbahnung) und
 - Phase 3 (lokale und allgemeine aerobe Ausdauer)

Ausdauertraining

Wirkung und Adaptation

- Einteilung in
 - kurzfristige Wirkung
 - längerfristige Adaptation

Endokrinologisch

Bindegewebe

neurovegetativ

**Ausdauertraining
Wirkung und Adaptation**

metabolisch

Immunologisch

HKL



Ausdauertraining

Wirkung und Adaptation

- Verbesserung der Durchblutung in den belasteten Strukturen
 - ➔ gute Versorgung des Wundgebietes
 - O_2
 - Baustoffen (Aminosäure)
 - Kofaktoren der Wundheilung (z.B. Fe^{2+} , Vitamin C)

Ausdauertraining Wirkung und Adaptation

Erhöhung der Stoffwechselrate

→z.B. durch Temperaturanstieg

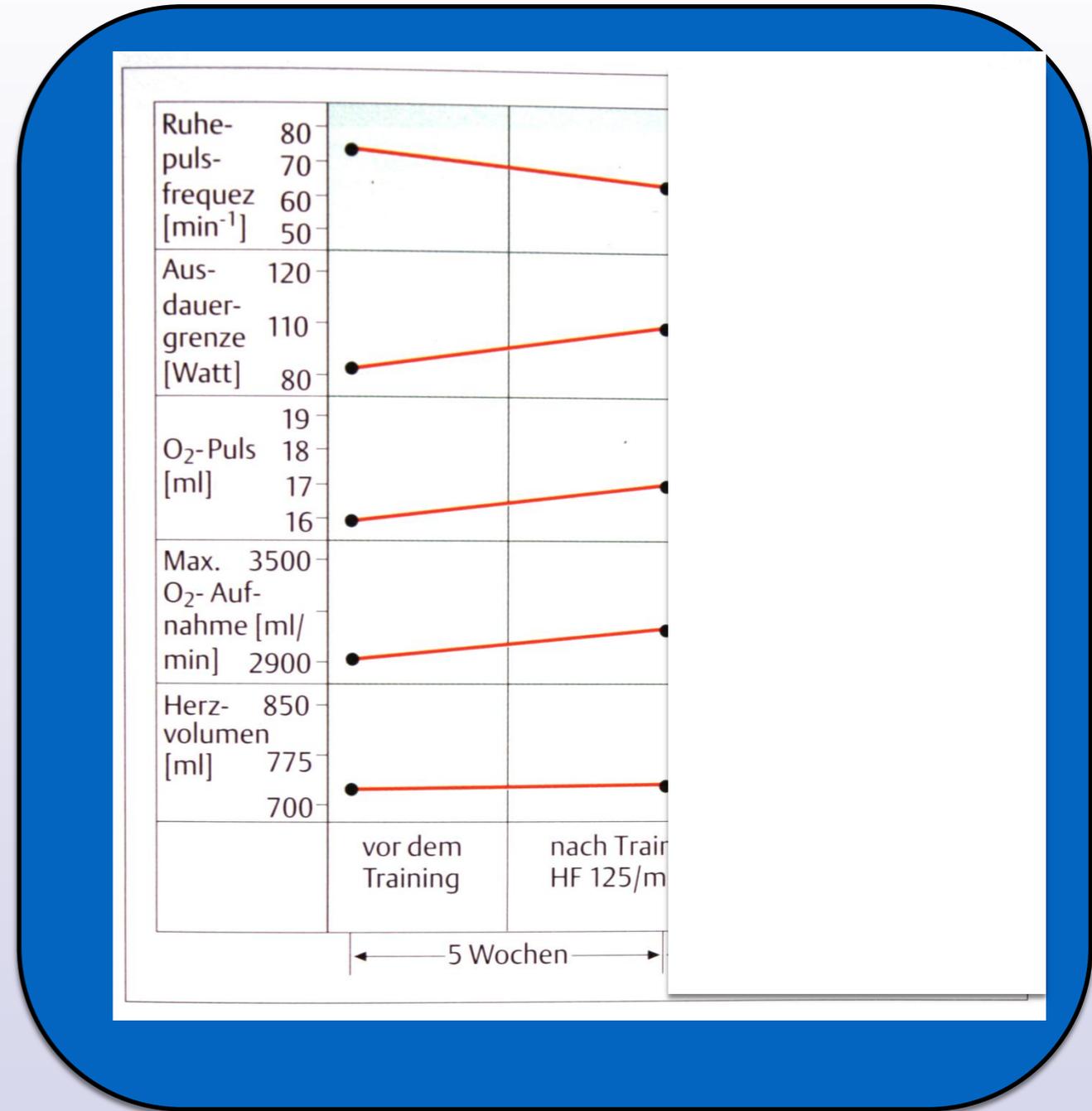
Ausdauertraining

Wirkung und Adaptation

Programm für untrainierte Probanden unter 50. Lj. mit gesundheitsorientierten Zielen

- tgl. 20-30 min **oder**
- 3-mal 30-60 min/Woche **oder**
- 2-mal > 60 min/Woche

- HF: 130



Ausdauertraining

Wirkung und Adaptation

Programm zur Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit

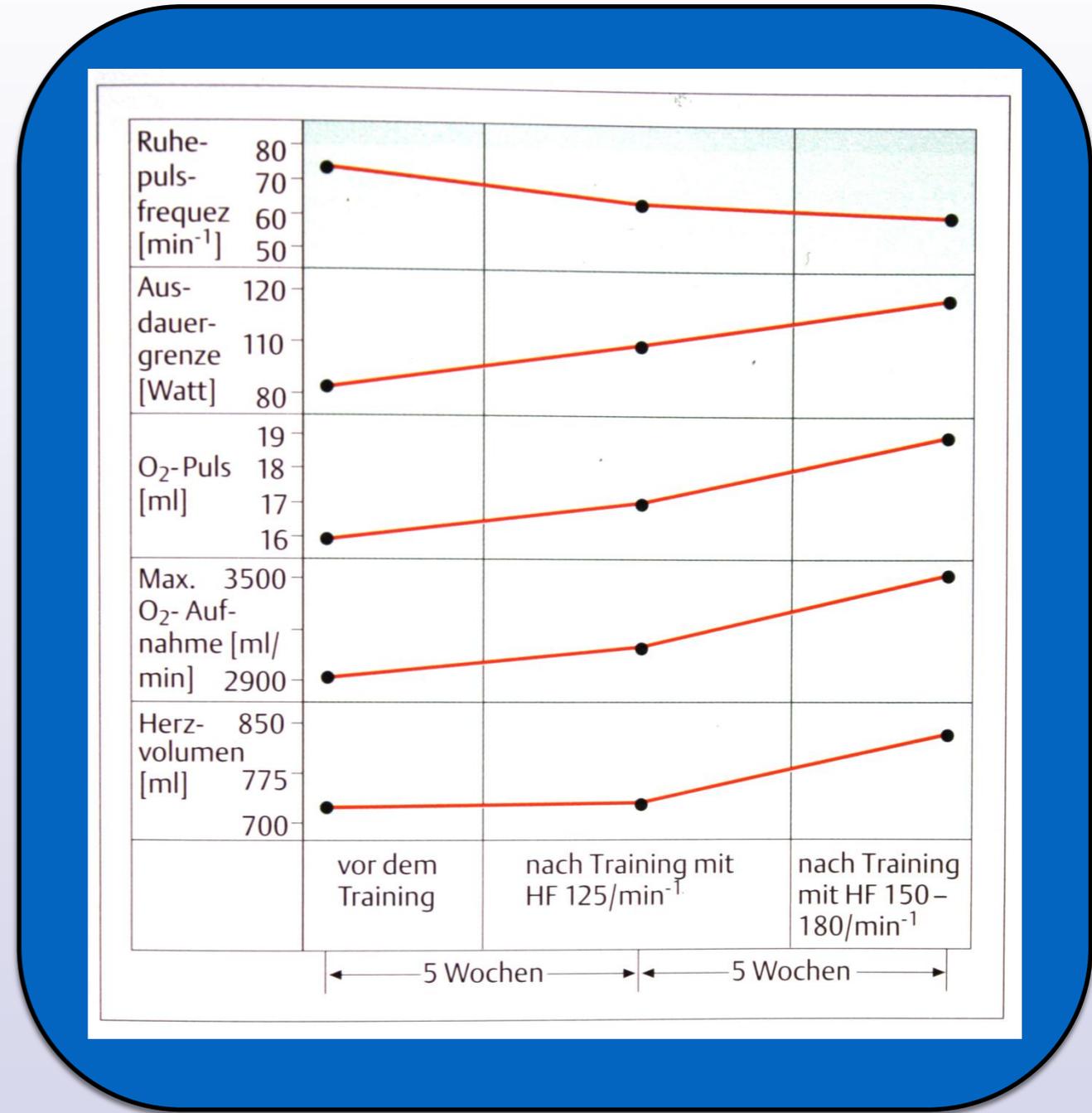
- 10 Wochen (2-mal 5 Wochen)
- 5-mal/Woche
- Dauer >30 min

1.-5. Woche

Hf unter 130, Laktat aerobe Schwelle (ca 2mmol Laktat/l)

6.-10. Woche

Hf 150-180, ca 4 mmol Laktat/l)



Ausdauertraining

Wirkung und Adaptation

Ausschüttung körpereigener Opioide

Methode

- 10 Athleten
- 2 Stunden Langstreckenlauf -Messung vor und nach der Belastung
- Bildgebende Verfahren: Positronen-Emissions-Tomographie (PET)
 - mittels radioaktiver Substanz, die sich an Opiat-Rezeptoren bindet

Ergebnisse

- Endorphinfreisetzung findet deutlich statt
- v.a. im Frontallappen und im limbischen System (dort u.a. Schlüsselrolle der **emotionalen Verarbeitung** und Region für **Schmerzverarbeitung**)
- Das Ausmaß der Ausschüttung korrelierte mit dem Hochgefühl der Läufer
→ damit ist die Endorphin-Hypothese belegt!



Ausdauertraining

Wirkung und Adaptation

Anstieg des Kortisolspiegels bleibt aus

- bei niedrigen Belastungsintensitäten (etwa 50% der O_2 -max.)
- Kortisol hat negative Wirkung auf die Neubildung und Regeneration von Bindegewebe

Ausdauertraining und Entzündungshemmung bei Typ II-Diabetes

- 60 Personen mit Typ-2-Diabetes
- 30 Pers. Ausdauertr., 30 Pers. Kontrollgruppe
- 6 Monate, 4-mal/Woche, 45-60 min.
- Ergebnisse:
 - Blutzucker ↓
 - Insulinresistenz ↓
 - Körpergewicht ↓
 - CRP (C-reaktives Protein) ↓ = Entzündung ↓
 - systolischer RR ↓
 - TNF ↓
 - Fettmasse ↓

Ausdauertraining und Entzündungshemmung bei Typ II-Diabetes

- „Aerobes Ausdauertraining (ohne signifikanten Gewichtsverlust) verbessert die Stoffwechselrate und übt eine entzündungshemmende Wirkung bei Patienten mit Typ-2-diabetes aus.“

Adaptation von Ausdauertraining Interleukin 6 (Immunbotenstoff)

- entzündungshemmend
- von jeder Muskelfaser produziert
- Werte steigen um das 100-fache im Blut an
- vermutlich Signalstoff für Fettgewebe um Energie freizusetzen
- (Mäuse ohne IL-6: sehr dick, Diabetes)

Adaptation von Ausdauertraining Interleukin 6 (Immunbotenstoff)

Gesundheitsbotenstoff aus aktiven Muskelzellen

Bei jedem Ausdauersport produzieren Muskelzellen im Körper massenweise den Botenstoff Interleukin-6.

Bildung entzündungshemmender Zytokine durch sportliche Aktivität



Interleukin-6 signalisiert Fettzellen, Energie freizusetzen, und bremst Entzündungsvorgänge im Körper



A vor dem Training



B nach 4,5 Std.



C nach 6 Std.



D nach 24 Std.

Der Sportfaktor:

Muskelfasern in Ruhe (**A**) weisen mit Analysemethoden kein Interleukin-6 auf. Nach einem langen Sportausdauertraining ist in den Zellen, die durch eine Muskelbiopsie gewonnen wurden, viel Interleukin-6 (**B**). Sechs Stunden nach Beginn des Trainings und drei Stunden nach Beendigung ist in der Färbung die hohe Konzentration noch sichtbar (**C**). Erst nach etwa einem Tag (**D**) sinken die Werte.

Adaptationen von Ausdauertraining

Tumornekrosefaktor

(TNF: Immunbotenstoff, Antagonist von IL-6)

- Entzündungsförderndes Molekül, wird bei jeder kleinen Entzündung im Körper produziert, auch bei Diabetes, Herzerkrankungen, Arteriosklerose
- "es ist gesund wenig TNF im Körper zu haben!"
- bei hoher IL-6-Konzentration sinkt die TNF-Konzentration



Adaptation eine Grundlagenausdauertrainings

System	Wirkung
Herz-Kreislauf	<ul style="list-style-type: none">• Herzfrequenz, Herzarbeit und Sauerstoff- verbrauch nehmen in Ruhe und bei körperlicher Belastung ab• Physiologische Hemmung der Blutgerinnung
Fettstoffwechsel	<ul style="list-style-type: none">• Verbesserung der Fettverbrennung
Stütz- und Bewegungssystem	<ul style="list-style-type: none">• Positiver Wachstumsreiz auf alle Bindegewebe
Immunsystem	<ul style="list-style-type: none">• Abnahme der Infektionsanfälligkeit
Leistungsfähigkeit	<ul style="list-style-type: none">• Zunahme der Lebensqualität• Verlängerung der Lebenserwartung
Risikofaktoren	<ul style="list-style-type: none">• Positive Beeinflussung der Risikofaktoren von Zivilisationskrankheiten (Diabetes, Bluthochdruck)

Methoden des Ausdauertrainings

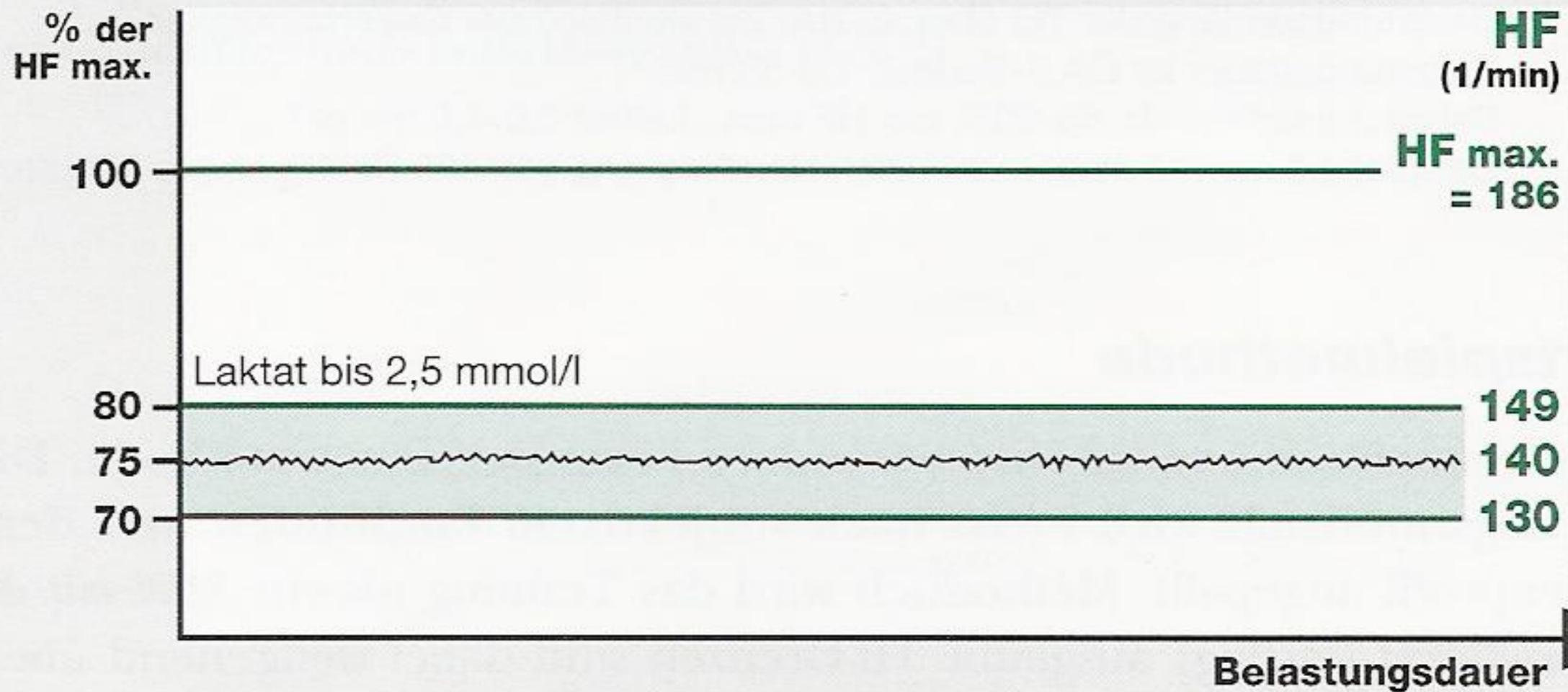
Parameter des lokalen aeroben dynamischen Ausdauertrainings aus dem Reha-Phasenmodell

- Phase 3 des Reha-Phasenmodell
 - ◉ Intensität: ca. 30%(d.MK)
 - ◉ Wiederholungen: 25 - 40
 - ◉ Keine Ermüdungszeichen nach Training
- Trainingsmöglichkeiten
 - ◉ Körperereigene Übungen
 - ◉ Übungen mit Geräten

Trainingsmethoden

GA 1 – Lauftraining

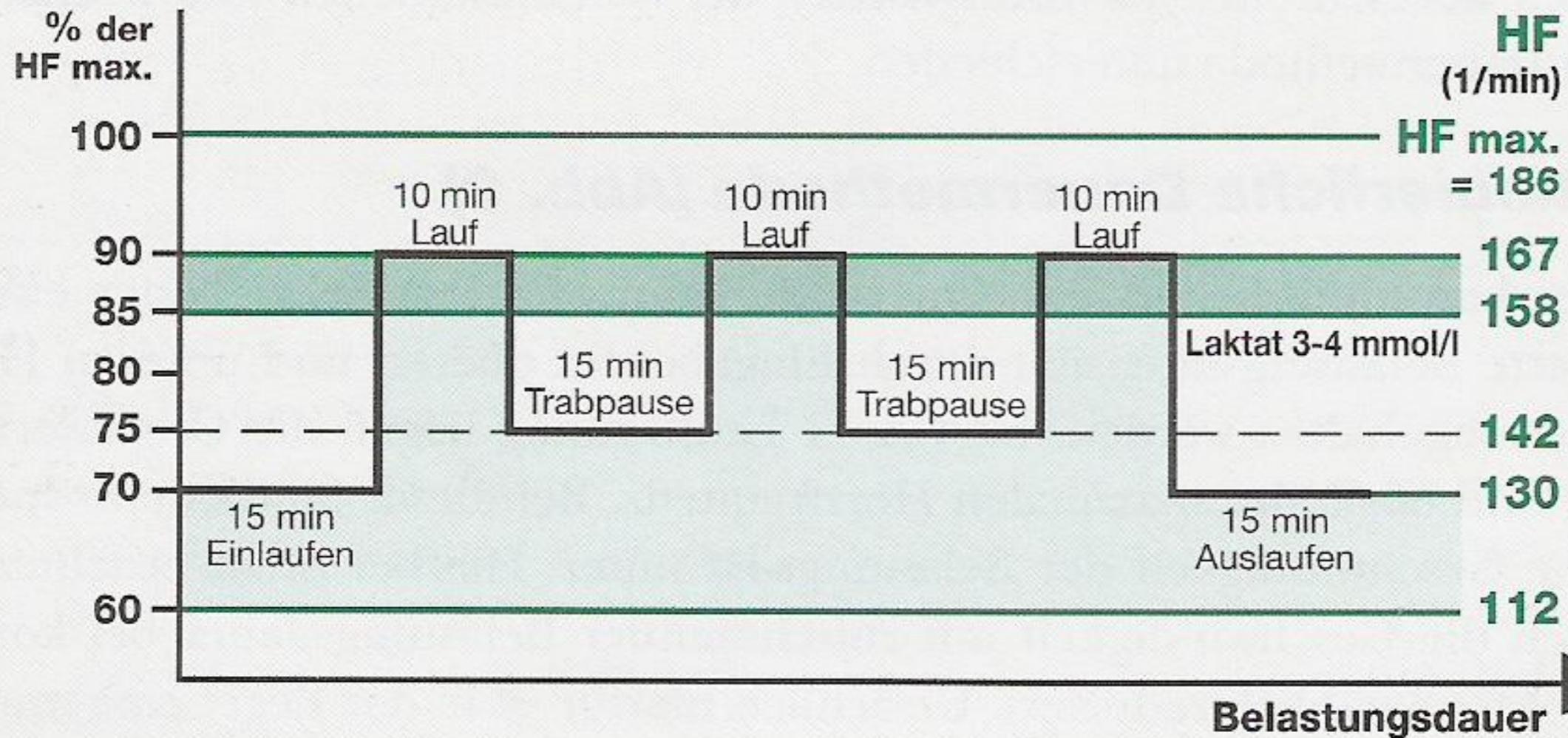
Kontinuierliche Dauerperiode



Trainingsmethoden

GA 2 - Lauftraining

Wechselhafte Dauerperiode

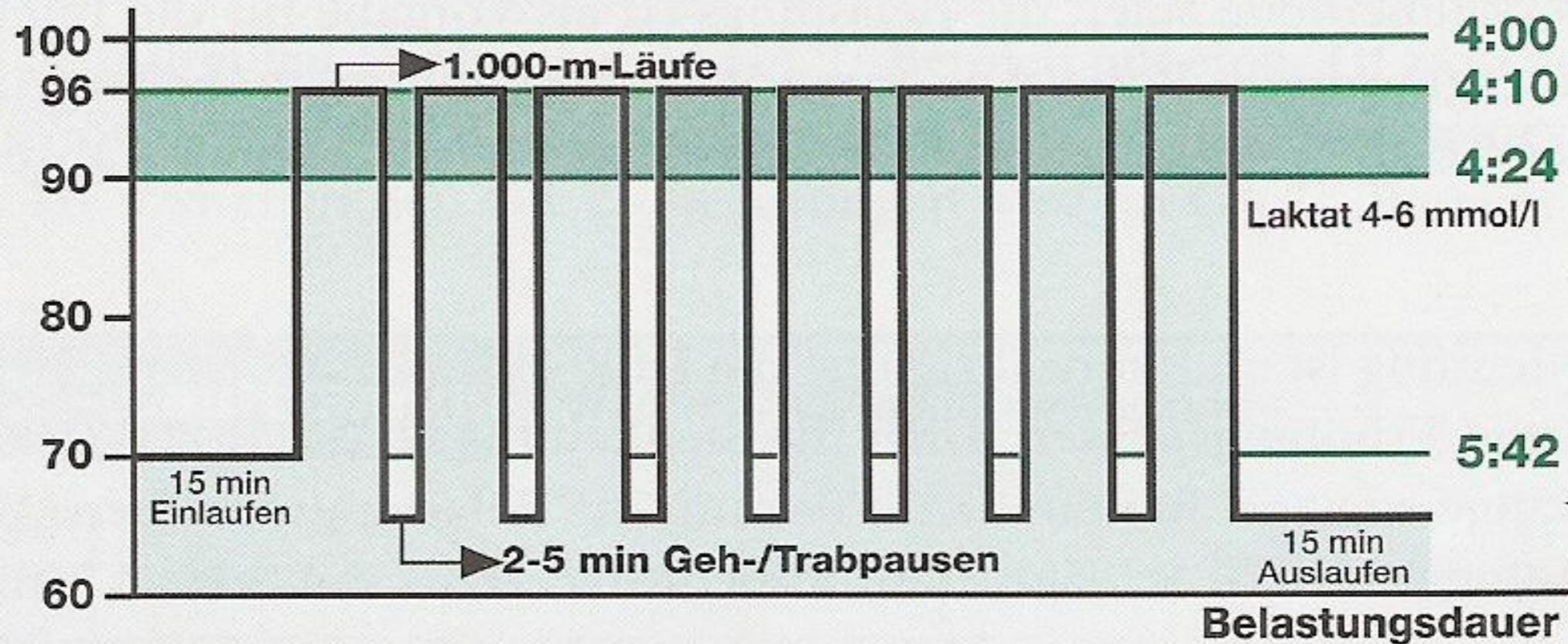


Trainingsmethoden

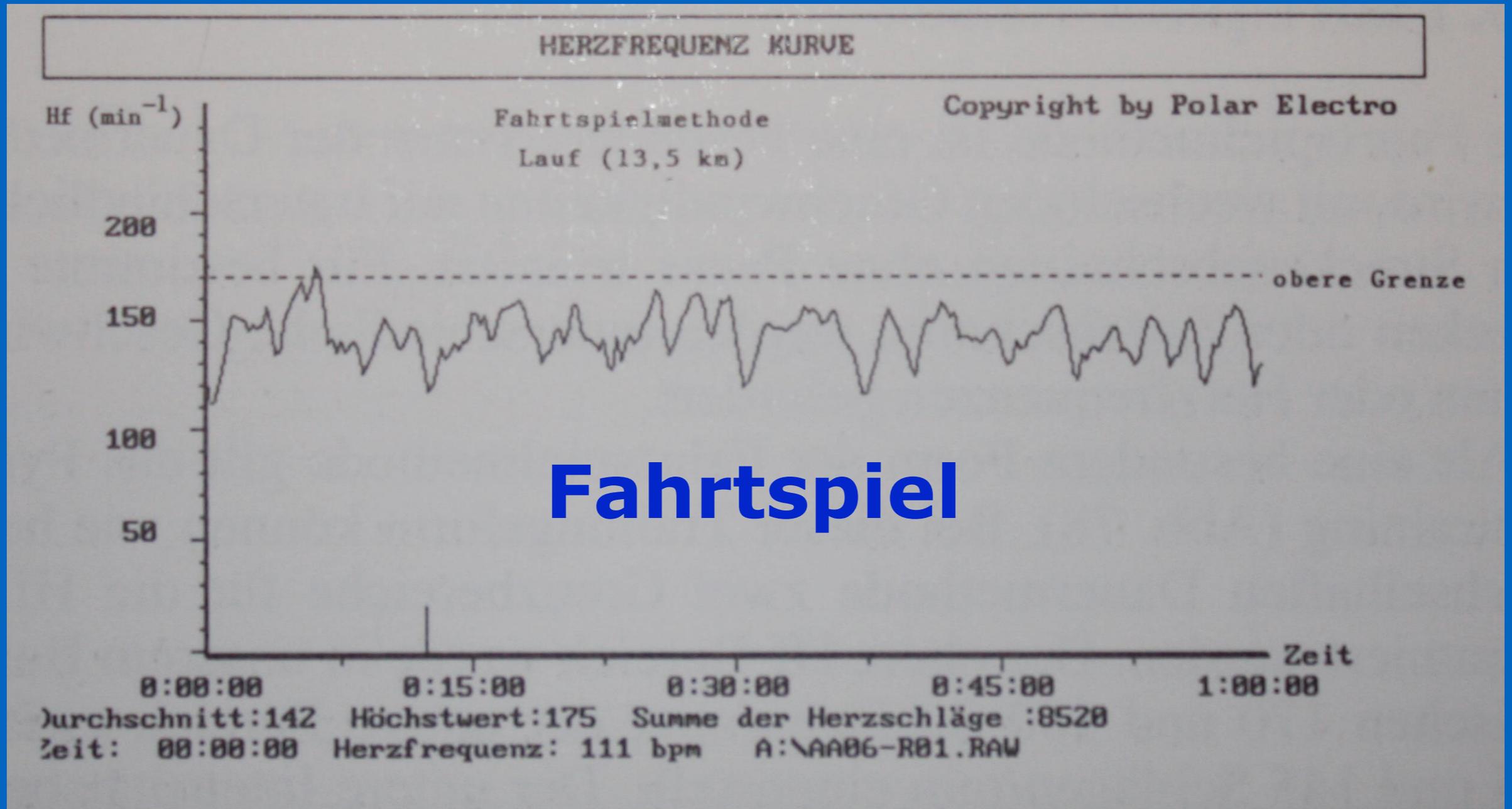
GA 2 – Lauftraining

Extensive Intervallmethode

% der
Ø-Geschwindigkeit
über 10 km



Trainingsmethoden



Fahrtspiel

Wirkung von Ausdauertraining bei unterschiedl. Intensitäten & Methoden

Methode

vierzig gesunde Männer, Nichtraucher, mäßig trainiert, führten ein Lauftraining durch

Einteilung in vier Gruppen

1. lange Distanz 70% Hf max
2. lange Distanz 85% IANS
3. 15"/15"-Intervallläufe (95% Hf max/
„aktive Pause“ bei 70% Hf max)
4. 4x4 min Intervall (wie bei 3., 3min aktive Pause)

Dauer 3-mal/Wo., 8 Wochen lang



Wirkung von Ausdauertraining bei unterschiedl. Intensitäten & Methoden

Untersucht wurden:

- VO₂max
- Schlagvolumen des Herzens

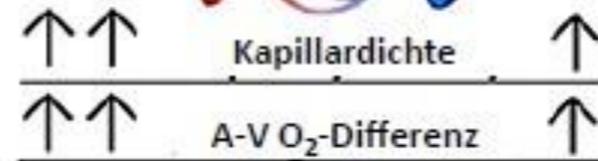
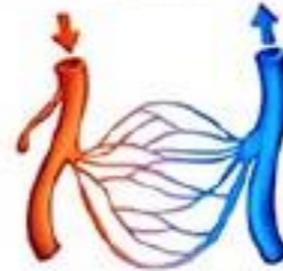
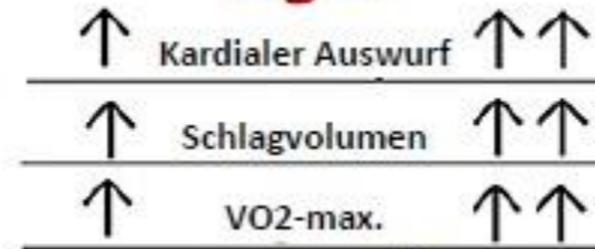
Ergebnisse:

- In den 15"/15" und 4 x 4 min Gruppen waren:
 - 5,5 und 7,2 % Steigerungen VO₂max
 - ca. 10 % im SV nach Intervall-Training

Moderat intensives,
kontinuierliches Training



Hochintensives Intervalltraining/
Sprintintervalltraining



Geringere Gefahr für
Übertraining und
verminderte
Trainingsanpassung

Größeres Risiko für
Übertraining und
verminderte
Trainingsanpassung

Formeln zur Bestimmung der Trainings-HF



Formeln zur Bestimmung der Trainings-HF

Maximale Herzfrequenz (Hfmax)

= 220 minus LA (Jugendliche)

= 208 - LA * 0,7 (Erwachsene)

Formeln zur Bestimmung der Trainings-HF

Karvonen-Formel

- **Trainings-HF = RHF + [HFmax(220 - LA) - RHF] x Train.int]**

Beispiel 1: Zielintensität 60%, RHF = 50, LA 35

Beispiel 2: Zielintensität 80%, RHF = 70, LA 45

- **Trainings HF = (220-35-50=135) x 0,6=81 + 50 RHF = 131 Tr.-Hf**

Trainings HF = (220-45-70=105) x 0,8=84 + 70 RHF = 154 Tr.-Hf

Bsp 1 = 131 Trainings-Hf

Bsp 2 = 154 Trainings-Hf



Formeln zur Bestimmung der Trainings-HF

Hottenrottformel

Herzfrequenzformel nach Hottenrott

Trainings-Herz-Frequenz (THF)

=

Hf max x 0,7 x LFi x TZi x GFi x SPi



Herzfrequenzformel nach Hottenrott

$$\mathbf{THF = Hf_{max} \times 0,7 \times LFi \times TZi \times GFi \times SPi}$$

$$\mathbf{HFmax} = 208 - 0,7 \times LA \quad (\text{Erwachsene})$$

$$\mathbf{HFmax} = 220 - LA \quad (\text{für Kinder und Jugendliche})$$

(Formeln nur anwenden, wenn max.HF durch sportartspezif.

Test nicht bestimmt werden kann!)

X 0,7

LFi Leistungsfaktor (i1=1,0 Einsteiger,
i2=1,03 Fitnesssportler, i3=1,06 Leistungssportler)

TZi Trainingszielfaktoren (i1=1,0 GLA1, i2=1,1 GLA1-2,
i3=1,2 GLA2)

GFi Geschlechtsfaktoren (Männer: i4=1,0, Frauen i1=1,1 niedrig,
i2= 1,06 mittel, i3=1,03 hohe Intensität)

SPi Sportartfaktoren (i1= 1 Laufen)



Hottenrottformel

Beispiel: männlich 25 J. Fitnesssportler

HFmax=208- 0,7 x Lebensalter

(208-0,7 x LA 25 = 190,5)

x 0,7

(x 0,7 = 133,35)

LFi Leistungsfaktoren (i1=1,0 Einsteiger; i2=1,03 Fitnesssportler; i3=1,06 Leistungssportler) (x 1,03 = 137,35)

TZi Trainingszielfaktoren (i1=1,0 GLA 1; i2= 1,1 GLA 1-2-Training, i3= 1,2 GLA 2-Training)

(x 1,0 = 137,35)

GFi Geschlechtsfaktoren (Frauen: i1=1,10 niedrige; i2=1,06 mittlere; i3=1,03 hohe Intensität; Männer: i4=1,0)

(x 1,0 = 137,35)

SPi Sportartfaktoren (i1=1,0 Laufen)

(x 1,0 = 137,35)

Train.-herzfrequenz für den Fitnesssportler = 137,35 Tr.-HF
gegenüber 147 Tr.-HF bei der Karvonenformel



Hottenrottformel

Beispiel: weiblich, 45J. degeneriert

$$\text{HFmax} = 208 - 0,7 \times \text{Lebensalter} \quad (208 - 0,7 \times \text{LA } 45 = 176,5)$$

X 0,7 **(x 0,7 = 123,55)**

LFi Leistungsfaktoren (i1=1,0 Einsteiger; i2=1,03 Fitnesssportler; i3=1,06 Leistungssportler)

$$\text{(x 1,0 = 123,55)}$$

TZi Trainingszielfaktoren (i1=1,0 GLA 1; i2= 1,1 GLA 1-2-Training, i3= 1,2 GLA 2-Training)

$$\text{(x 1,0 = 123,55)}$$

GFi Geschlechtsfaktoren (Frauen: i1=1,10 niedrige; i2=1,06 mittlere; i3=1,03 hohe Intensität; Männer: i4=1,0)

$$\text{(x 1,1 = 135,9)}$$

SPi Sportartfaktoren (i1=1 Laufen)

$$\text{(x 1,0 = 135,9)}$$

Train.-herzfrequenz für die Sportlerin = **135,9 = 136 Tr.-HF**



Trainingsbereiche

Trainingsbereich GA 1-Training

ZIEL:

**Erhalt und Entwicklung der
Grundlagenausdauerfähigkeit,
Erhöhung der aeroben Kapazität.**

METHODE:

Dauermethode, (Fahrtspielmethode)

INTENSITÄT:

**Niedrig bis mittel
70 – 85% der Hf max
Laktat bis 2,5 mmol/l**

DAUER:

Über 45 min.



Trainingsbereich GA 2-Training

ZIEL:

**Entwicklung der Ausdauerfähigkeit
Erhöhung der anaeroben Kapazität**

METHODEN:

**Extensive Intervallmethode
(Fahrtspielmethode)
Wechselhafte Dauer methode**

INTENSITÄT:

**Mittel bis hoch, 80-90% HF max.,
Laktat 3-6 mmol/l**

DAUER:

20-50 min.



Trainingsbereich REKOM

ZIEL:

**Unterstützung der Wiederherstellung
(Erhöhung der Mobilisationsfähigkeit für
nachfolgende intensive Trainingsbelastungen)
Verkürzung der Regenerationszeit
(auch nach dem Krafttraining)**

METHODE:

Dauermethode

INTENSITÄT:

**Sehr niedrig, 60-70% Hf max,
Laktat unter 2mmol/l**

DAUER:

Unter 45 min.



Ausdauertraining in der Therapie

- Lokal wichtig -> Phase 3 im Rehaphasenmodell
- Sehr viel mehr positive Wirkungen des allg. Ausdauertrainings als am HKL
- Primäre Trainingsart ist im Bereich der GLA 1

Verständnisfragen zum Vortrag Ausdauer

1. Nenne neben der HKL-Anpassung 3 weitere Einflussmöglichkeiten des Ausdauertrainings
2. Warum ist das GLA 2 Training nicht so geeignet in der Rehabilitation?
3. Welche Parameter sind für die Bestimmung einer Trainingsherzfrequenz wichtig?