

**Leseprobe**

# Ausdauertraining (A-Lizenz)

**Studienheft**

## Praxiswissen Cardio-Training

**Autoren**

**Tina Heinrich**

(Diplom-Sportwissenschaftlerin)

**Jens Hoeptner**

(Diplom-Sportwissenschaftler)

**Überarbeitet von**

**Julian Necker**

(Diplom-Sportwissenschaftler)

### 2.3.2 Sportmedizinische Testverfahren

Die sportmedizinischen Testverfahren dienen der **Beurteilung der kardiopulmonalen Leistungsfähigkeit** anhand verschiedener maximaler und submaximaler Beurteilungskriterien (vgl. Kapitelabschnitt 2.1 „Beurteilungskriterien der Ausdauerleistungsdiagnostik“). Da die Erfassung maximaler Kriterien nur unter körperlicher Ausbelastung möglich ist, finden abseits des Hochleistungssports vor allem **submaximale sportmedizinische Ausdauerleistungsdiagnostiken** Anwendung. Das im Rahmen sportmedizinischer Ausdauerfeststellungen meist benutzte Testverfahren ist die sogenannte **Ergometrie**, wörtlich übersetzt die „Messung der Arbeit“. Ergometrien können auf verschiedenen Ergometern (Fahrrad, Laufband, Rudergerät, Oberarmergometer u. a.) durchgeführt werden. Durch den Einsatz von Geräten zur Atemgas- (**Spiroergometrie**) oder Blutanalyse (**Laktatdiagnostik**) können sowohl der **Energiestoffwechsel** als auch submaximale Beurteilungskriterien wie die **respiratorischen und metabolischen Schwellen** beurteilt werden. Diese komplexen Testverfahren waren lange Zeit nur dem Spitzensport oder der Medizin zugänglich. Aufgrund vereinfachter Testverfahren und Gerätschaften stehen solche sportmedizinischen Methoden heute auch dem Bereich des Breiten- und Gesundheitssports zur Verfügung und sollen daher in diesem Kapitel näher erläutert werden.

#### 2.3.2.1 Laktatdiagnostik

Laktat (das Salz der Milchsäure) ist ein **Abbauprodukt der unvollständigen Glykolyse** (vgl. Kapitelabschnitt 1.2.2 „Bedeutung des Energiestoffwechsels für die Ausdauer“). Die Laktatkonzentration im Körper lässt somit Rückschlüsse über die Aktivierung dieser Form der Energiebereitstellung zu und damit über den **Anteil der anaeroben Kohlenhydratverbrennung** an der benötigten Gesamtenergie. Allerdings ist die Blutlaktatkonzentration nicht alleine von der Laktatproduktion im Muskel abhängig. Auch die Laktatelimination in Muskulatur, Herz und Leber ist für die Blutlaktatkonzentration von Bedeutung (vgl. DE MARÉES 2003; GRAF 2012). Die im Rahmen einer Laktatdiagnostik gemessenen Laktatkonzentrationen werden in Bezug zur Laufgeschwindigkeit oder Wattleistung in einer sogenannten „**Laktat-Leistungskurve**“ dargestellt. Eine flach verlaufende Laktat-Leistungskurve bedeutet, dass bei gegebener Belastung weniger Laktat gebildet wird und/oder dessen Abbau effizient verläuft (vgl. DE MARÉES 2003; HOTTENROTT/NEUMANN 2008). Niedrige Laktatwerte besagen demnach, dass bei gegebener Belastung der weitaus größte Teil der benötigten Energie über die aeroben Stoffwechselwege bereitgestellt werden kann.

Laktat  
QV



## 2. Ausdauerleistungsdiagnostik



## Merke

Daraus lässt sich schließen: Je niedriger die Laktatwerte bei gegebener Belastung sind, desto geringer ist der Anteil der anaeroben Energiebereitstellung und desto höher ist die aerobe Leistungsfähigkeit.

- MADER-Schwelle** Um eine Beurteilung der Ausdauerleistungsfähigkeit anhand der Laktat-Leistungskurve im submaximalen Bereich zu ermöglichen, wurden im Laufe der Zeit verschiedene „**Schwellenkonzepte**“ entwickelt. Dazu wird die erreichte Leistung (Geschwindigkeit, Wattzahl) an einer definierten Laktatkonzentration („Schwelle“) beurteilt. Eines der in Deutschland bekanntesten Modelle ist das der „**anaeroben Schwelle**“ (ANS) nach **MADER** (vgl. HECK/BENEKE 2008). Diese Schwelle bezeichnet den **Bereich des Übergangs von überwiegend aerober zu zunehmend anaerob-laktazider Energiebereitstellung** (vgl. DE MARÉES 2003). Belastungen im Bereich der ANS sollen laut MADER (1986) über einen längeren Zeitraum (ca. 60 min) ohne nennenswerten weiteren Laktatanstieg erbracht werden können. Laktatbildung und Laktatelimination sind bei dieser Belastung also gerade noch im Gleichgewicht, man nennt dies auch das maximale „Laktat-Steady-State“ (max LaSS). MADER (1986) legt diese Schwelle auf Basis seiner Untersuchungen bei einer definierten Laktatkonzentration von 4 mmol fest. Andere Autoren versuchen anhand des Verlaufs der Laktat-Leistungs-Kurve eher sogenannte „individuelle anaerobe Schwellen“ (IANS) zu beschreiben (vgl. DE MARÉES 2003; HECK/BENEKE 2008). Hier wird oftmals auch zusätzlich zur anaeroben Schwelle noch eine sogenannte „aerobe Schwelle“ (AS) markiert, die das erste Ansteigen der Laktat-Leistungskurve beschreibt. Folgende Abbildung verdeutlicht typische Schwellenmodelle sowie deren Bedeutung für die Ableitung von Trainingsbereichen (vgl. auch Kapitelabschnitt 3.2 „Trainingsbereiche im Ausdauertraining“).
- max LaSS**
- Individuelle anaerobe Schwelle**
- QV**

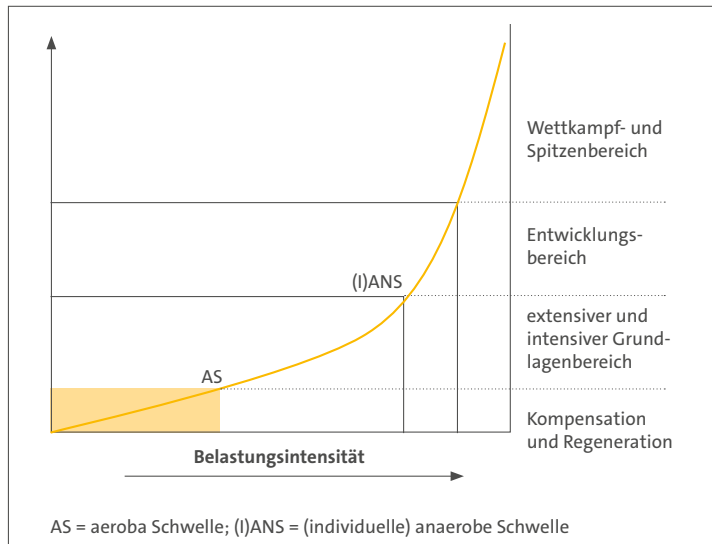


Abb. 23 Laktat-Leistungskurve mit Schwellen und Trainingsbereichen (eigene Darstellung)

Die **aerobe Schwelle** markiert eine erste Veränderung in der Energiebereitstellung und damit den ersten überschwelligen Trainingsreiz für den Stoffwechsel (vgl. DE MARÉES 2003; KROIDL u. a. 2007). Die zugehörige Intensität beschreibt laut der Schwellenkonzepte den **Beginn des Grundlagentrainingsbereichs**. Die **anaerobe Schwelle** soll das Ende der überwiegend aeroben zugunsten einer vermehrt anaeroben Energiebereitstellung kennzeichnen und somit das **Ende des aeroben Ausdauerbereichs**. Der Bereich zwischen AS und (I)ANS wird oft als aerob-anaerob-Übergang bezeichnet. Das Ziel einer Laktatdiagnostik besteht somit in der Beschreibung von Veränderungen in der Energiebereitstellung anhand der aerob-anaeroben Schwellen.

## 2. Ausdauerleistungsdiagnostik

### Durchführung der Laktatdiagnostik

#### Feste Belastungsprotokolle

Generell erfolgt eine Laktatleistungsdiagnostik als **Stufentest**. Eingangsbelastung, Stufenhöhe und Stufendauer sind dabei je nach Ergometer und Auswertemodell vorgegeben. Eine **Stufendauer von drei Minuten** sollte dabei nach Möglichkeit nicht unterschritten werden, um eine Durchmischung des Laktats im ganzen Blutkreislauf zu ermöglichen. Optimal sind Belastungsprotokolle mit einer Stufenlänge von vier bis fünf Minuten.



#### Hinweis

Unterschiedliche Stufenlängen bewirken unterschiedliche max LaSS-Werte und damit unterschiedliche Schwellenwerte!

#### Exkurs: „Schwellenkonzepte und Belastungsprotokolle“

Neben dem gängigen Modell der MADER-Schwelle existieren **über 20 weitere, gleichberechtigte Laktatschwellenmodelle**. Voraussetzung für die Anwendbarkeit des jeweiligen Modells ist die **Beachtung des zugehörigen Testschemas**. Die 4-mmol-Schwelle nach MADER ist z. B. nur für einen Stufentest auf dem Laufband mit einer Belastungssteigerung von + 0,4 m/s (+1,44 km/h) und einer Stufendauer von fünf Minuten tatsächlich wissenschaftlich untersucht und verlässlich (vgl. MADER, 1986). Bei Anwendung eines Fahrradtests mit einer Stufendauer von drei Minuten und einer Stufenhöhe von 50 Watt liegt die MADER-Schwelle niedriger bei ca. 3 mmol.

Eine Bestimmung der „individuellen anaeroben Schwelle“ nach DICKHUTH über das Basislaktat ist ebenfalls auf Rad oder Laufband möglich (vgl. HECK/BENEKE 2008). Allerdings sind auch hier feste Belastungsprotokolle vorgegeben:

#### Belastungsprotokolle für DICKHUTH-Schwelle

##### ■ Rad

- ▶ Protokoll: 60 W Eingangsbelastung + 40 W alle 3 min
- ▶ IANS = Basislaktat + 1 mmol

##### ■ Laufband

- ▶ Protokoll: 6 km/h +1 km/h alle 3 min, 30 Sek Abnahmepause zwischen den Stufen
- ▶ IANS = Basislaktat + 1,5 mmol