

Leistungsdeterminanten im Mittelstreckenlauf

Neue Erkenntnisse aus der SimProRun- Studie

SCHWARZ YM, NOLTE S, FUCHS M, GEHLERT G, SLOWIG Y, SCHIFFER A, FOITSCHIK T, ABEL T, QUITTMANN OJ



Deutsche
Sporthochschule Köln

German Sport University Cologne

Institut für Bewegungs- und Neurowissenschaft

What is new?!

REVIEW ARTICLE

Sports Med. 19 (4): 268-277, 1995
0112-1642/95/0004-0268/\$05.00/0

© Adis International Limited. All rights reserved.

Physical Fitness and Performance

Determinants of 800-m and 1500-m Running Performance Using Allometric Models

STEPHEN A. INGHAM¹, GREGORY P. WHYTE², CHARLES PEDLAR³, DAVID M. BAILEY¹, NATALIE DUNMAN³, and ALAN M. NEVILL⁴

¹English Institute of Sport, Loughborough University, Loughborough, Leicestershire, UNITED KINGDOM;

²Research Institute for Sport and Exercise Science, Liverpool John Moores University, Henry Cotton Campus, Truman Road, Liverpool, UNITED KINGDOM; ³English Institute of Sport, St. Mary's College, Twickenham, UNITED KINGDOM; and

⁴Department of Sports Studies, University of Wolverhampton, Walsall Campus, Walsall, UNITED KINGDOM

Ingham et al. (2008) *Phys Fit Perf*

Physiological Factors Associated with Middle Distance Running Performance

L. Jerome Brandon

Georgia State University, Atlanta, Georgia, USA

Brandon (1995) *Sports Med*

J Appl Physiol 107: 478–487, 2009.

First published May 28, 2009; doi:10.1152/jappphysiol.91296.2008.

Differential modeling of anaerobic and aerobic metabolism in the 800-m and 1,500-m run

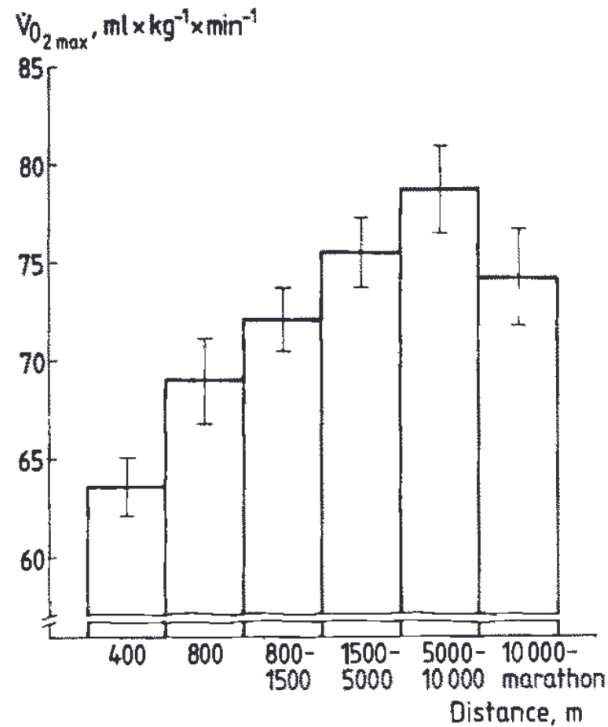
Véronique Billat,¹ Laurence Hamard,¹ Jean Pierre Koralsztejn,² and R. Hugh Morton³

¹Faculty of Sport Sciences, University of Evry-Val d'Essonne, Evry, France; ²Sport Medicine Center CCAS, Paris, France; and ³Institute of Food, Nutrition, and Human Health, Massey University, Palmerston North, New Zealand

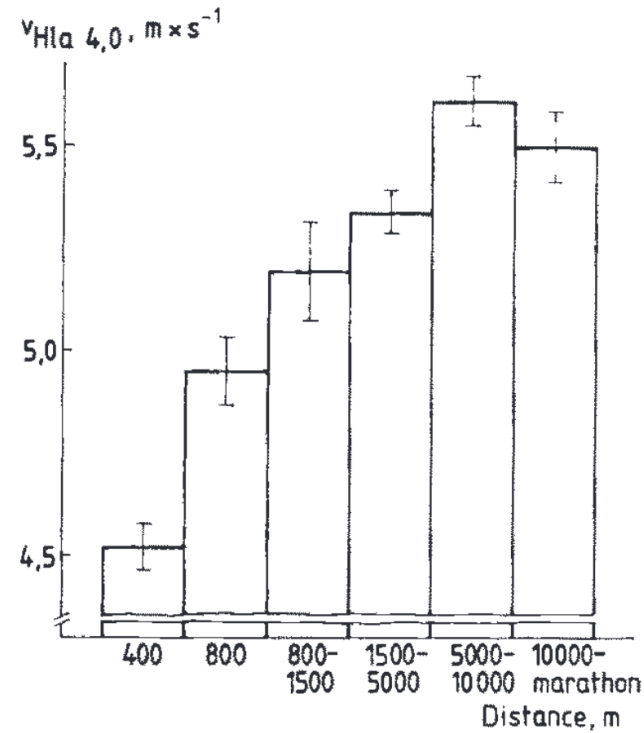
Submitted 28 September 2008; accepted in final form 26 May 2009

Billat et al. (2006) *J Appl Physiol*

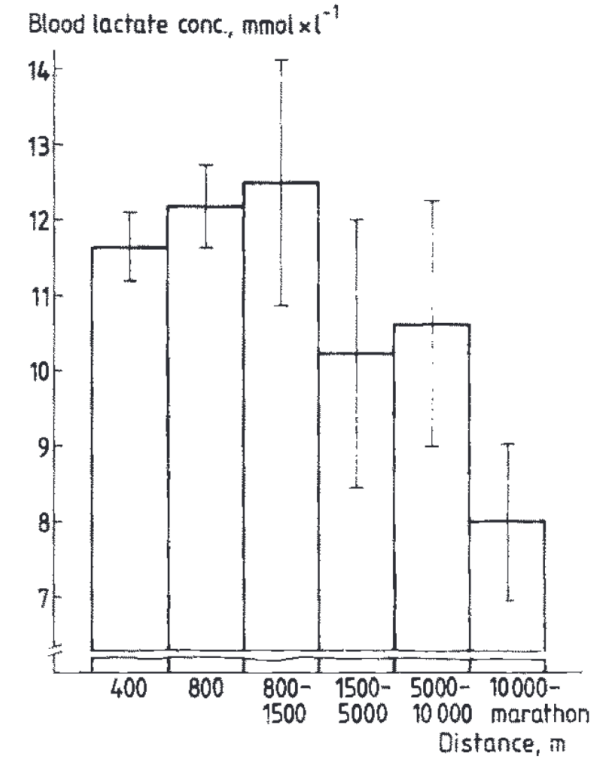
Vorherige Studien untersuchten meist physiologische Charakteristiken von
Spezialisten auf Hochleistungsniveau



$\dot{V}O_{2\max}$



Schwelle (4-mmol/l)



La_{\max}

“Bei der ausschließlichen **Untersuchung von Hochleistungssportlern** besteht die Gefahr **einseitige Ergebnisse** zu produzieren”

“Using **samples restricted** (truncated) **to contain only elite athletes** or highly trained individuals **may result in biased results.**”

Borgen (2018) Sports Med

Probanden

Sprinter (n = 6)



Mittel-/ Langstreckenläufer
(n = 16)



(Ultra-)marathonläufer (n = 3)



Deskriptive Daten

| | |
|---|--|
| Alter: | 25.5 ± 4.7 Jahre |
| Körpergewicht: | 69.2 ± 6.4 kg |
| Körperfettanteil (%): | 11.3 ± 2.2 % |
| $\dot{V}O_2\text{max}$: | 66.0 ± 5.71 mL·min ⁻¹ ·kg ⁻¹ |
| Laufökonomie: | 222.0 ± 11.1 mL·kg ⁻¹ ·km ⁻¹ |

Untersuchte Parameter

Physiologie

1. Maximale Sauerstoffaufnahme ($\dot{V}O_2\text{max}$)
2. Maximale Fettoxidation (MFO)
3. Laufökonomie (RE)
4. Fraktionale Ausschöpfung der $\dot{V}O_2\text{max}$ am MLSS (% $\dot{V}O_2\text{max}$)
5. Maximale Laktatbildungsrate ($\dot{V}La_{\text{max}}$)*
6. Differenz zwischen der maximalen Laktatkonzentration nach 100-m Sprint und in Ruhe (ΔLa_{100})

Leistung

7. Geschwindigkeit beim Erreichen der $\dot{V}O_2\text{max}$ ($v\dot{V}O_2\text{max}$)
8. Maximales Laktatgleichgewicht (MLSS)
9. Critical Velocity (CV)
10. Geschwindigkeit bei MFO (Fat_{max})
11. Begrenzte Energieabgabe oberhalb von CV (D')
12. Anaerobic speed reserve (ASR)
13. Speed reserve ratio (SRR)

Studiendesign

| | | | | | |
|---------|------------------------|--------------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Woche 1 | | ärztl. Untersuchung Stufentest | | 100m-Sprinttest Rampentest | |
| Woche 2 | 1. Dauertest (MLSS) | | 2. Dauertest (MLSS) | | 3. Dauertest (MLSS) |
| Woche 3 | 1. Time-Trial | | 2. Time-Trial | | 3. Time-Trial |

Legende

☐ = Ruhetag

■ = Stufen-, Rampen- und Sprinttest

■ = Dauertest (30 min) zur Bestimmung des MLSS

■ = Time-Trials (randomisiert 1000, 2000, 3000 m)

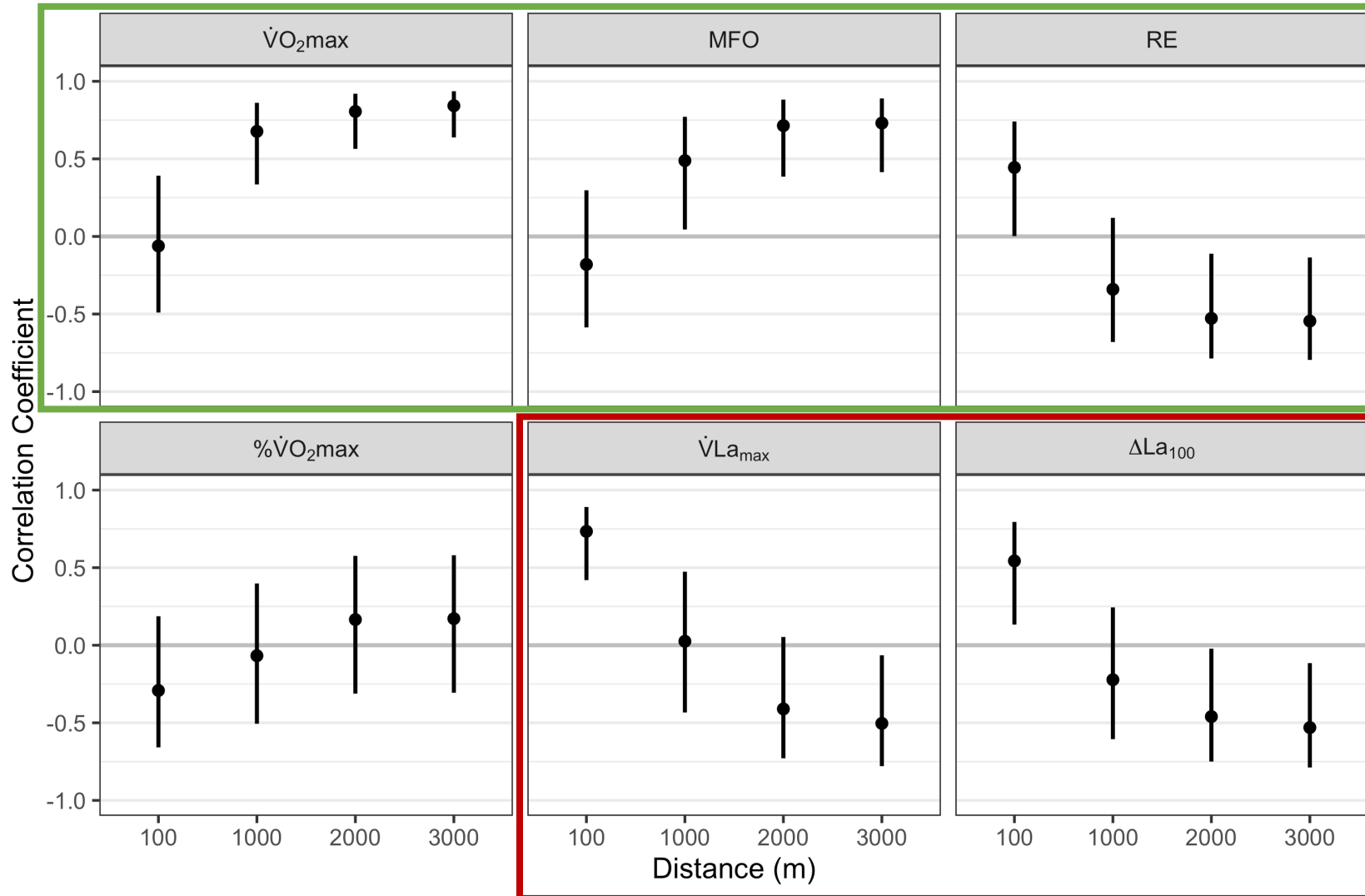


Abbildung 1 Korrelationskoeffizienten (Punkte) und Konfidenzintervalle (vertikale Streifen) der untersuchten physiologischen Parametern mit 100-m Sprintleistung and 1, 2, and 3 km TT-Leistung.

- **Positiver Einfluss aerobe Parameter** ($\dot{V}O_{2max}$, MFO, RE) mit steigender Distanz
- Zunehmend **negativer Einfluss anaerober Parameter** ($\dot{V}La_{max}$, ΔLa_{100}) mit steigender Distanz
- **Kein Einfluss von % $\dot{V}O_{2max}$**

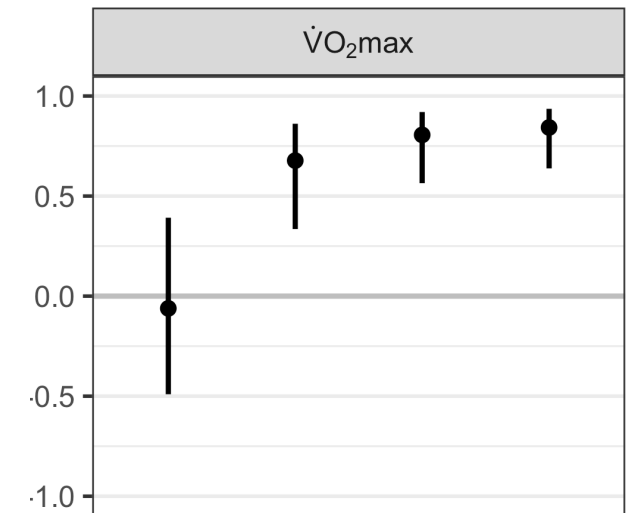
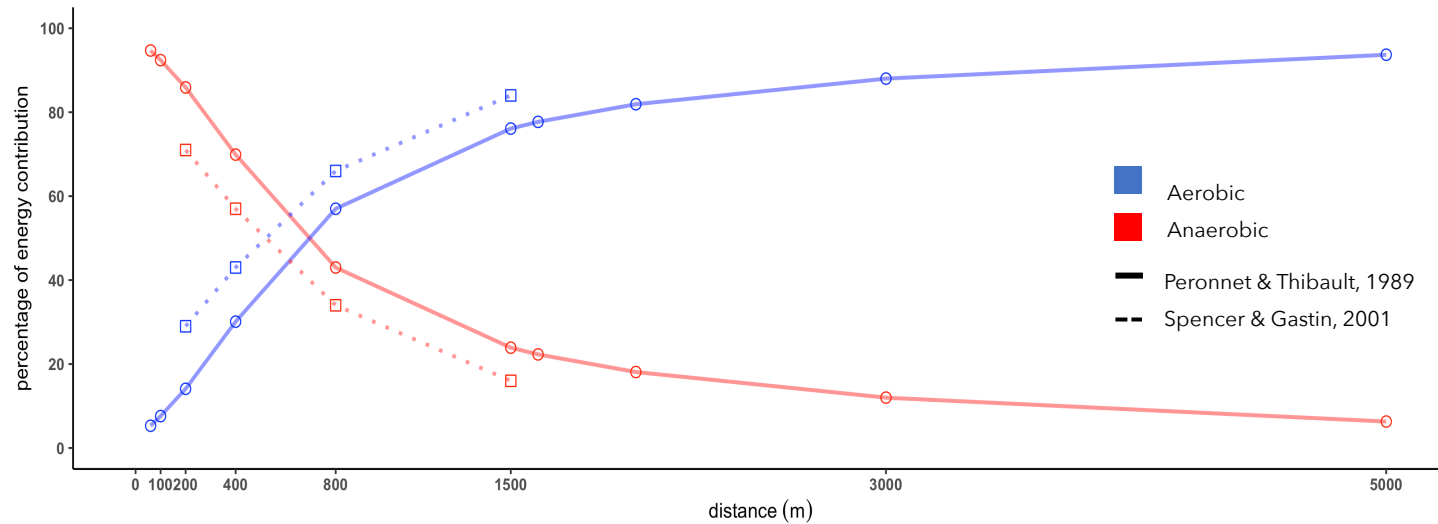
| Time-trial | Modell | R ² | Δ R ² | Std. Fehler | p | AIC |
|---------------|---|----------------|------------------|-------------|----------|--------|
| 100 m | VLa _{max} | 0.60 | | 0.31 | < 0.0001 | -45.22 |
| | VLa _{max} + ΔLa ₁₀₀ | 0.97 | 0.12 | 0.08 | < 0.0001 | -96.96 |
| 1000 m | VO _{2max} | 0.46 | | 0.26 | 0.001 | -52.56 |
| | VO _{2max} + VLa _{max} | 0.53 | 0.07 | 0.25 | 0.003 | -53.39 |
| | VO _{2max} + VLa _{max} + MFO | 0.58 | 0.05 | 0.24 | 0.004 | -53.52 |
| | VO _{2max} + VLa _{max} + MFO + RE _{MLSS} | 0.62 | 0.05 | 0.23 | 0.004 | -53.88 |
| 2000 m | VO _{2max} | 0.65 | | 0.20 | < 0.0001 | -61.86 |
| | VO _{2max} + MFO | 0.78 | 0.13 | 0.16 | < 0.0001 | -69.55 |
| | VO _{2max} + MFO + RE _{MLSS} | 0.83 | 0.05 | 0.15 | < 0.0001 | -72.36 |
| | VO _{2max} + MFO + RE _{MLSS} + VLa _{max} | 0.85 | 0.02 | 0.14 | < 0.0001 | -73.28 |
| 3000 m | VO _{2max} | 0.71 | | 0.21 | < 0.0001 | -61.32 |
| | VO _{2max} + MFO | 0.83 | 0.12 | 0.16 | < 0.0001 | -70.53 |
| | VO _{2max} + MFO + RE _{MLSS} | 0.88 | 0.05 | 0.14 | < 0.0001 | -75.33 |
| | VO _{2max} + MFO + RE _{MLSS} + %VO _{2max} | 0.93 | 0.05 | 0.11 | < 0.0001 | -83.00 |

Abbildung 2 Schrittweise multiple Regressionsmodelle für 100, 1000, 2000, 3000 m inklusive Bestimmtheitsmaß (R²), Veränderung des Bestimmtheitsmaßes (ΔR²), Standardfehler (m·s⁻¹), Wahrscheinlichkeit eines Alphafehlers (p). Akaike's Information Criterion (AIC) wurde für die schrittweise Selektion genutzt

**Relevante physiologische Parameter stehen
in engem Zusammenhang mit der
Energiebereitstellung**

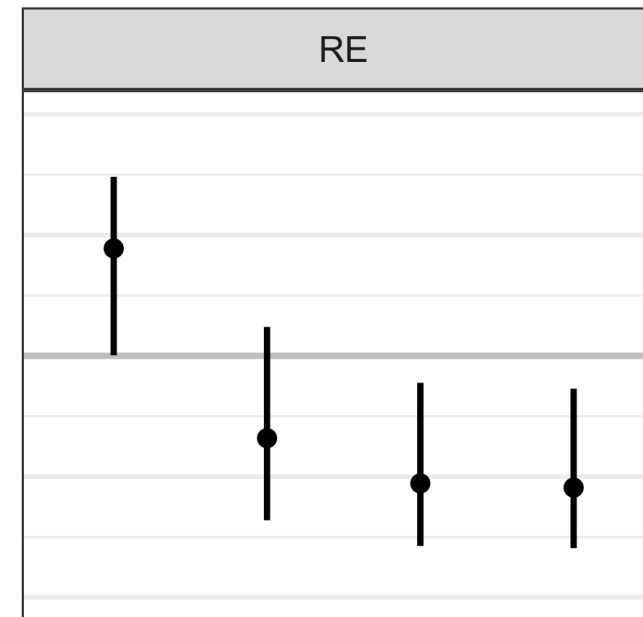
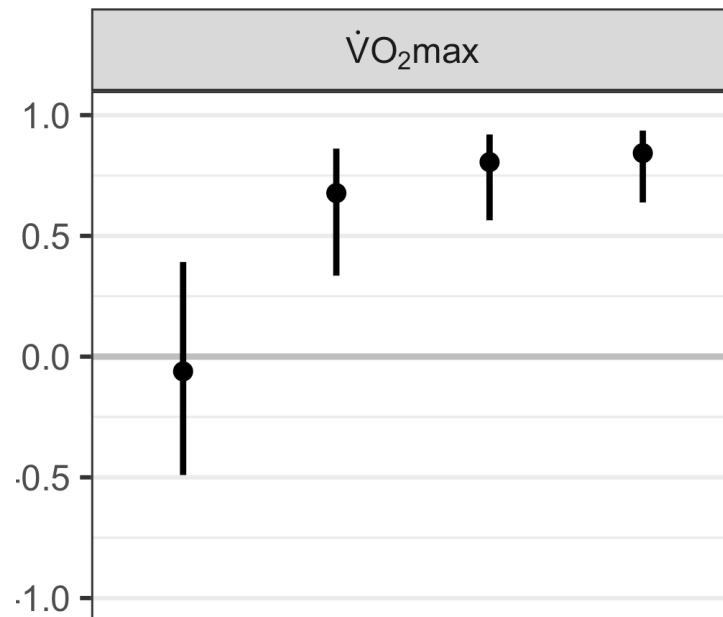
Hohe Relevanz der $\dot{V}O_2\text{max}$ für den Mittelstreckenlauf ist übereinstimmend mit aktueller Studienlage

(Brandon, 1995; Ingham et al., 2008;
Billat et al., 2006)



Geringer Sauerstoffverbrauch (**Laufökonomie**) ist auch **für Mittelstreckler wichtig...**

... scheint **aber weniger relevant als** die Fähigkeit viel Energie auf aerobem Weg freizusetzen (**$\dot{V}O_2\text{max}$**)

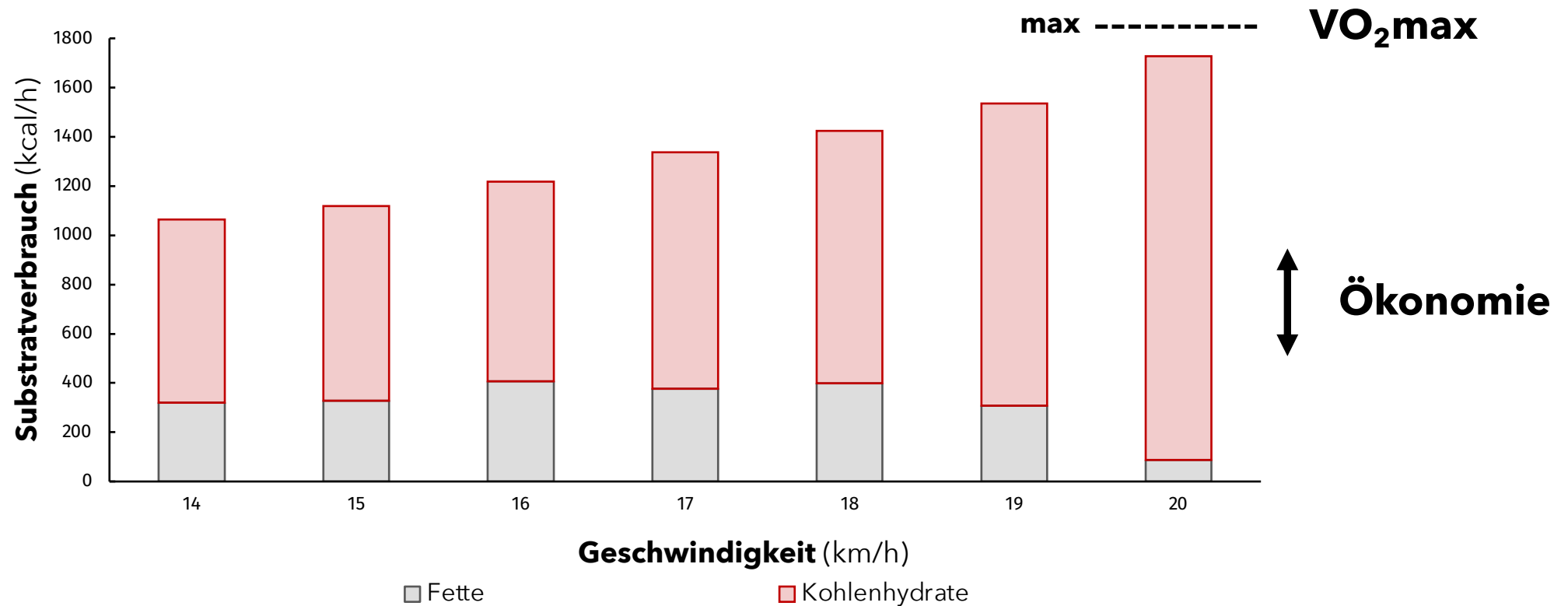




Geschwindigkeit



Energiebedarf



Wenige Studien haben den **direkten Einfluss der anaeroben Energiebereitstellung** auf Mittelstreckenleistung **untersucht**

(Schnabel & Kindermann, 1983 ; Sandford et al., 2019a, Sandford et al., 2019b, Bellinger et al., 2021)

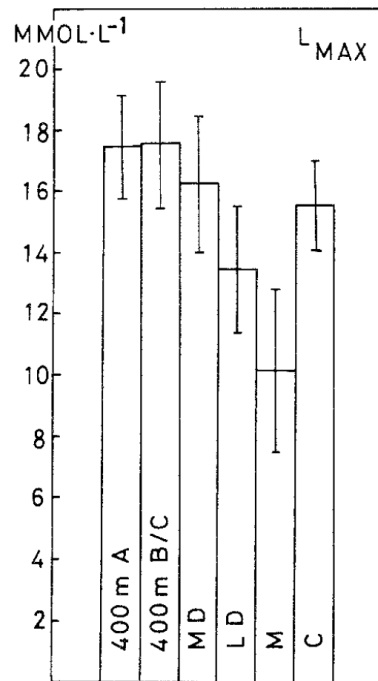
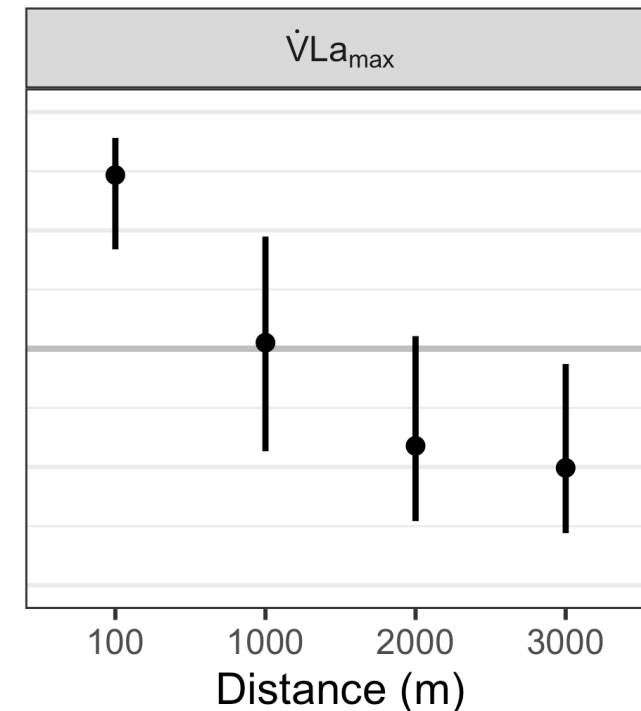
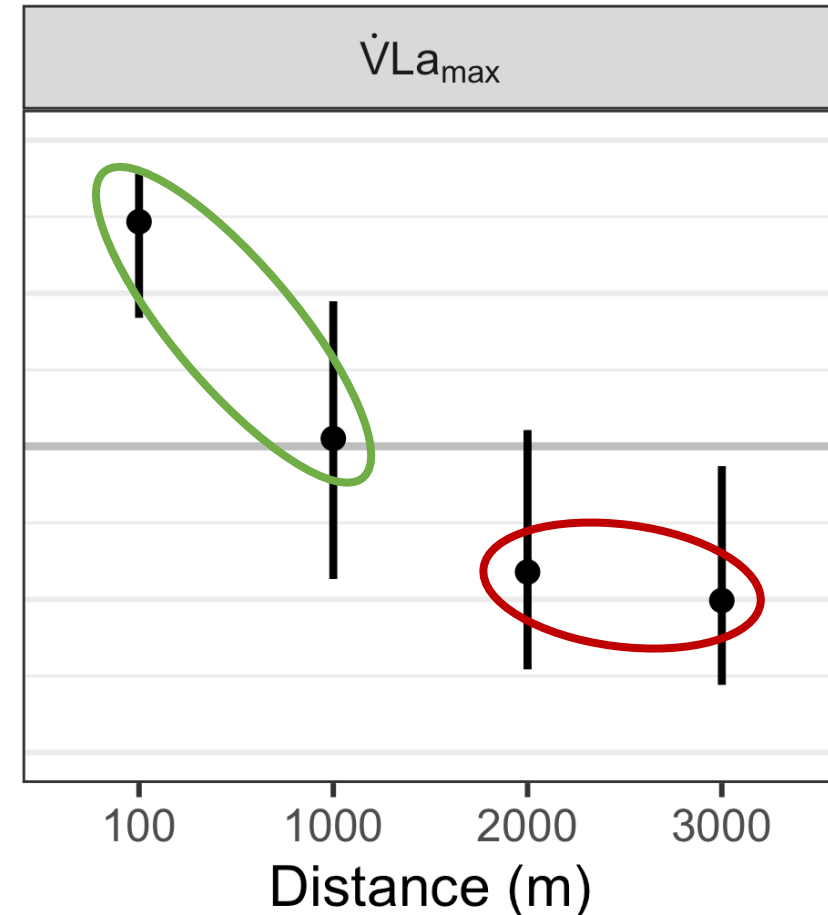


Fig. 2. Maximal arterial lactate in the max. test (mean \pm SD)



Einfluss des anaeroben Stoffwechsels auf Sprint- und Time-Trial-Leistung

- Eine **höhere Gesamtmenge an Energie** kann **mit Hilfe des anaeroben Stoffwechsels** freigesetzt werden
- **Muskuläre Azidose** als Resultat der anaeroben Energiebereitstellung hat **negative Auswirkungen auf Ausdauerleistung**



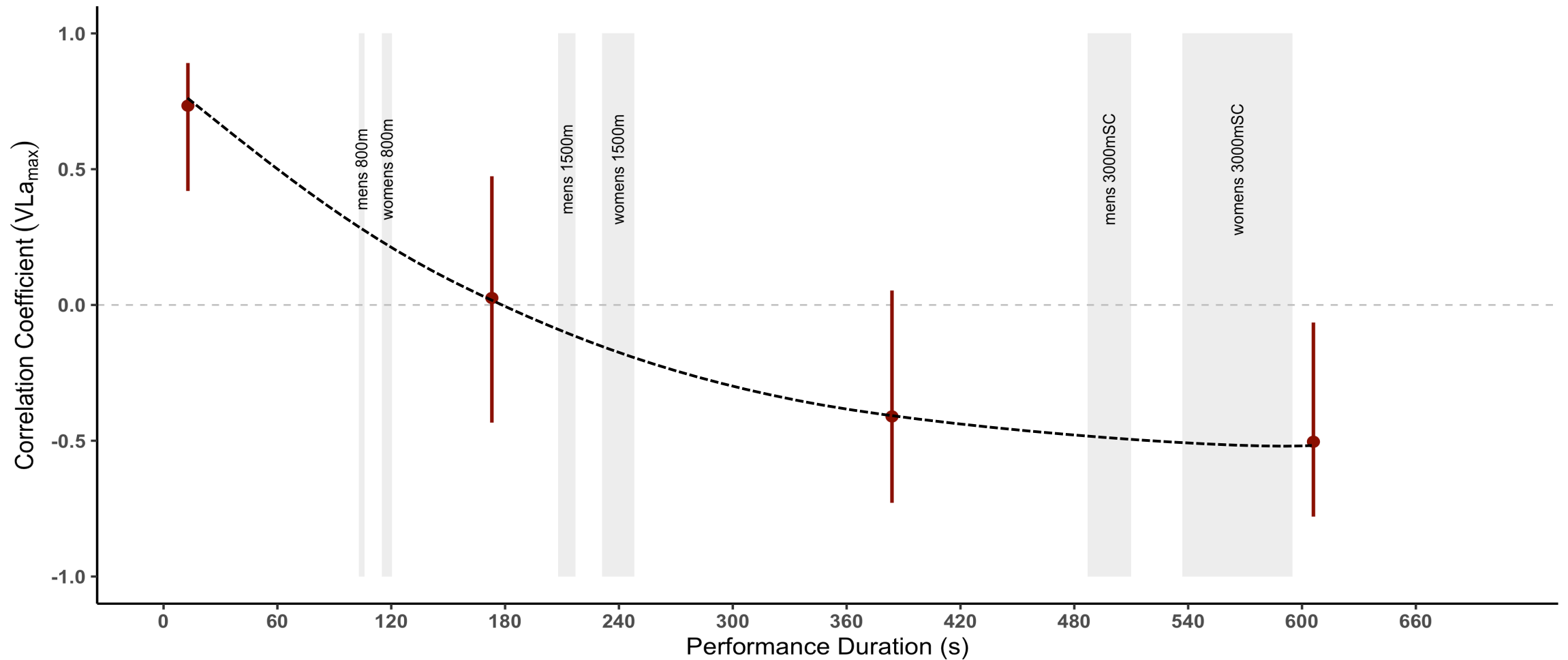


Abbildung 4 Konzeptionelle Darstellung von Korrelationskoeffizienten and Konfidenzintervallen respektive der mittleren Leistungen (Zeit) über 100, 1000, 2000 und 3000m. Graue Zonen kennzeichnen TOP50 (World Athletics, 2022) Männer und Frauen Leistungen für 800 m, 1500 m and 3000 m Hindernis.

Limitationen

- **Anwendung für homogenere Athletengruppe bisher unklar**
- Schwierigkeiten bei der validen Messung von anaerober Kapazität (Pufferkapazität) und Energiebereitstellung (Flussrate) (Noordhof et al., 2018, Buchheit & Laursen, 2013)
- **Reflektieren untersuchte "anaerobe" Parameter wirklich den anaeroben Stoffwechsel** oder andere Charakteristika wie Muskeltypologie?
(Lievens et al., 2020)

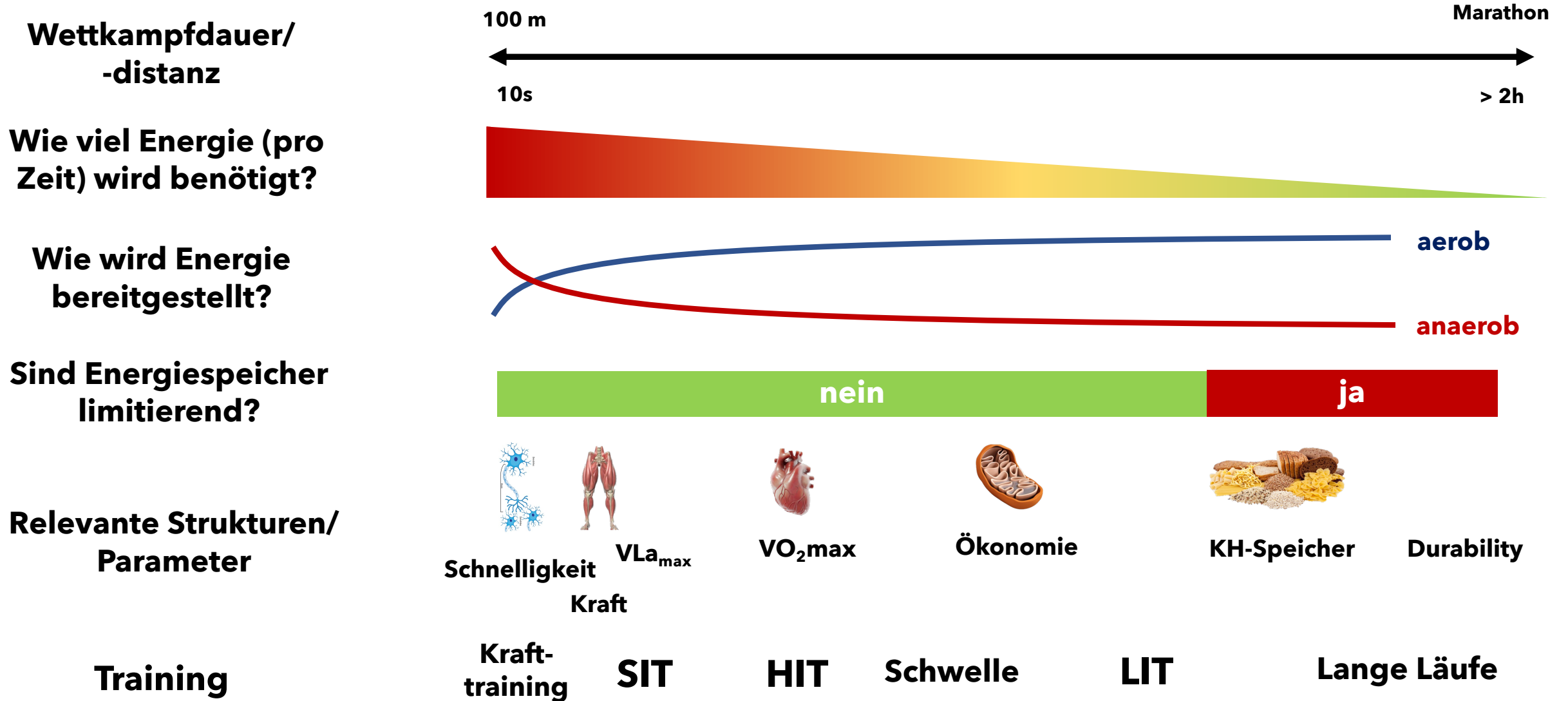
Ausblick

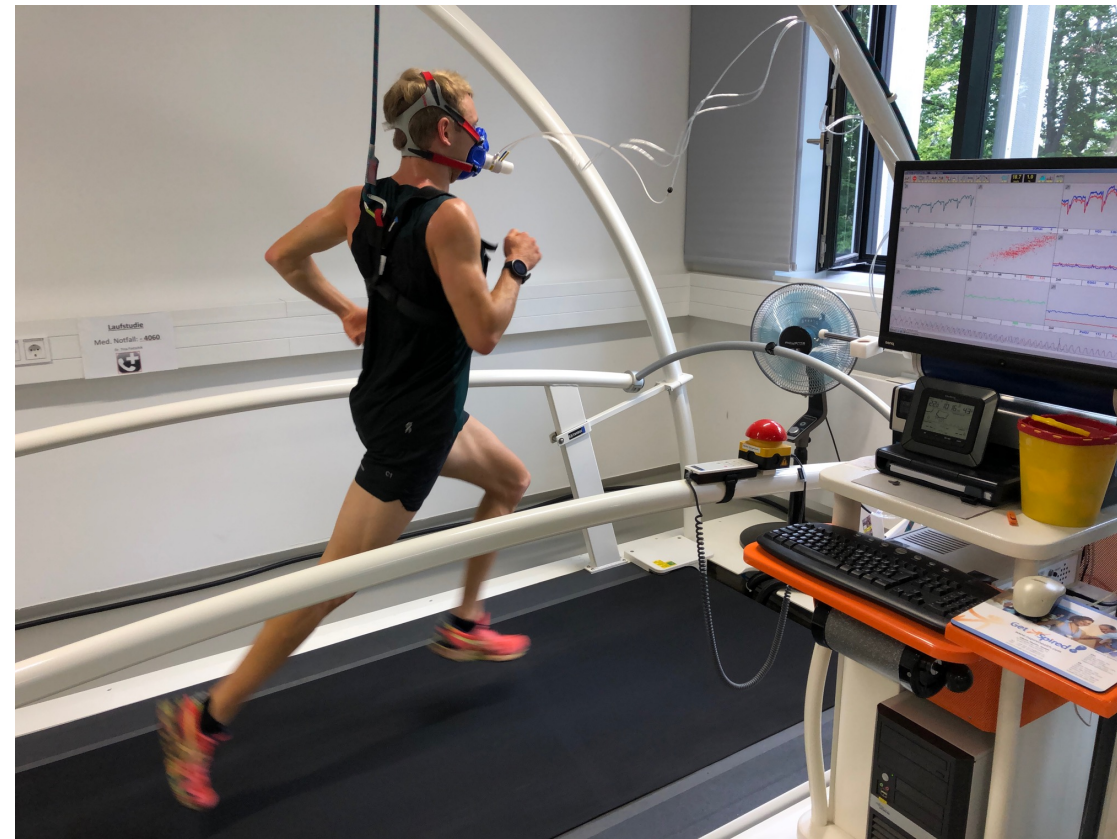
- **Interventionsstudien** zur Untersuchung systematischer **Modulation anaerober Parameter durch Training**
- Detaillierte **Untersuchung zum Einfluss anaerober Parameter auf die Ausdauerleistungsfähigkeit** und der damit verbundenen Mechanismen
- **Talentsichtung** und Förderung individueller Stärken und Potentiale

Zusammenfassung

- **Aerobe Parameter** ($\dot{V}O_{2\max}$, MFO, RE) **gewinnen mit steigender Belastungsdauer an Relevanz**
- Bei **kurzen Belastungen** haben **anaerobe Parameter** ($\dot{V}La_{\max}$, ΔLa_{100}) noch **positiven Einfluss** auf die Leistung bei **längerer Belastungsdauer** wird der Einfluss zunehmend **negativ**
- **Positive und negative Effekte der anaeroben Energiebereitstellung könnten im Bereich von Maximalbelastungen** von circa drei Minuten im Gleichgewicht liegen
- **Regelmäßiges Monitoring anaerober Parameter** könnte für Mittelstreckenathleten und -trainer vorteilhaft sein

Individualisieren. Energetisch denken!





Danke!