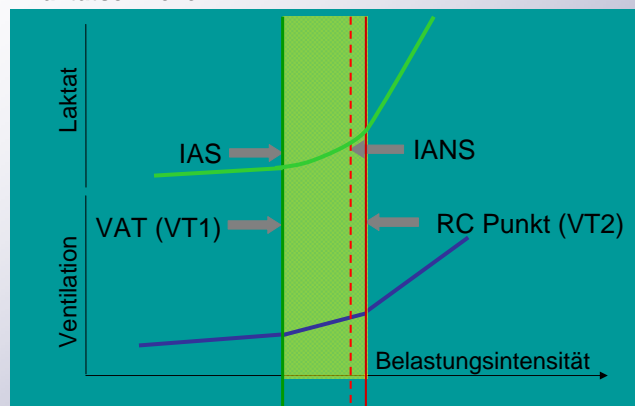


Fettpuls, GPS-Sensor und Pulsuhr Was taugt zur Trainingssteuerung in der niedergelassenen Praxis?

Dr. phil. Andreas Greiwing
Zentrum für Sportmedizin GmbH

Trainingsintensitäten, bezogen auf ventilatorische und Laktatschwellen



RK (REKOM) =
Regeneration/Kompensation

GA = Grundlagenausdauer

WSA = Wettkampfspezifische
Ausdauer

TZ = Trainingszone

RE.	GA1	GA 1-2	GA2	WSA
Leicht TZ1		Mittel TZ2		Hoch TZ3
Kompen- sation		Exten- siv		Intensiv / Intervall

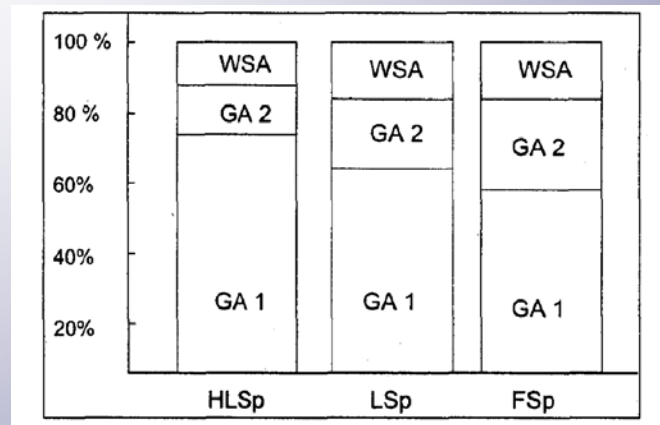
Hottenrott & Neumann 2008

Belastungsintensität nach
Lucia et al 1999 und Esteve-
Lanao et al. 2005

Meyer et al. 1999

Schomaker & Greiwing 2009

Welche Ausdauerbereiche sollten wie gewichtet werden?



Hottenrott & Neumann 2008, S. 162

Steuerungsmöglichkeiten im Ausdauertraining

- ❖ Subjektives Empfinden
(RPE = Rate of Perceived Exertion = Rate der empfunden Anstrengung → z. Bsp. Borg Skala)
- ❖ Herzfrequenz
- ❖ Geschwindigkeit



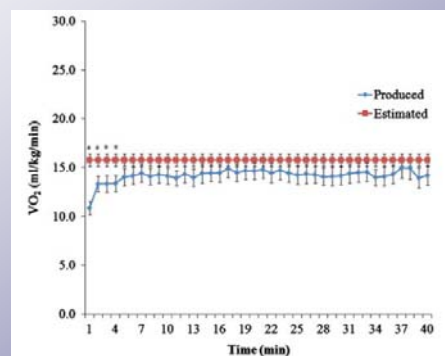
RPE-Skala

		Äquivalent %HRmax	Äquivalent %VO2max
6			
7	Sehr, sehr leicht		
8			
9	Sehr leicht		
10			
11	Recht leicht	52 – 66	31-50
12			
13	Etwas anstrengender	61-85	51-75
14			
15	Anstrengend	86-91	76-85
16		92	85
17	Sehr anstrengend		
18			
19	Sehr, sehr anstrengend		
20			

Skalen zur Erfassung des subjektiven Belastungsempfindens
(modifiziert nach Borg, 1982 und McArdle 2007)

Eichung des Belastungsempfindens

- Wird das Belastungsempfinden durch einen laborgestützten Ausdauerstest geeicht, so ist eine RPE-gestützte Trainingssteuerung, die zu einer definierten metabolischen Belastung führt, möglich.



Zeitverlauf der relativen Sauerstoffaufnahme bei einer durch den Probanden gesteuerten Belastungsintensität.

Rote Linie: 50% der VO2peak

Blaue Linie: Tatsächliche Sauerstoffaufnahme

* = $p < 0.05$

Kang et al. 2009

Herzfrequenz

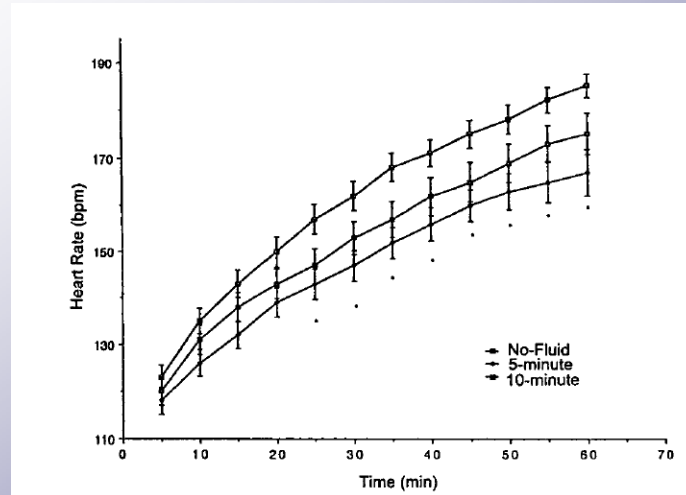
- Die Herzfrequenz (HF) eignet sich als repräsentative Messgröße zur Beurteilung des Zustandes des Herz-Kreislaufsystems.



Einflussfaktoren auf die Herzfrequenz

- Umgebungstemperatur
- Tageszeit
- Ernährungssituation
- Hydratisierungszustand

Hydratisierungszustand



Einfluss der Flüssigkeitszufuhr auf die Herzfrequenz
Murray et al., 1995

Beispiel: 3:20 Stunden Lauf ohne Flüssigkeitsaufnahme



Herzfrequenz eines Marathon laufenden Nashorns

(Chapman-Jones & George, 1999)



- Fragestellung:
Wie wirkt sich das Tragen von extremen Kleidungen auf die Herzfrequenz aus?
- Eine 24 jährige Probandin mit einer Marathon Bestzeit von 3:20 Minuten im London Marathon 1998 lief den LM 1999 in einem 16 kg schweren Nashornkostüm
- Sie erreichte das Ziel in 4:35



Trainingssteuerung über die Laufgeschwindigkeit: *Footpod*



Foodpods (Beschleunigungsaufnehmer)

- sind kleine und leichte Beschleunigungssensoren, die an der Schnürung des Laufschuhs befestigt werden (z.B. Suunto® Footpod: 27 Gramm; Polar® S3 Footpod: 21 Gramm)
- erreichen ohne vorherige Kalibrierung eine Genauigkeit von 97% in der Strecken- und Laufgeschwindigkeitsmessung (Herstellerangaben der Firmen Suunto® und Polar®)
- Die Messgenauigkeit kann durch eine Kalibrierung auf den Schuhtyp, den Untergrund sowie den Laufstil noch gesteigert werden
- In eigenen Tests wurden diese Angaben durch maximal gemessene Abweichungen von 300 m auf 15 km Laufstrecke bestätigt (Suunto® T6c mit kalibriertem Footpod)

Trainingssteuerung über die Laufgeschwindigkeit: *GPS-Sensor*



GPS-Sensoren

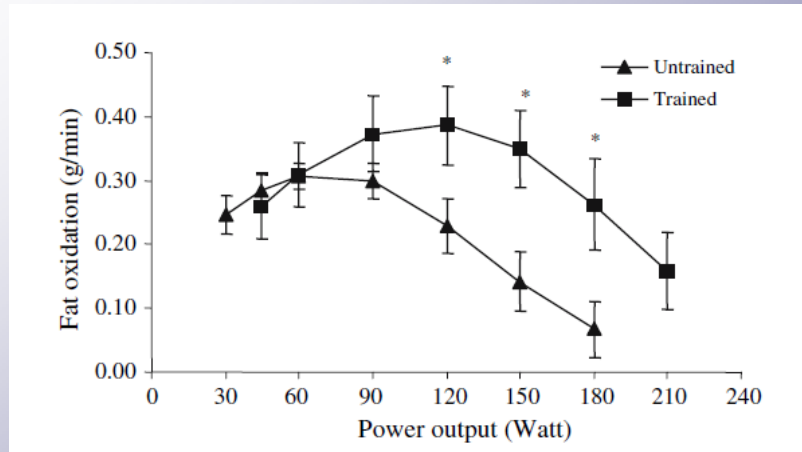
- müssen nicht kalibriert werden
- können auch im Radsport oder für das Inline Skating genutzt werden
- brauchen Empfang zu 4 Satelliten um eine exakte Positionsmessung zu gewährleisten
- Hauptnachteil: relativ träge Reaktion der Messwerte auf Geschwindigkeitsänderungen des Sportlers
- in bewaldeten oder dicht bebauten Regionen kann es zu Empfangsstörungen des GPS-Signals kommen
- für die Steuerung von Fahrtspiel oder Intervalltrainingseinheiten wenig geeignet

Bedeutung der Fettverbrennung für den Ausdauersportler

- Fette und Kohlenhydrate bilden die hauptsächlichen Energielieferanten bei moderaten Belastungsintensitäten.
- Jeukendrup (2005) beziffert den Bereich der maximalen Fettverbrennung für Belastungsintensitäten zwischen 50 und 65% der maximalen Sauerstoffaufnahme.
- Stisen et al. (2006) nennen für den Bereich der maximalen Fettverbrennung eine Belastungsintensität von ca. 55% der maximalen Sauerstoffaufnahme.

Maximal fat oxidation rates in endurance trained and untrained women I

Stisen et al. 2006

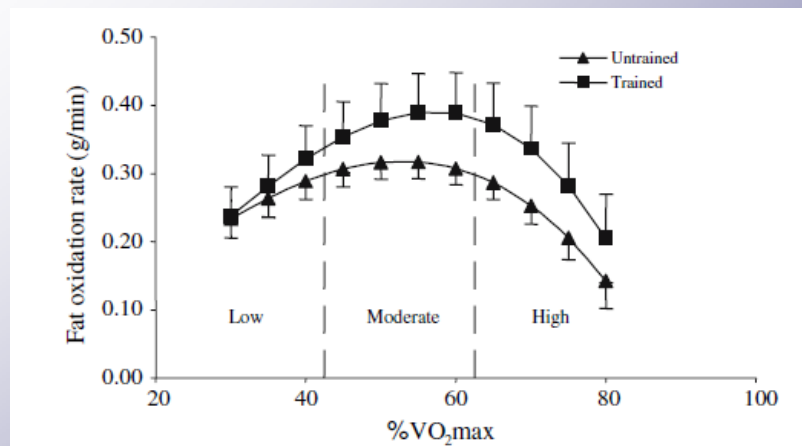


Entwicklung Fettverbrennung gegenüber der absoluten Leistung in Watt.

* = $p < 0.05$

Maximal fat oxidation rates in endurance trained and untrained women Ia

Stisen et al. 2006

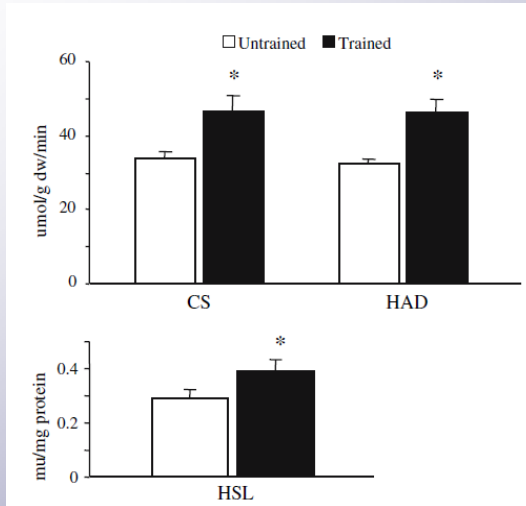


Entwicklung Fettverbrennung gegenüber der relativen Belastungsintensität %VO₂max.

* = $p < 0.05$

Maximal fat oxidation rates in endurance trained and untrained women II

Stisen et al. 2006



Enzymaktivität bei trainierten und untrainierten Frauen.

CS = Citrat-Synthase

HAD = β -Hydroxylacyl-CoA-Dehydrogenase

HSL = hormonsensitive Lipase

Zusammenfassung zur Bedeutung des Fettverbrennung im Ausdauersport



- Die Steigerung der Fettoxidation ist für Ausdauersportler und auch unter gesundheitlichen Aspekten ein sinnvolles Trainingsziel (Jeukendrup 2005).
- Die Kapazität der Fettoxidation ist durch geeignete Trainingsmethoden trainierbar.
- Geeignete Trainingsmethoden sind hierbei:
 - Das klassische Fettstoffwechseltraining → > 120 Minuten Belastungsdauer; Belastungsintensität 60-70% der VO₂max
 - Hochintensive Kurzzeitintervalle → Maximale Belastungsintensitäten über 30 Sek. mit 4 Minuten Pausendauer

Praktische Empfehlungen für die Belastungssteuerung des Fitnesssportlers



- Möglichkeit 1: Steuerung über das subjektive Belastungsempfinden ohne Labortests
- Möglichkeit 2: Steuerung über das subjektive Belastungsempfinden mit Labortests
- Möglichkeit 3: Steuerung über Herzfrequenz- Trainingszonen basierend auf der geschätzten (208 – 07 x Lebensalter; Tanaka et al. 2001) oder besser bestimmten maximalen Herzfrequenz ohne Labortests
- Möglichkeit 4: Steuerung über Herzfrequenz- Trainingszonen basierend auf Labortests
- Möglichkeit 5: Steuerung über Geschwindigkeiten bzw. Wattvorgaben basierend auf Labortests

Weitere Entwicklungen in der Belastungssteuerung



- Belastungssteuerung über Herzfrequenz-Variabilität
 - Suunto® Taingeffektberechnung (TE) basierend auf der Sauerstoffschuld (Excess Post Exercise Oxygen Consumption EPOC)
 - Polar OwnZone bestimmt die individuellen Belastungszonen des Sportlers.

Empfehlenswerte Literatur



- Hottenrott, K & Neumann, K. (2008). Methodik des Ausdauertrainings. Beiträge zur Lehre und Forschung im Sport, Band 165. Schorndorf: Hoffmann.



- Kroidl, Schwarz, Lehnick (2009). Kursbuch Spiroergometrie. Stuttgart: Thieme.

Literatur

- Chapman-Jones, D., & George, M. (1999). Heart rate of a rhinoceros running a marathon. *British Journal of Sports Medicine*, 33(5), 365-366.
- Esteve-Lanao, J., San Juan, A. F., Earnest, C. P., Foster, C., & Lucia, A. (2005). How do endurance runners actually train? Relationship with competition performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(3), 496-504.
- Hottenrott, K., & Neumann, G. (2008). *Methodik des Ausdauertrainings* (Vol. 165). Schorndorf: Hoffmann.
- Jeukendrup, A. E. (2005). Fettverbrennung und körperliche Aktivität. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 56(9), 337-338.
- Kang, J., Chaloupka, E. C., Biren, G. B., Mastrangelo, M. A., & Hoffman, J. R. (2009). Regulating intensity using perceived exertion: effect of exercise duration. *European Journal of Applied Physiology*, 105(3), 445-451.
- Lucia, A., Hoyos, J., Carvajal, A., & Chicharro, J. L. (1999). Heart rate response to professional road cycling: the Tour de France. *International Journal of Sports Medicine*, 20(3), 167-172.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2007). *Exercise physiology* (6th ed. ed.). Baltimore: Lippincott William & Wilkins.
- Meyer, T., Gabriel, H. H., & Kindermann, W. (1999). Is determination of exercise intensities as percentages of VO₂max or HRmax adequate? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(9), 1342-1345.
- Murray, R. (1995). Fluid needs in hot and cold environments. *International Journal of Sport Nutrition*, 5 Suppl, S62-73.
- Schomaker, R., & Greiwing, A. (2009). Sport- und Präventivmedizin: Die Spiroergometrie in der Ausdauerleistungsdiagnostik. In R. F. Kroidl, S. Schwarz & B. Lehnick (Eds.), *Kursbuch Spiroergometrie (im Druck)* (2. ed.). Stuttgart: Thieme.
- Stisen, A. B., Stougaard, O., Langfort, J., Helge, J. W., Sahlin, K., & Madsen, K. (2006). Maximal fat oxidation rates in endurance trained and untrained women. *European Journal of Applied Physiology*, 98(5), 497-506.