

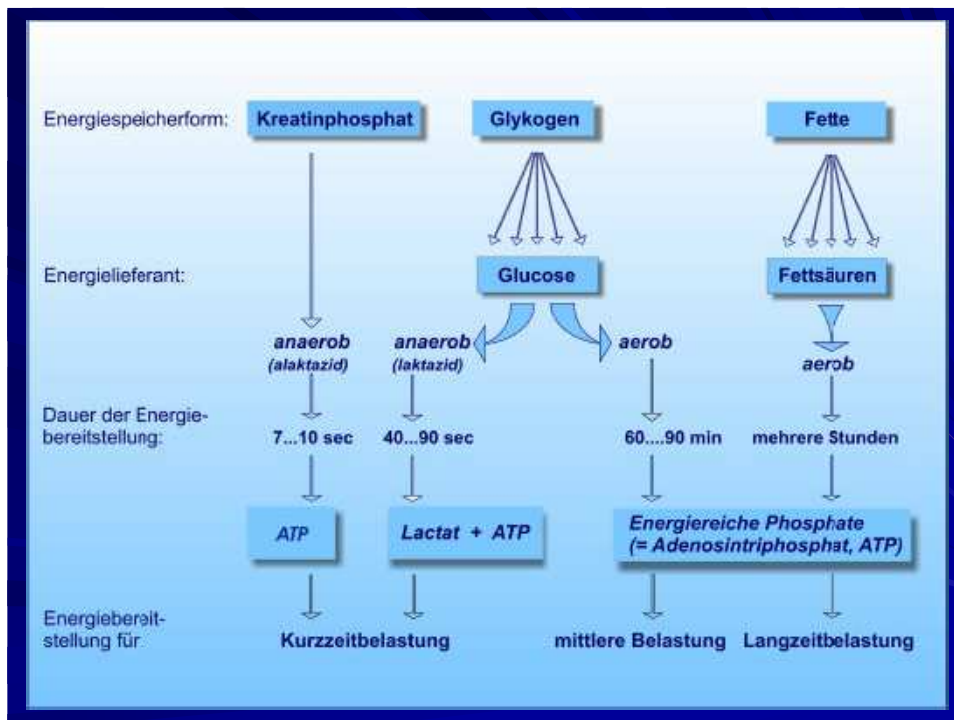
Wissenschaftlicher Hintergrund der Laktatmessung

Eckdaten zur Laktatmessung

- **1807** Entdeckung des Muskellaktats (Berzelius)
- **1837** Bestimmung der Milchsäure (Berzelius)
- **1923** Untersuchung der Beziehung zwischen Sauerstoffaufnahme und Laktat (Hill et al.)
- **1928** Untersuchungen über den Kreatinphosphatgehalt in der Muskulatur (Eggleton)
- **1929-1934** ATP und seine Stoffwechselbeziehungen (Lohmann)
- **1959-1963** Erste Begründung und Anwendung der Laktatdiagnostik (Hollmann)
- **1976** Einführung der aerob-anaeroben Schwelle (Mader et al.)
- **1979-1991** Schwellenkonzepte zur individuell anaeroben Schwelle (Keul, Stegmann, Dickhuth)

Warum bildet sich Milchsäure im Körper?

- Für die effektive Tätigkeit der Muskeln ist die Bereitstellung von Energie notwendig



Welche Laktatwerte treten im Körper auf?

- Laktatkonzentrationen im Muskel führen zu einer entsprechenden Laktatkonzentration im Blut
- Diese Laktatkonzentration ist messbar und wird auch als Laktatwert oder Laktatspiegel bezeichnet
- aeroben und anaeroben Energiebereitstellung sind von der körperlichen Belastung abhängig und ergänzen sich

- im Ruhezustand finden beide Formen der Energiebereitstellung statt, da hier jedoch der Energiebedarf im Wesentlichen durch die Zellatmung erfolgt, wird das Laktat, das anaerob gebildet wird, aerob wieder abgebaut
- bis zu einer Laktatkonzentration von 2 mmol/l im Blut geht man von einem aeroben Energiestoffwechsel aus
- diese Phase wird als aerob-anaerober Übergang oder aerobe Schwelle (AS) bezeichnet

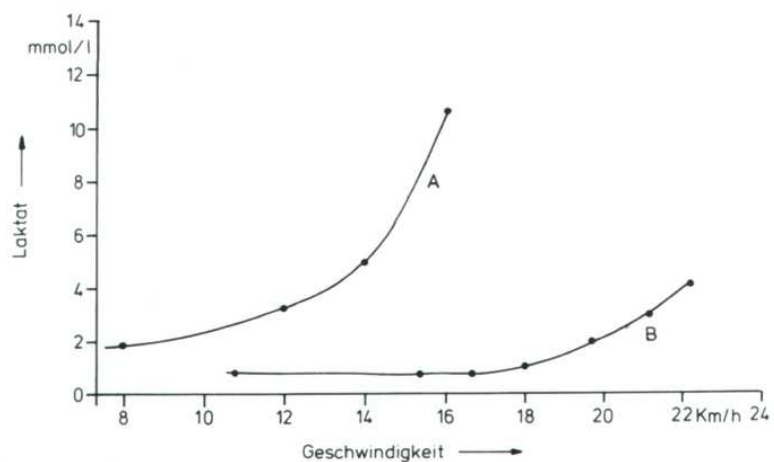
- bei höherer Muskelarbeit, stellen sich die Muskelzellen zunehmend auf anaerobe Glykolyse um
- es wird jetzt mehr Laktat gebildet als abgebaut werden kann, in der Folge erhöht sich die Laktatkonzentration im Blut
- Laktatbildung und –elimination befinden sich im Gleichgewicht, man spricht von einem „steady state“.

- Effekt des Steady States bleibt auch bei ansteigender Belastung kurzzeitig erhalten.
- Ab best. Belastungsstufe erfolgt höhere Laktatbildung als Laktatabbau.
Dieser Übergang wird als anaerobe Schwelle (ANS) bezeichnet.
- Der Trainingswissenschaftler Mader hat als einer der ersten empirisch ermittelt, dass die anaerobe Schwelle bei einem Laktatwert um 4 mmol/l im Blut liegt.

- Bei weiterer Erhöhung der Belastung steigt der Laktatwert drastisch an. Im Grenzbereich der Leistungsfähigkeit des Probanden kann der Laktatwert bis über 25 mmol/l ansteigen.

Laktatleistungskurve

Vergleich: Sprinter (10,83 s) – Marathonläufer (2:13:00)



Trainingsbereiche

<i>Trainingsbereich</i>	<i>Intensität</i>	<i>Trainingsanteil</i>	<i>Adaptation</i>
Extensive Grundlagenausdauer	1-2 mmol/l	50%	<ul style="list-style-type: none"> • Ökonomisierung des HKS und des aeroben Stoffwechsels • große Bedeutung für alle Trainingsziele
Intensive Grundlagenausdauer	2-3 mmol/l	30-40%	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung des aerob und anaeroben Stoffwechsels
Entwicklungsbereich	3-5 mmol/l	8-10%	<ul style="list-style-type: none"> • anaerober Energiestoffwechsel • Steigerung der Pufferkapazität
Hochintensiver Bereich	über 5 mmol/l	1-2%	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhung der Säuretoleranz

Schwellenmodelle

<i>Autor</i>	<i>Jahr</i>	<i>Schwellenparameter</i>	<i>Bestimmungsmethode</i>	<i>Schwellenbezeichnung</i>
Karrasch Müller	1951	Hf	max steady state der Hf	Dauerleistungsgrenze
Hollmann	1959	V_E, VO_2	nichtlinearer Anstieg der Ventilation	Punkt des opt. Wirkungsgrades der Atmung
Wasserman et al.	1964	VO_2, V_E, VCO_2	nichtlinearer Anstieg der Ventilation	Anaerobe Schwelle
Mader et al.	1976	Laktat	Geschwindigkeit bei 4 mmol/l	aerob-anaerobe Schwelle
Kindermann et al.	1978	Laktat	Belastung bei 2 und 4 mmol/l	aerobe Schwelle, anaerobe Schw., aerob-anaerober Übergang
Keul et al.	1979	Laktat	Geschwindigkeit bei $\alpha = 1.26$	Individuelle anaerobe Schwelle
Sjodin et al.	1979	Laktat	identisch mit der Mader-Methode	Zeitpunkt der vermehrten Laktatakkumulation im Blut
Farrell et al.	1979	Laktat	Anstieg des Plasmalaktats über Ruhewert	Zeitpunkt der vermehrten Laktatakkumulation im Blutplasma
Berg et al.	1980	Laktat, VO_2	Minimum des Quotienten $La/rel. VO_2$	$La VO_2$ - Quotient bzw. Laktatäquivalent

Schwellenmodelle

Autor	Jahr	Schwellen Parameter	Bestimmungsmethode	Schwellenbezeichnung
Pessenhofer et al.	1981	Laktat	Minimum einer quadr. Funktion der Laktatleistungskurve	individuelle aerob-anaerober Übergang
Stegmann et al.	1981	Laktat	Tangente an die Laktatleistungskurve	Individuelle anaerobe Schwelle
Simon et al.	1981	Laktat	identisch mit der Keul-Methode $\alpha = 1$	Individuelle anaerobe Schwelle
Bachl	1981	V_E, V_{CO_2}	Abknickpunkt der $V_{CO_2} - V_E$ - Kurve	Schwelle der respirator. Kompensation
Bunc et al.	1982	Laktat	Schnittpunkt der Winkelhalbierung mit Laktatleistungskurve	Individuelle anaerobe Schwelle
Conconi et al.	1982	Hf	Deflektionspunkt der Herzfrequenz	Anaerobe Schwelle
James et al.	1985	Af	Disproportionaler Anstieg der Atem-frequenz	Anaerobe Schwelle
Dickhuth et al.	1991	Laktat	Laktatäquivalent ($L_a / VO_2 / KG$) + 1,5 mmol/l	Individuelle anaerobe Schwelle