

Ein neuer Algorithmus zur Bestimmung der 2. ventilatorischen Schwelle (VT2)

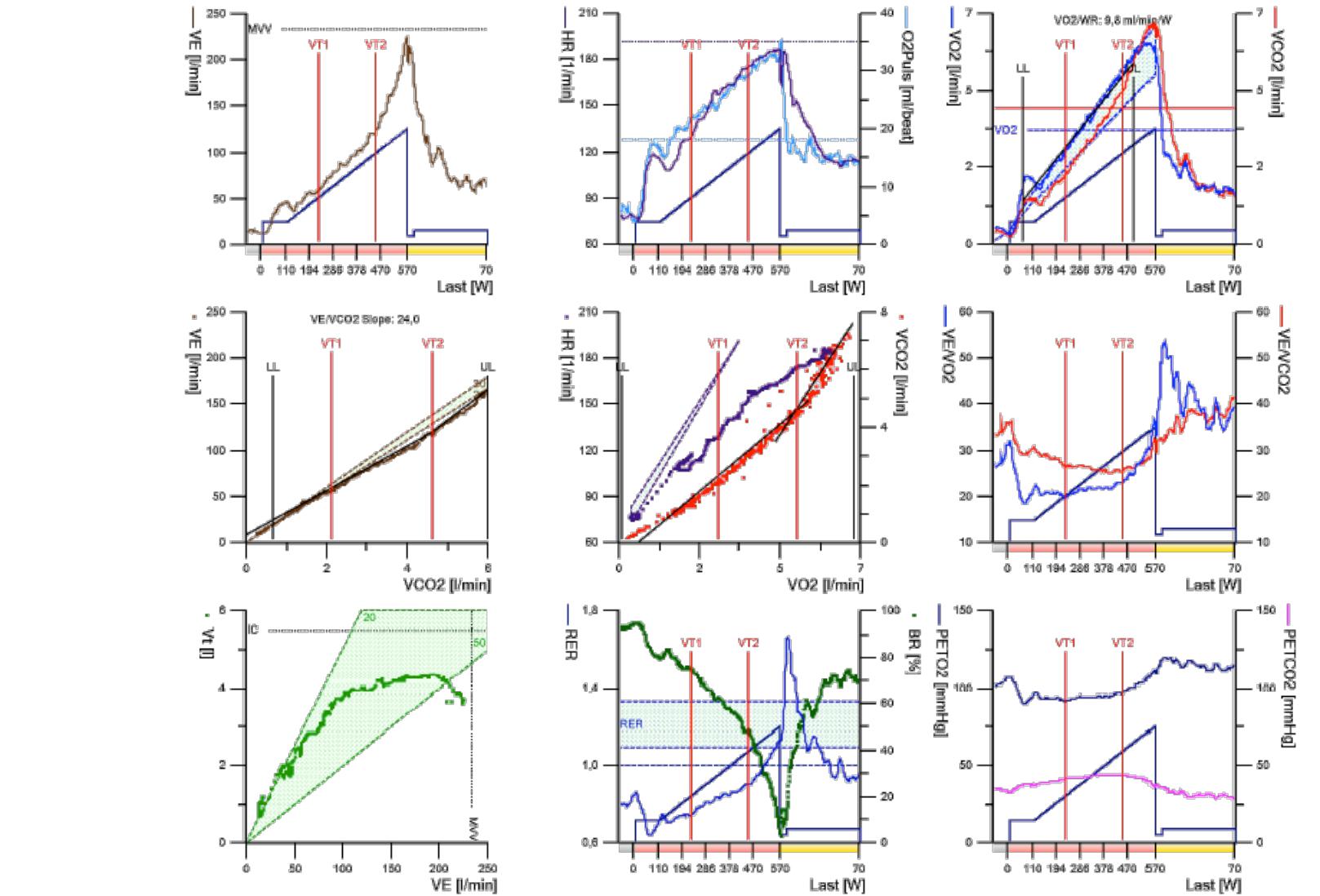
– ein Vergleich mit Experten-Ratings

Thumm¹, P., N. Sharma², M. Gruber¹ & D. Saupe²

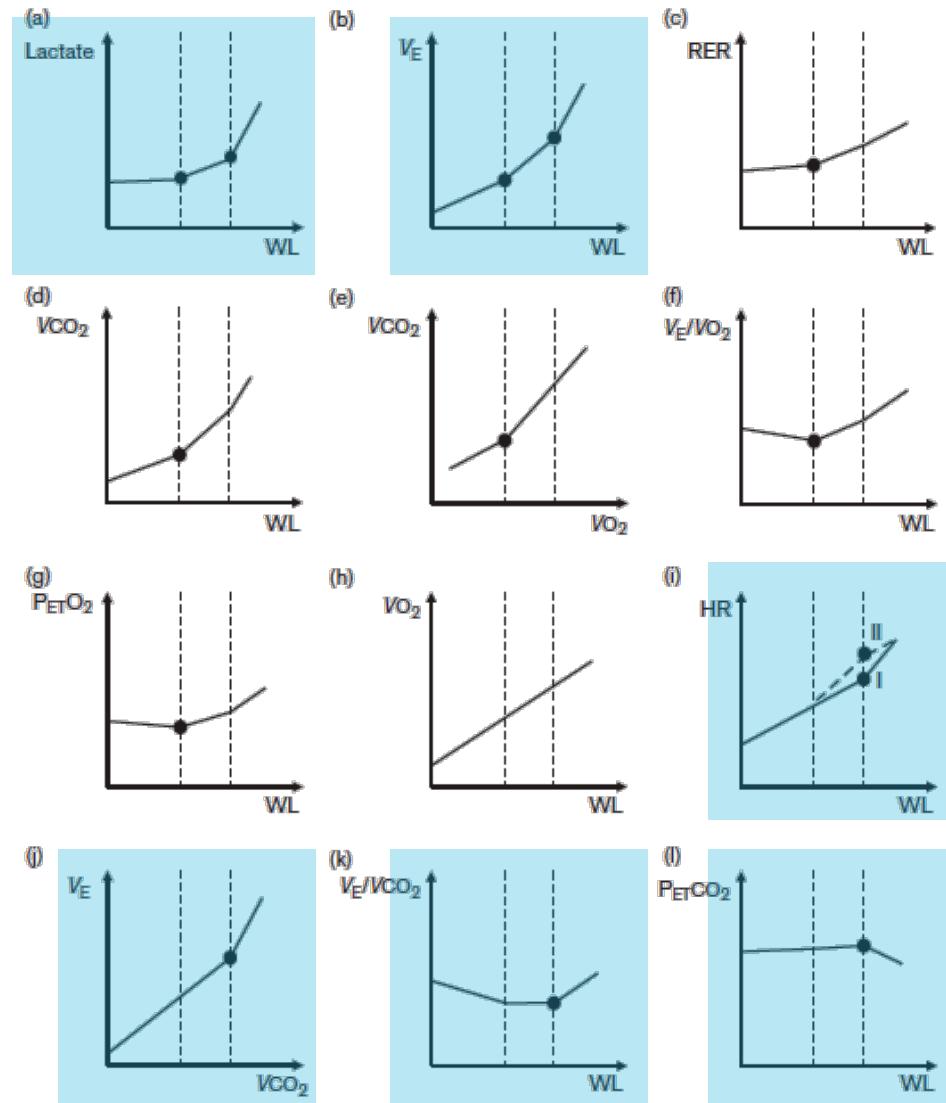
¹Sensorimotor Performance Lab, **Prof. Dr. Markus Gruber**, Universität Konstanz

²Multimedia Signal Processing Group, **Prof. Dr. Dietmar Saupe**, Universität Konstanz

Spiroergometrie → Wasserman 9-Felder-Grafik



Ventilatorische Schwellen

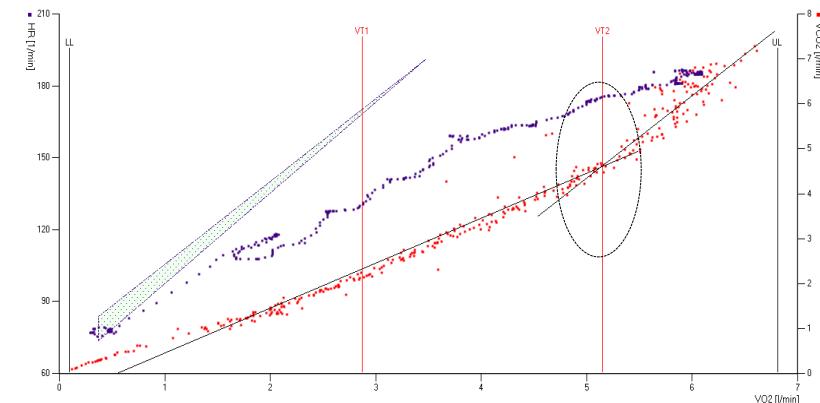
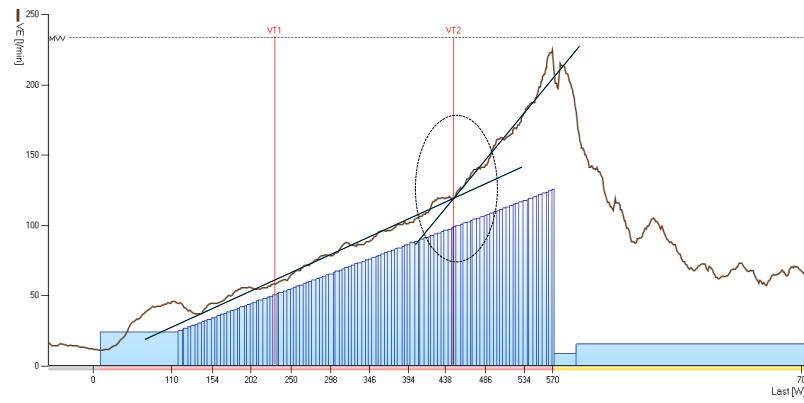


(Binder et al., 2008)

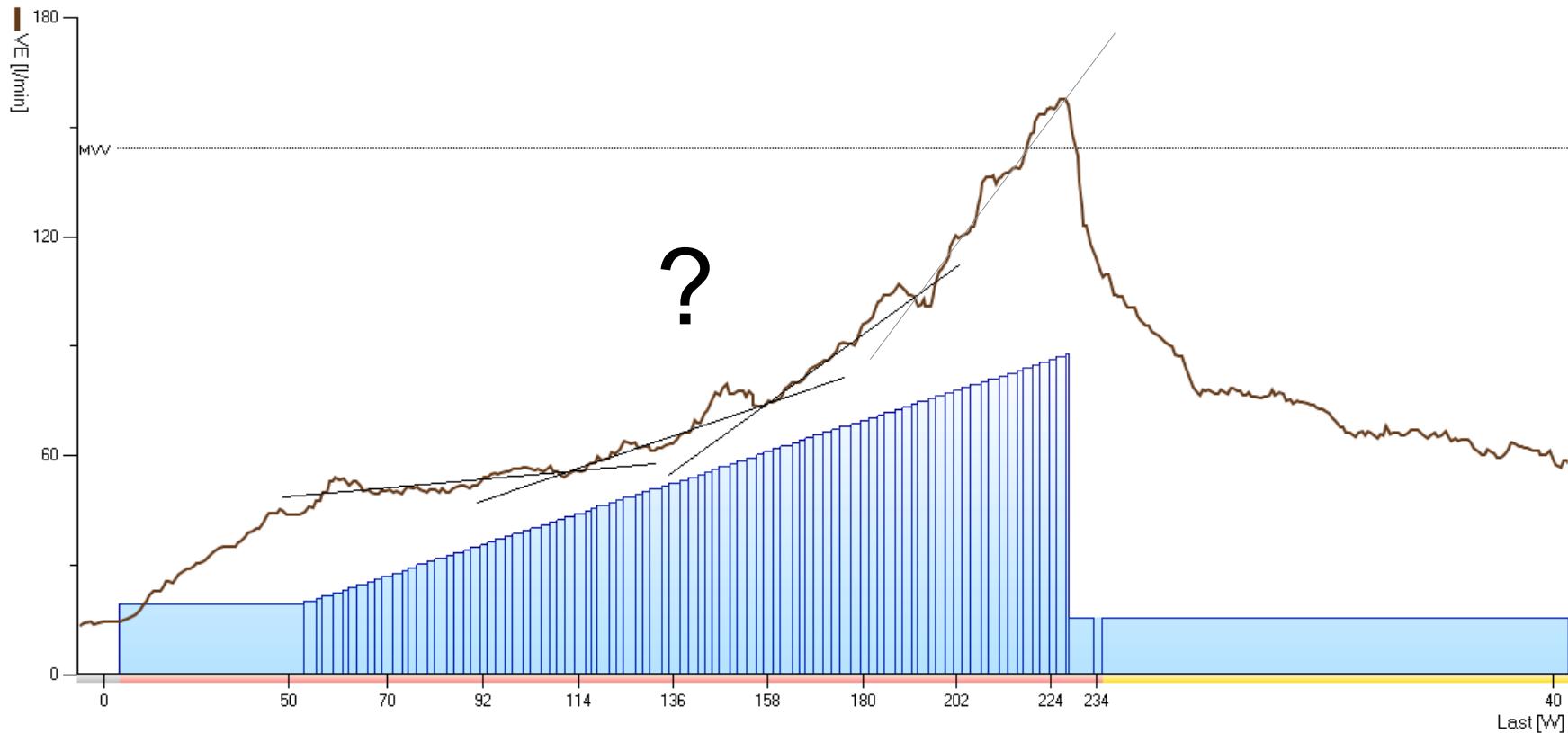
Zweite ventilatorische Schwelle (VT2)

- respiratorischer Kompensationspunkt Wasserman et al. (1973)
- Ende des aerob-anaeroben Übergangsbereiches Kindermann W. (2004)
- „erkennbare respiratorische Kompensation einer im weiteren Verlauf der Belastung auftretenden metabolischen Azidose“

Positionspapier der AG-Spiroergometrie zu ventilatorischen und Laktatschwellen.



Problematik - Subjektive Ratings



Algorithmen: Brute-Force, Breakpoint, Dmax, V-Slope, simplified V-Slope

→ keine übereinstimmenden Ergebnisse

(Ekkekakis et al., 2008)

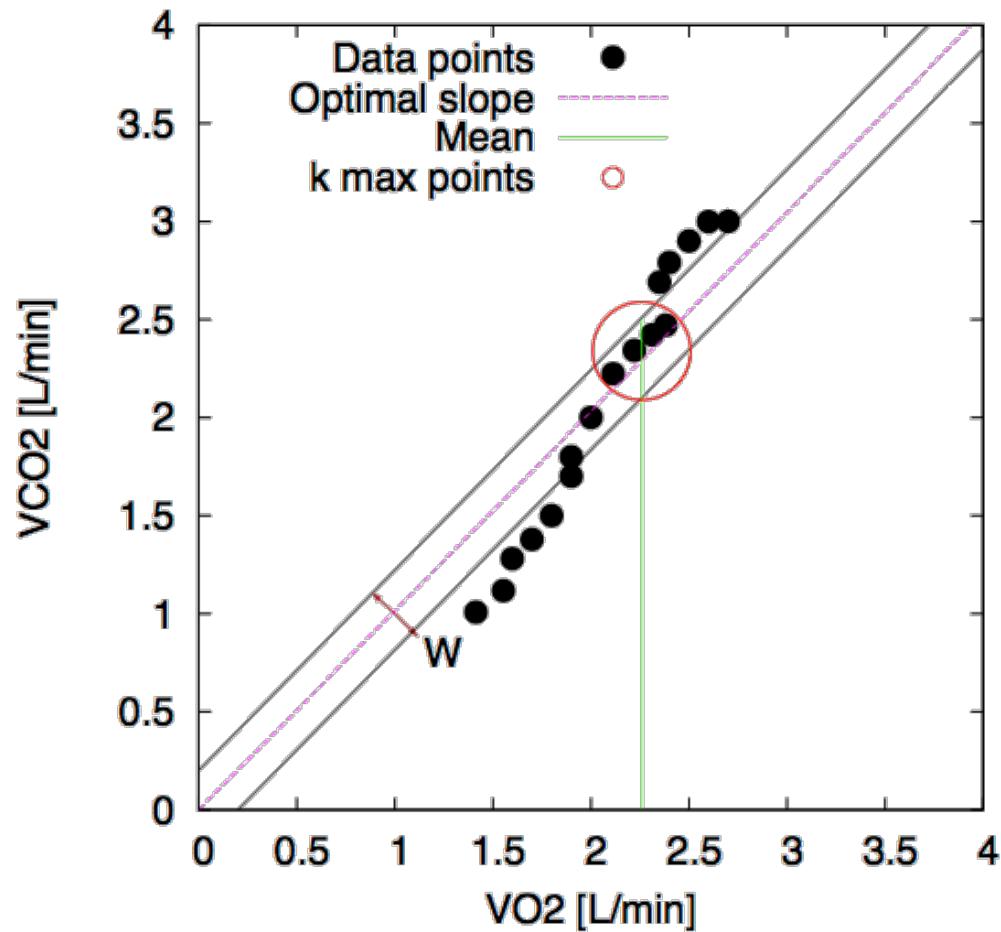
Zielstellung

**Entwicklung eines
objektiven, durch Experten bestätigtes
Auswertungsverfahrens**

Ablauf



Methodik – Adapting Slope Algorithm (ASA)



- Steigung (Start): 0.9
- k Punkte, Abstand < w
- ab n=400 → k=4, w=0.045
- Bedingungen:
 - 1) $60\% \text{VO}_2\text{max} > \text{VT2} < 90\% \text{VO}_2\text{max}$
 - 2) $80\% \text{HRmax} > \text{VT2} < 95\% \text{HRmax}$
 - 3) kein Anstieg von $P_{\text{ET}}\text{CO}_2$ folgend

Falls nicht zutreffend:
→ Wiederholung mit Slope +0.02

Methodik – Online Survey

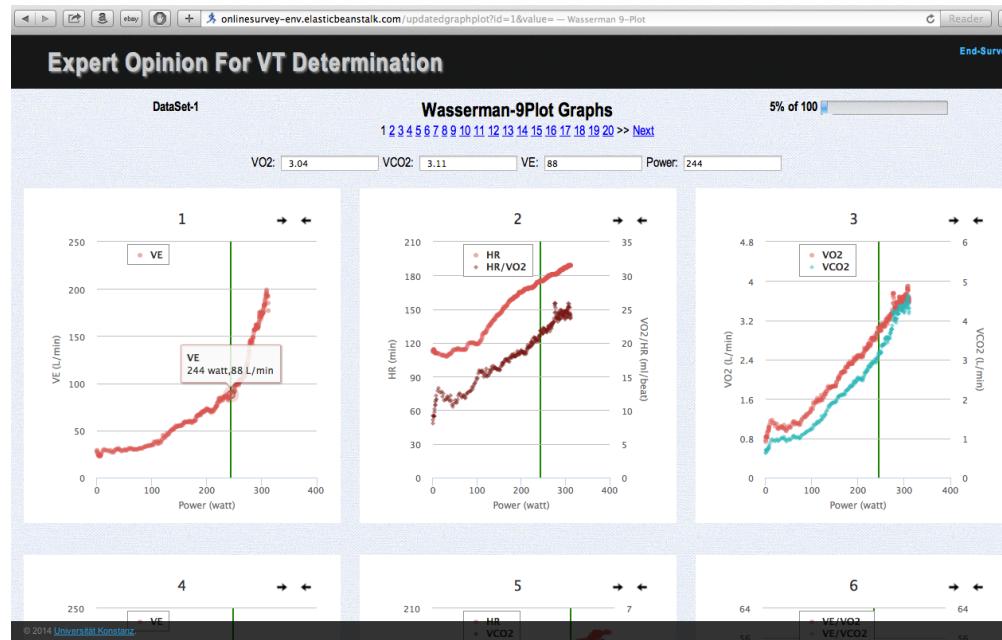
- **n = 20 (19m/1w)**
- **41 ± 17y, 178 ± 8cm, 77 ± 10kg**
- **inaktiv bis Amateur-Level**



- **Individualisiertes Rampenprotokoll (Radergometer)**
 - Start zwischen 40 und 110 W, Steigerung 19 - 55 W pro Minute
 - Ziel: Testdauer 10 bis 12 min
 - VO₂ , VCO₂ , VE - breath-by-breath
- (Ergostik, Geratherm Respiratory, Germany)**

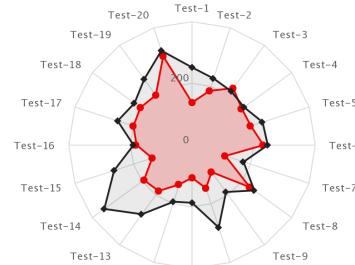
Methodik – Online Survey

- **Online Experten-Befragung**
 - über 100 persönliche Einladungen versendet
 - anonyme Ratings für 20 Datensätze
 - **10 korrekt übermittelte Rückmeldungen**

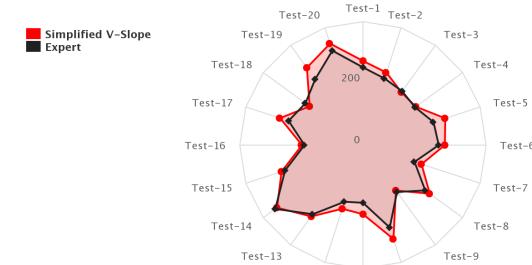


Ergebnisse

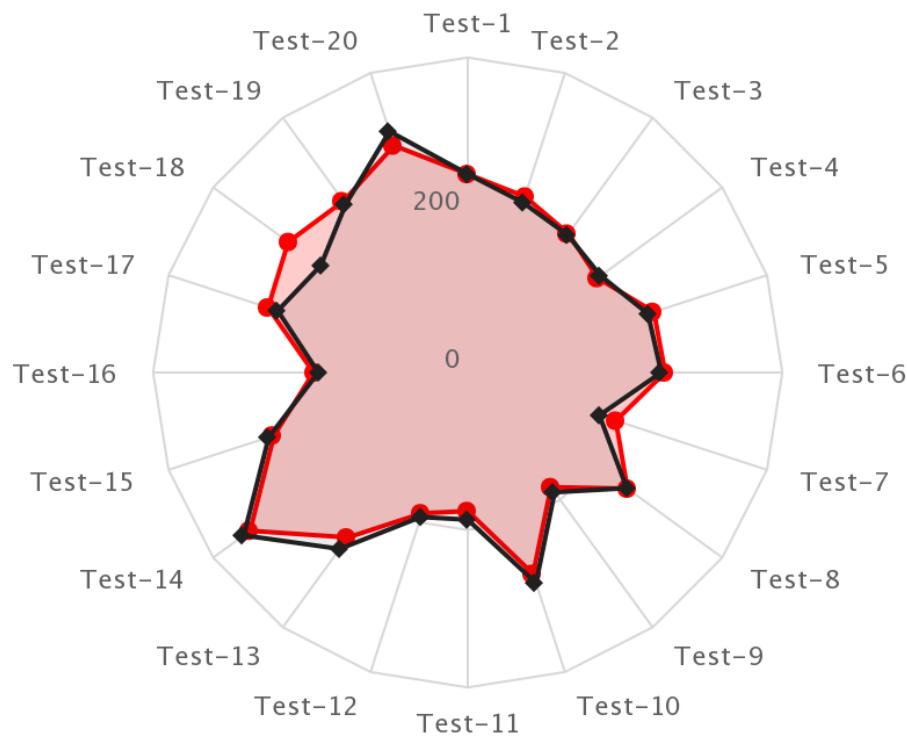
Expert Readings Vs Simplified V-Slope



Expert Readings Vs V-Slope

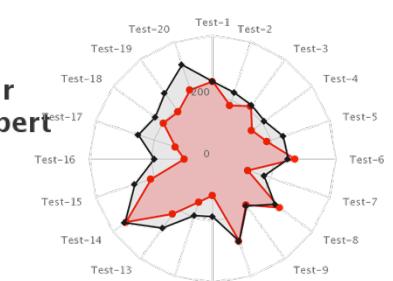


Expert Readings Vs Our Algorithm



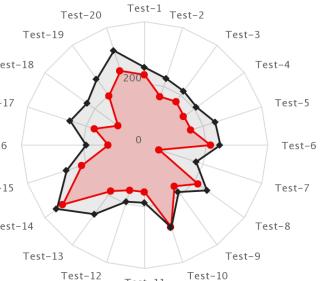
**Our
Expert**

Expert Readings Vs Brute-Force



**Brute-Force
Expert**

Expert Readings Vs Break-Point

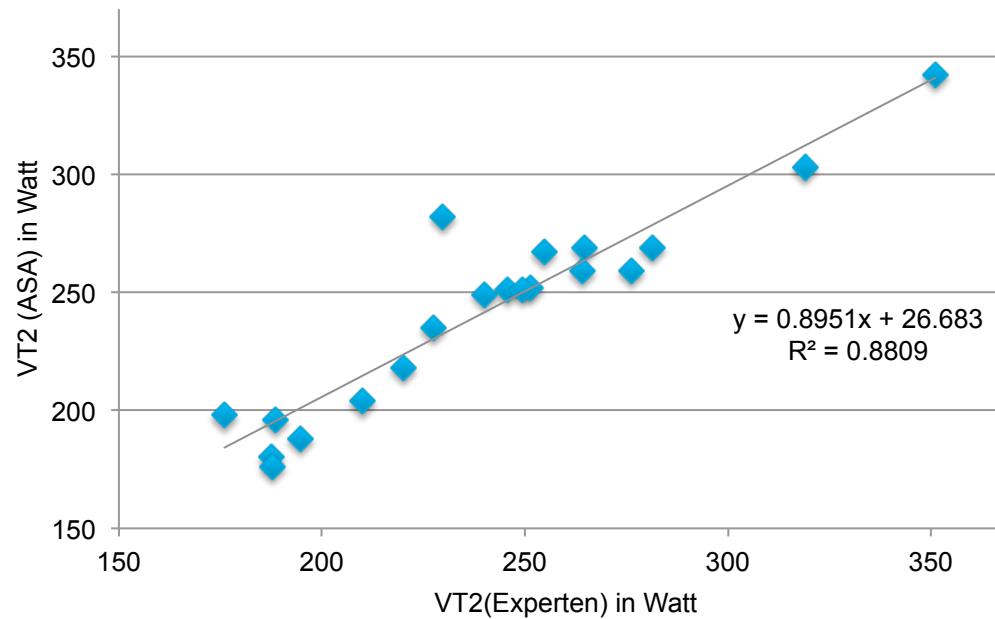


**Break-Point
Expert**

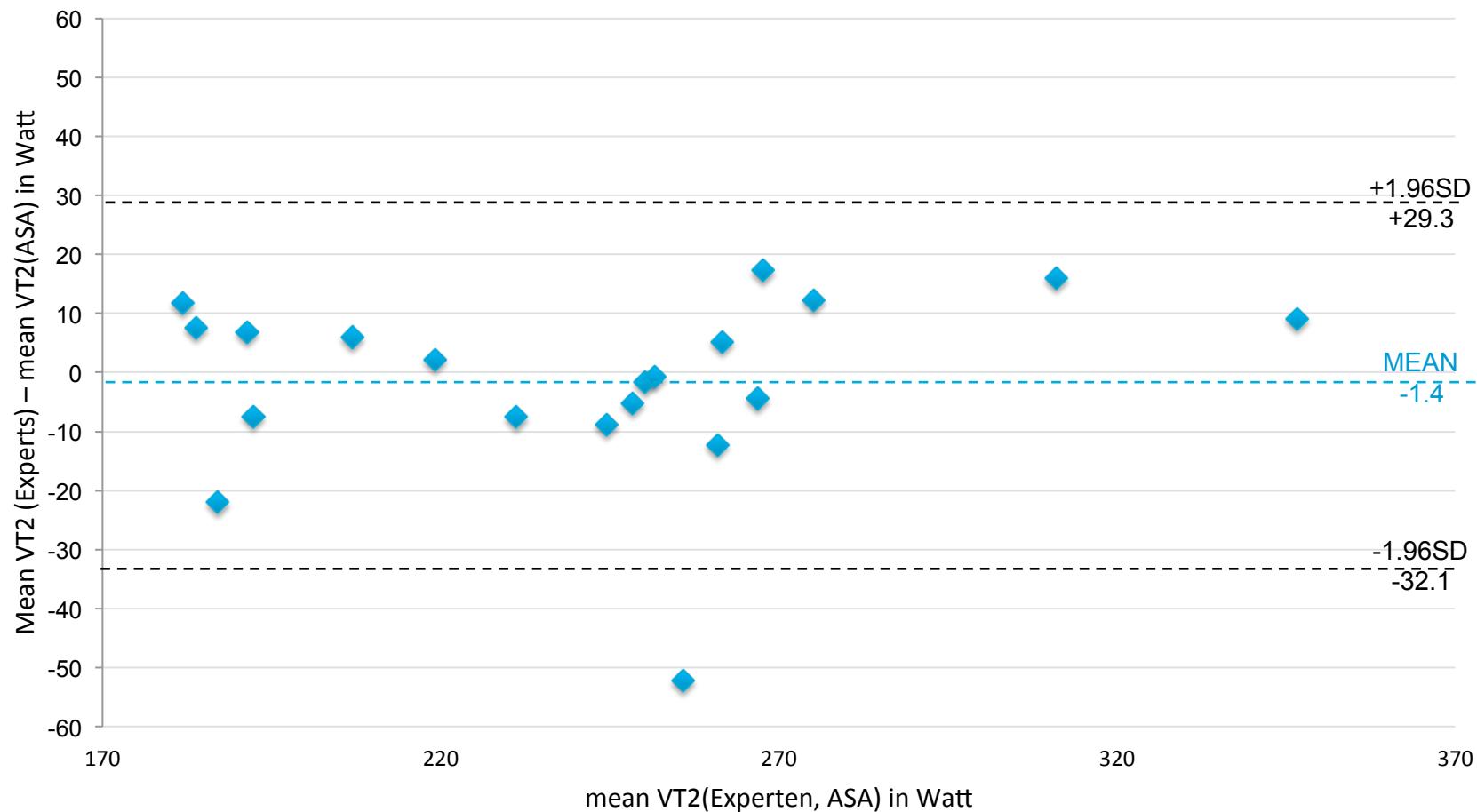
Highcharts.com

Ergebnisse

	VT2 _{ASA}	VT2 _{Experten}	Sig.
Mean ± SD (W)	242 ± 43	241 ± 45	p=0.69
Korrelation r	0.939		p<0.001



Ergebnisse



Diskussion

- **biologische und technische Abweichungen: 1.7 – 5.6%**

(Katch et al., 1982; Prud'homme et al., 1984; Zhou et al., 1997)

- **Kombination mehrerer Algorithmen vorteilig**

(Gaskill et al., 2001)

- **Algorithmen-Übertragung von Rad/Laufband und Zielgruppen schwierig**

- **objektive Schwellenbestimmung durch Algorithmen sinnvoll**

→ Interpretation durch Physiologe notwendig

(Bisi et al., 2011)

Zusammenfassung

- Problem: Kein Goldstandard zur VT2-Bestimmung vorhanden
→ Studien vergleichen nur Algorithmen untereinander (z.B. Ekkekakis et al, 2008)
- erste Studie mit Expertenratings als „Ground Truth“
- hohe Korrelation zwischen $VT2_{ASA}$ und $VT2_{Experten}$ ($r=0.939$, $p<0.001$)
- geringer absoluter mittlerer Unterschied ($MAD = -1,4 \pm 16W$)

Erster Ansatz eines Algorithmus mit:

- **automatischer Anpassung an den Datensatz**
- **Kontrolle des Ergebnisses und ggf. Neubestimmung**

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

**Gerne beantworte ich Fragen zur bisherigen und
zukünftigen Entwicklung!**

Literatur

Kindermann W. Anaerobe Schwelle. Dtsch Z Sportmed 2004; 55:161-162.

Wasserman K, Whipp BJ, Koyl SN, Beaver WL. anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. J Appl Physiol 1973; 35: 236–243

Binder RK, Wonisch M, Corra U, Cohen-Solal A, Vanhees L, Saner H, and Schmid JP. Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation 2008, 15:726–734.

GASKILL, S. E., B. C. RUBY, A. J. WALKER, O. A. SANCHEZ, R. C. SERFASS, and A. S. LEON. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. Med. Sci. Sports Exerc., Vol. 33, No. 11, 2001, pp. 1841–1848.

KATCH, V. L., SADY S. S., FREEDSON P. Biological variability in maximum aerobic power. Med. Sci. Sports Exerc. 14:21–25, 1982.

PRUD'HOMME, D., C. BOUCHARD, C. LEBLANC, F. LANDRY, G. LORTIE, and M. R. BOULAY. Reliability of assessments of ventilatory thresholds. J. of Sports Science. 2:13–24, 1984.

ZHOU, S., and S. B. WESTON. Reliability of using the D-max method to define physiological responses to incremental exercise testing. Physiol. Measurement. 18:145–154, 1997