

# **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"

- Ø Brustgurt als Sender
- Ø Uhr als Empfänger
- Ø 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 Nonsens einer Einteilung der Belastungsintensität in :

- Ø *"Gesundheitsbereich"* (50-60%  $HF_{max}$ )
- Ø *"Training zum Fettabbau"*  
*"Training zur Gewichtsreduktion"* (60-70%  $HF_{max}$ )
- Ø *"Cardiobereich", Herz-Kreislauftraining* (70-80%  $HF_{max}$ )
- Ø *"Roter Bereich"* (über 85%  $HF_{max}$ )

# *“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“

- Ø Dauer: Langdauernde (90 min und länger) extensive Trainingseinheiten
- Ø Intensität: ca. 65% der  $\text{VO}_2\text{max}$   
(Untrainierte ca. 50%, Hochausdauertrainierte bis 75% der  $\text{VO}_2\text{max}$ )  
entspricht 70 – 80% der maximalen Herzfrequenz (!)  
Energiebereitstellung: aerob → 50% Glukose, 50% Fettsäuren
- Ø Methode: Dauermethode

e Entwicklung der Langzeitausdauer (LZA III) durch  
*Ökonomisierung der muskulären Energiebereitstellung  
bei längerdauernder Ausdauerbelastung:*

*Die arbeitende Muskulatur “lernt“ (Trainingseffekt), bei gleicher  
Energieflussrate (Belastungsintensität) mehr Fettsäuren zu verbrennen*

*Betaoxidation h, Glukoseoxidation i e 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

- Ø Bewegung ist Bewegung
- Ø Sport ist etwas Soziales oder Kompetitives
- Ø **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 Altergrenze 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:  $3.5 \times \text{KG (kg)} + 12 \times \text{Watt (Mann)}$   
 $3.2 \times \text{KG (kg)} + 12 \times \text{Watt (Frau)}$

# 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

⊂ 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:

- Ø Die HF ist eine individuelle Größe, sowohl in Ruhe als auch bei Belastung
- Ø Die Höhe der  $HF_{\max}$  ist individuell  
Die Faustformel "220 minus Alter" ist nicht praktikabel
- Ø Es gibt "Hochpulser" und "Niedrigpulser" !
- Ø 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 "Hochpulsler" unterbewertet werden)

# Unzweckmäßigkeit einer Pulsuhr

- Ø Beim Intervalltraining :  
Weil die Herzfrequenz der Änderung der Belastungsintensität zeitlich "nachhinkt"
- Die Belastungsintensität im Intervall soll direkt gesteuert werden (Geschwindigkeit / Watt)
- Ø Bei Vorhofflimmern :  
Weil dabei eine absolute Arrhythmie besteht
- Steuerung der Belastung entweder direkt oder über Atmung und "Körpergefühl"
- Ø Ermittlung der Trainings-HF via HRV (*"Own Zone"*)
- Ø 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 → 2:4 → 2:3 → 2:2 → 1:2 → 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  $\uparrow$
- Ø Inadäquate Sportbekleidung: "Hitzestau"  $\rightarrow$  HF  $\uparrow$
- Ø Höhenlage: HF  $\uparrow$
- Ø Flüssigkeitszufuhr unter Belastung  
CAVE Dehydration  $\rightarrow$  Blutvolumen  $\downarrow$   $\rightarrow$  HF  $\uparrow$   
außerdem "Kühleffekt" durch Trinken kalter/kühler Getränke
- Ø Mahlzeit kurz vor dem Training: Verdauungsarbeit  $\rightarrow$  HF  $\uparrow$
- 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)**