

# **SINN UND GRENZEN EINES PULSGESTEUERTEN AUSDAUERTRAININGS**

27. Unterinntaler Sportmedizinisches Seminar  
Going, 4. Dezember 2010

**Kurt A. Moosburger**  
Facharzt für Innere Medizin  
Sportmedizin - Ernährungsmedizin  
[www.dr-moosburger.at](http://www.dr-moosburger.at)

# Herzfrequenz-Messgeräte

## “Pulsuhr”

- ∅ Brustgurt als Sender
- ∅ Uhr als Empfänger
- ∅ EKG-adäquate Übertragung

# Herzfrequenz-Messgeräte

## “Pulsuhr”

Hintergründe und Motivation:

Ø rational: Steuerung der Belastungsintensitäten  
für das Ausdauertraining

Ø irrational: “Fettverbrennungspuls”  
zum Zwecke des “Abspeckens”

# Herzfrequenz und Ergometer in Fitnessstudios

Der Nonsense einer Einteilung der Belastungsintensität in :

- Ø “*Gesundheitsbereich*” (50-60% HF<sub>max</sub>)
- Ø “*Training zum Fettabbau*”  
“*Training zur Gewichtsreduktion*” (60-70% HF<sub>max</sub>)
- Ø “*Cardiobereich*”, *Herz-Kreislauftraining* (70-80% HF<sub>max</sub>)
- Ø “*Roter Bereich*” (über 85% HF<sub>max</sub>)

# *“Abspecken” durch Sport*

## Zwei gängige Irrmeinungen:

1. Um Körperfett zu reduzieren, braucht es ein Ausdauertraining.
2. Das Ausdauertraining muss dabei mit niedriger Intensität absolviert werden.

Stichworte *“Fettverbrennungspuls”*

*“Fettverbrennungsbereich”*

# *Mythos "Fettverbrennungspuls" zur Gewichtsreduktion*

*Ein "Training zum Fettabbau" oder  
ein "Training zur Gewichtsabnahme"  
zu postulieren, ist Nonsense !*

Die muskuläre Fettverbrennung während eines Trainings hat keine Relevanz für eine langfristige Reduktion des Körperfettanteils !

Das einzig entscheidende Kriterium hierfür ist eine  
**negative Energiebilanz**  
Diese ist ein überdauernder Prozess !

- e Es gibt kein HF-gezieltes "Abspeck"-Training !  
Der Begriff "Fettverbrennungstraining" wird falsch verstanden

# Die Energiebilanz - Energiebilanz...



...entscheidet über den Körperfettanteil

# **“Fettstoffwechseltraining”**

**Gezieltes extensives GA-Training  
in den klassischen LZA-Sportarten  
(Radrennsport, Marathonlauf, Triathlon)**

Gesundheits- bzw. Hobbysportler ohne Marathonambitionen  
brauchen diese spezifische LZA-Trainingsmethode nicht !

*Ein Training im Fettstoffwechselbereich hat nichts mit "Abspecken" zu tun !*

**Weit verbreitetes Fehlverständnis**  
(Fitnessstudios, Fitnessmagazine, Fitnessgurus, Bücher, Fernsehen...)  
“Training zum Fettabbau”  
“Training zur Gewichtsreduktion”  
“Fettverbrennungspuls zur Gewichtsreduktion”

# “Fettstoffwechseltraining”

- ∅ Dauer: Langdauernde (90 min und länger) extensive Trainingseinheiten
- ∅ Intensität: ca. 65% der VO<sub>2</sub>max
  - (Untrainierte ca. 50%, Hochausdauertrainierte bis 75% der VO<sub>2</sub>max)
  - entspricht 70 - 80% der maximalen Herzfrequenz (!)
  - Energiebereitstellung: aerob → 50% Glukose, 50% Fettsäuren
- ∅ Methode: Dauermethode
  - ∈ Entwicklung der Langzeitausdauer (LZA III) durch  
*Ökonomisierung der muskulären Energiebereitstellung*  
*bei länger dauernder Ausdauerbelastung:*  
*Die arbeitende Muskulatur "lernt" (Trainingseffekt), bei gleicher Energieflussrate (Belastungsintensität) mehr Fettsäuren zu verbrennen*  
*Betaoxidation h, Glukoseoxidation i ∈ Einsparung von Muskelglykogen*  
(Das in der Muskulatur gespeicherte Glykogen ist wertvoll, da limitiert)

# Spezifische Literatur

**ROMIJN JA et al:** Standardpublikationen über die Leistungsphysiologie der muskulären Energiebereitstellung

- § *Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration.* Am J Physiol 1993 Sep;265(3Pt1):E280-91
- § *Relationship between fatty acid delivery and fatty acid oxidation during strenuous exercise.* J Appl Physiol 1995 Dec;79(6):1939-45
- § *Substrate metabolism during different exercise intensities in endurance-trained women.* J Appl Physiol 2000 May;88(5):1707-14

weitere Info: *Die muskuläre Energiebereitstellung im Sport*

# Bewegung - Sport - Training

- ∅ Bewegung ist Bewegung
- ∅ Sport ist etwas Soziales oder Kompetitives
- ∅ Training ist *regelmäßige körperliche Bewegung* (Belastung) zum Zwecke der *Leistungssteigerung* bzw.  
*Erhaltung der körperlichen Leistungsfähigkeit*  
auf der Basis von *Wachstumsprozessen*  
in den beanspruchten Organen
- ⌚ Muskulatur: je nach Trainingsreiz
  - à Kraft: Myofibrillen...
  - à Ausdauer: Mitochondrien, Kapillaren...

# Training

*"Bewegung/Sport als Medikament"*

Ein Training hat einen funktionellen Zweck :

Es löst Wachstumsprozesse aus

Körperliche Bewegung, die keine Wachstumsprozesse auslöst,  
ist kein Training !

# Training

## *"Bewegung/Sport als Medikament"*

Katabole Vorgänge laufen ständig von selbst ab.

Anabole Vorgänge bedürfen ständiger Stimuli.

- a Auch zur Erhaltung eines erreichten Zustandes sind ständige Reize notwendig !
- a Training muss daher regelmäßig ganzjährig durchgeführt werden !

Die medizinische Trainingslehre

gilt für jedermann,

für den Anfänger wie für den Profi

# *Bewegung/Sport als "Medikament"*

*Es gibt keine Altersgrenze und keine chronische Erkrankung,  
die ein Training verbieten würde.*

**"Dosierung" eines Trainings:**

1. Intensität ("Dosis")
2. Dauer ("Dosis")
3. Häufigkeit ("Dosisintervall")
4. Umfang ("wöchentliche Gesamtdosis")

WNTZ = wöchentliche Netto-Trainingszeit

*individuell* in Abhängigkeit von *Leistungsfähigkeit* und *Trainingszustand*

# Ausdauertraining

ist mehr als nur ein "Cardiotraining" !

"Cardiotraining" ist ein Modebegriff der Fitnessszene,  
kein Begriff der Trainingslehre

*Kardio-, kardial* (lat.): das Herz betreffend

Trainiert wird die Ausdauer der beanspruchten Muskulatur  
(z.B. Radfahren, Laufen: Beinmuskulatur)

Das Herz ist von Natur aus "ausdauernd", es wird nur als  
"Muskelpumpe" trainiert c> HMV h ( a Sportherz )

# Allgemeine Ausdauer

## Leistungsphysiologische Kriterien

- Ø zyklisch-dynamische Muskelarbeit
- Ø mindestens ein Sechstel der gesamten Skelettmuskulatur (weniger → lokale Muskelausdauer)
- Ø mindestens 3 Minuten

# Ausdauer

Fähigkeit der Muskelzellen, den Energieumsatz (ATP-Produktion) zu steigern

## *"Ermüdungs-Widerstandsfähigkeit"*

- a Fähigkeit, möglichst lange einer Belastung zu widerstehen, deren Dauer und Intensität letztlich zur Ermüdung und damit zur Leistungseinbuße führt
- a Fähigkeit,
  - eine körperliche Tätigkeit länger durchführen zu können
  - danach weniger müde zu sein und
  - sich rascher zu erholen

# “Dosierung”/Steuerung der Belastungsintensität

Eine *direkte Steuerung der Belastungsintensität* ermöglicht die genaueste “Dosierung”:

- Radsport: Wattleistung (z.B. SRM oder Ergometer)
- Schwimmen: Geschwindigkeit (Lichtbalken)
- Laufen (Dauerlauf): Geschwindigkeit (km-Zeit = “pace”) 400m-Zeit (Laufbahn)

“Dosierung” der Belastungsintensitäten anhand der maximalen Leistungsfähigkeit ( $PWC_{max}$ )

Da die  $PWC_{max}$  mit der  $HF_{max}$  korreliert, ist die Verwendung einer Pulsuhr zweckmäßig.

# Ermittlung der Belastungsintensitäten für das Ausdauertraining

Orientierung an der max. Wattleistung bzw. max. HF  
im Breiten- und Gesundheitssport am zweckmäßigsten !

“Untergrenze” : 50% der max. PWC = ca. 70% der max. HF  
bei Untrainierten meist 75% der max. HF !  
(bei Trainierten 65-70% der max. HF)

“Obergrenze” : 70-75% der max. PWC = 85-88% der max. HF  
(bei Trainierten bis 90% der maximalen HF)

Laktatmessung im Breiten- und Gesundheitssport nicht notwendig  
und auch nicht sinnvoll !  
(v.a. nicht mit dem “starren” 2- und 4 mmol-Schwellenkonzept)

Spiroergometrie nicht notwendig  
Berechnung der  $\text{VO}_2$  in ml/min :  $3.5 \times \text{KG} (\text{kg}) + 12 \times \text{Watt} (\text{Mann})$   
 $3.2 \times \text{KG} (\text{kg}) + 12 \times \text{Watt} (\text{Frau})$

# Ermittlung der Belastungsintensitäten für das Ausdauertraining

Wenn man den genauen Ruhepuls kennt  
(= Herzfrequenz unmittelbar nach dem morgendlichen Erwachen)

**KARVONEN-Formel:**

**Prozentsatz der Herzfrequenzreserve plus Ruhepuls**

Herzfrequenzreserve = maximale Herzfrequenz minus Ruhepuls

**C = (max. HF minus Ruhe-HF) x Faktor plus Ruhe-HF**

extensives Ausdauertraining: Faktor ~ 0.6 (+/-)  
intensives Ausdauertraining: Faktor ~ 0.8 (+/-)

# “Pulsuhr” und Ausdauertraining

Training der allgemeinen Ausdauer  
c Grundlagenausdauer-Bereich (GA)

*Merke:*

Der GA-Bereich reicht von der “aeroben” Schwelle (“trainingswirksame” Schwelle, ca. 50% der maximalen PWC) bis zur “anaeroben” Schwelle !

Oft wird der Fehler gemacht, “GA” auf den GA1-Bereich zu beschränken

# “Pulsuhr” und Ausdauertraining

Die Verwendung einer Pulsuhr macht nur Sinn, wenn man über ein Basisverständnis der Physiologie und Leistungsphysiologie verfügt:

- ∅ Die HF ist eine individuelle Größe, sowohl in Ruhe als auch bei Belastung
- ∅ Die Höhe der HF<sub>max</sub> ist individuell  
Die Faustformel “220 minus Alter” ist nicht praktikabel
- ∅ Es gibt “Hochpulser” und “Niedrigpulser” !
- ∅ Die Höhe der HF ist auch von der Sportart abhängig  
(Anteil des Einsatzes der arbeitenden Muskulatur)  
à z.B. höhere HF beim Laufen als beim Radfahren bei vergleichbarer Belastungsintensität

# "Pulsuhr" und Ausdauertraining

- Keine pauschalen HF-Vorgaben  
(z.B. "Puls 130" für ein extensives GA-Training)
- HF-Vergleich nur *intra-individuell*, nie *inter-individuell* !  
Keine kollektive HF-Vorgabe !  
(z.B. bei einem Mannschaftstraining)
- Es ist nicht zulässig, von der HF bei submaximaler Belastung auf die Leistungsfähigkeit zu schließen.  
à Keine Leistungsdiagnostik ohne Ausbelastung !

(Negativbeispiel: Ergometrie ohne Ausbelastung beim Aufnahmetest in die Polizeischule, bei dem "Hochpulser" unterbewertet werden)

# Unzweckmäßigkeit einer Pulsuhr

- ∅ Beim Intervalltraining :  
Weil die Herzfrequenz der Änderung der Belastungsintensität zeitlich "nachhinkt"
- c Die Belastungsintensität im Intervall soll direkt gesteuert werden (Geschwindigkeit / Watt)
- ∅ Bei Vorhofflimmern :  
Weil dabei eine absolute Arrhythmie besteht
- c Steuerung der Belastung entweder direkt oder über Atmung und "Körpergefühl"
- ∅ Ermittlung der Trainings-HF via HRV (*"Own Zone"*)
- ∅ Feststellung des Fitnesszustandes via HRV (*"Own Index"*)

# Weitere Möglichkeit einer Steuerung der Belastungsintensitäten

Neben der Herzfrequenz ist die Atmung (Ventilation) ein brauchbarer Parameter zur Beurteilung und "Dosierung" der Belastungsintensität:

1. Atemtiefe
2. Atemfrequenz

Zunächst Atemtiefe  $h$ , dann auch Atemfrequenz  $h$   
(Bei Untrainierten steigt die Atemfrequenz sofort an)

Beispiel Laufen: Anpassung des Atemrhythmus an die Schrittfrequenz in Abhängigkeit von der Laufgeschwindigkeit (= Belastungsintensität)  
(z.B. 3 Schritte ein, 4 Schritte aus  $\rightarrow$  2:4  $\rightarrow$  2:3  $\rightarrow$  2:2  $\rightarrow$  1:2  $\rightarrow$  1:1)

# Atmung und Belastungsintensität

Ab einer bestimmten Belastungsintensität kommt es zusätzlich zur vertieften Ventilation zu einer fast "sprunghaften" Zunahme der Atemfrequenz.

Diese Hyperventilation ist Zeichen der respiratorischen Kompensation der metabolischen Azidose

⇒ Bereich der "anaeroben Schwelle" !

(einfache Selbstaustestung)

# Einflussfaktoren auf die Herzfrequenz

(neben der Belastungsintensität)

- Ø Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit:  
Körpertemperatur  $\rightarrow$  HF  $\downarrow$
- Ø Inadäquate Sportbekleidung: "Hitzestau"  $\rightarrow$  HF  $\downarrow$
- Ø Höhenlage: HF  $\downarrow$
- Ø Flüssigkeitszufuhr unter Belastung  
CAVE Dehydratation  $\rightarrow$  Blutvolumen  $\downarrow$   $\rightarrow$  HF  $\downarrow$   
außerdem "Kühleffekt" durch Trinken kalter/kühler Getränke
- Ø Mahlzeit kurz vor dem Training: Verdauungsarbeit  $\rightarrow$  HF  $\downarrow$
- Ø Vorangegangene Trainingsbelastung(en) u. Regeneration  
*"Ich bekomme den Puls nicht mehr hinauf"*  
 $\rightarrow$  Overreaching ?  
 $\rightarrow$  OTS im Folgestadium (UPS) ? (parasympathikoton !)

siehe Das Übertrainingssyndrom

siehe Das Übertrainingssyndrom – "state of the art"

# Palpatorische Pulsmessung

ermöglicht keine genaue Steuerung der Belastungsintensität

z.B. 15 sec \* 4

Puls an der Radialis tasten, nicht an der Karotis !

Grund: Der Druck auf den Karotissinus kann reflektorisch die Herzfrequenz senken  
(individuell sensitiver Karotissinus)

Kollegen Michael Spitzbart und Ulrich Strunz

Gesundheits- und Fitness-Gurus

Sportmediziner ???

*... und lag der Puls nur wenige Sekunden über dem*

*“vorgeschriebenen”, war das ganze Training umsonst ...*

(Jeder weitere Kommentar überflüssig)

# Take home message

- Ø Die Kontrolle der Trainings-Herzfrequenzen mittels einer Pulsuhr ermöglicht eine zweckmäßige Steuerung ("Dosierung") des Ausdauertrainings, wenn . . .
- Ø . . . man weiß, dass die Herzfrequenz eine individuelle Größe ist und deshalb Pauschalierungen und inter-individuelle Vergleiche unsinnig sind
- Ø . . . man die Höhe der Trainingsherzfrequenz nicht mit irrationalen Erwartungen verbindet (z.B. "Fettabbau")
- Ø . . . man die Faktoren kennt, die die Herzfrequenz nach oben und unten verändern können

# **Take home message**

**Man soll sich nicht zum “Sklaven” der Pulsuhr machen  
und nicht nur den Blick auf deren Display richten,  
sondern auch auf seine Atmung achten  
und sein Körpergefühl “auf Empfang schalten” !**

**Viel Freude beim Trainieren !**

**(und an jeder sonstigen körperlichen Aktivität)**