

## **Leseprobe**

# Ausdauertraining (A-Lizenz)

### **Studienheft**

## Praxiswissen Cardio-Training

### **Autorin**

### **Tina Heinrich**

Tina Heinrich ist Sportwissenschaftlerin und arbeitet als Autorin und Dozentin beim IST-Studieninstitut.

### **Jens Hoeptner**

Jens Hoeptner ist Diplom-Sportwissenschaftler und leitet den Fachbereich Fitness beim IST-Studieninstitut.

## 1. Grundlagen des Ausdauertrainings

---

### 1.2 Physiologische Grundlagen des Ausdauertrainings

**Leistungsbringende Systeme** Wie der Definition zu entnehmen ist, sind an der Ausdauerleistung auch mehrere Systeme des Körpers beteiligt. Dazu gehören:

- Skelettmuskulatur
- Herz-Kreislauf-System
- Atmungssystem
- zentrales und vegetatives Nervensystem
- Hormonsystem
- passiver Bewegungsapparat

Von entscheidender Bedeutung ist dabei die Quantität und Qualität des **Energiestoffwechsels**. Die Aufrechterhaltung des Energieflusses über einen langen Zeitraum ist die Grundbedingung einer Ausdauerleistung. Der Energiestoffwechsel ist dabei nicht nur von der Muskulatur sondern auch von der Leistungsfähigkeit der Atmung und des Herz-Kreislauf-Systems abhängig. Daher erfolgt vor der ausführlichen Erläuterung der Energiebereitstellung noch eine kurze Wiederholung von Aufbau und Funktion des Atmungs- und Herz-Kreislauf-Systems.

#### 1.2.1 Atmungs- und Herz-Kreislauf-System

##### Atmungssystem

**Äußere Atmung** Aufgabe des Atmungssystems ist es, eine der Belastung entsprechende Sauerstoffversorgung der Organe und Muskelzellen zu gewährleisten. Diese sogenannte **äußere Atmung** beinhaltet den Gasaustausch in der Lunge, den Transport des Sauerstoffs aus der Lunge in die Blutbahn und den Abtransport des Kohlendioxids aus dem Blut in die Lunge. Über Mund und Nase, die oberen und unteren Atemwege, gelangt die Luft in die Lungenbläschen, in denen der **Gasaustausch** mit dem Blut stattfindet (vgl. DE MARÉES 2003; GRAF 2012).

## 1. Grundlagen des Ausdauertrainings

### Hätten Sie's gewusst?



Anders als das Herz lässt sich die Lungengröße auch durch gezieltes Ausdauertraining nicht verändern, dafür aber ihre Ausschöpfung. Untrainierte haben meist eine sehr ineffiziente Atmung: Sie atmen flach und schnell und können so das eigentlich zur Verfügung stehende Lungenvolumen im Vergleich zu gut trainierten Menschen nur unzureichend ausschöpfen.

### Herz-Kreislauf-System

Aufgabe des Blutkreislaufs ist in Ruhe wie unter Belastung die **Versorgung** der Zellen und der **Abtransport** stoffwechselrelevanter Substanzen (Sauerstoff, Kohlendioxid, Hormone, Enzyme, Wärme). Bestandteile des Herz-Kreislauf-Systems sind das **Herz als „Motor“**, das **Blut als „Transportmittel“** sowie das **Gefäßsystem als „Leitungsbahnen“**.

### Aufgaben des Herz-Kreislauf-Systems

### Hätten Sie's gewusst?



Das Gefäßsystem hat eine Länge von 100 000 km, was dem doppelten Umfang unserer Erde entspricht.

Der Kreislauf kann funktionell in zwei Systeme unterteilt werden:

### Kleiner Lungenkreislauf

Der kleine Kreislauf, auch Lungenkreislauf genannt, beginnt in der rechten Herzkammer, die das Blut über die Lungenarterie in die Lunge pumpt. In den Lungenkapillaren wird aus dem Blut Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in die Ausatemungsluft abgegeben und Sauerstoff (O<sub>2</sub>) von der Einatemungsluft aufgenommen. Das sauerstoffreiche Blut gelangt dann über die Lungenvene in das linke Herz. Hier beginnt der große Körperkreislauf.

### Großer Körperkreislauf

Zuerst strömt das in der Lunge mit Sauerstoff angereicherte Blut aus der linken Herzkammer durch die Aorta (Hauptschlagader) in die Arterien. Diese verzweigen sich nach und nach und werden immer dünner (Arteriolen). In den kleinsten, haarfeinen Gefäßen (Kapillaren) erfolgt der **Gas- und Stoffaustausch**. In den **Kapillaren der Muskulatur** finden zwischen der Muskelzelle und der Blutbahn sowohl der **Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid** als auch der **Nährstoffaustausch** (Glukose und Triglyzeride) und der Transport von Stoffwechselprodukten, wie z. B. Laktat, statt. Anschließend fließt das Blut über die Venolen und die kleinen und großen Venen wieder zurück in das rechte Herz.



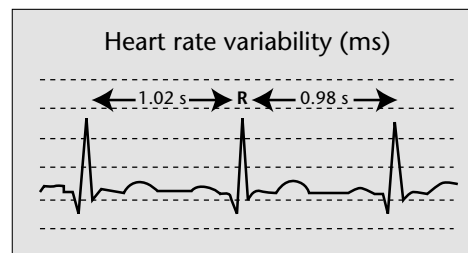
© 09/2016

## 1. Grundlagen des Ausdauertrainings

Angetrieben wird das Kreislauf-System durch den „Motor“ Herz. Das Herz pumpt durch rhythmische Anspannung und Erschlaffung das Blut durch die Gefäße. Die Anspannungs- und Auswurfphase wird **Systole**, die Erschlaffungs- und Füllungsphase **D(I)ANStole** genannt. Die Blutmenge, die während der Systole ausgeworfen wird, nennt man das **Schlagvolumen**. Das Zusammenziehen des Herzmuskels erfolgt durch elektrische Erregungen. Im gesunden Organismus sind alle Vorgänge genau aufeinander abgestimmt und führen zu einer **geordneten, rhythmischen Pumpaktion** des Herzens. Die Bezeichnung **Herzfrequenz** beschreibt die Anzahl solcher Pumpaktionen (Schlägen) pro Minute. Je nach Belastungszustand unterscheidet man noch zwischen **Ruheherzfrequenz** und **Belastungsherzfrequenz**.

### Exkurs

Unter der **Herzfrequenzvariabilität** oder heart rate variability (HRV) versteht man Schwankungen der Herzfrequenz innerhalb eines Messzeitraums. Betrachtet man jeden einzelnen Herzschlag, erfolgen die Herzschläge nicht gleichmäßig, sondern es treten Unregelmäßigkeiten („Arrhythmien“) zwischen den Herzschlägen auf. Erkennbar sind diese z. B. im EKG an den Abständen zwischen den sogenannten R-Zacken (siehe folgende Abbildung).



**Abbildung 1:** Darstellung der HRV im EKG (POLAR Electro)

Dank dieser „Unregelmäßigkeit“ ist das Herz in der Lage, den Herzschlag und damit die Pumpleistung von einer Sekunde auf die andere zu verändern. Eine ausgeprägte Herzfrequenzvariabilität, vor allem unter Ruhebedingungen, ermöglicht es also, die Herzfunktion schnell auf wechselnde äußere oder innere Anforderungen anzupassen. **Eine hohe HRV ist somit Kennzeichen eines gesunden und trainierten Organismus.** Aber nicht nur der Trainingszustand hat einen Einfluss auf die HRV, auch **körperliche oder psychische Belastungen** können zu kurz- oder langfristigen **Veränderungen der HRV** führen. So sinkt unter körperlicher Belastung mit dem Ansteigen der Herzfrequenz die HRV physiologisch ab. Nach Ende des Trainings kehrt sich dies mit dem Absinken der Herzfrequenz aber wieder um. Durch psychische Belastung kann es aber

## 1. Grundlagen des Ausdauertrainings

auch unter Ruhebedingungen zu einem unphysiologischen Absinken der HRV kommen. Psychischer Stress versetzt den Körper in eine erhöhte Alarmbereitschaft und führt zu einer verstärkten Aktivierung des sympathischen Anteils des vegetativen Nervensystems. Durch die vermehrte Sympathikusaktivität **steigt nicht nur die Herzfrequenz** in Ruhe oder bei gegebener Belastung an, auch die **HRV sinkt** unter Stressbedingungen deutlich ab. Somit ist die Herzfrequenz-Variabilität nicht nur ein **Indikator für den Trainingszustand** des Organismus, sondern spiegelt vor allem auch sehr sensibel den tatsächlichen (Tages-)Zustand des vegetativen Nervensystems und somit das aktuelle Stresslevel wider (vgl. POLAR Electro GmbH 2007).

### Exkurs Ende

**Unter Ruhebedingungen** muss das Herz-Kreislauf-System durchschnittlich ca. **fünf bis sechs Liter Blut** pro Minute transportieren. Diese Blutmenge bezeichnet man als **Herzminutenvolumen (HMV)**. Das HMV ist das Produkt aus der **Herzfrequenz (HF)** und dem **Schlagvolumen (SV)**. Diese liegen in Ruhe durchschnittlich bei **80 bis 100 ml Schlagvolumen** und einer **Ruheherzfrequenz (RHF)** von 60 bis 80 S/min (vgl. DE MARÉES 2003; GRAF 2012).

Merke

$$HMV = SV \cdot HF$$



Unter körperlicher Belastung hat der Organismus mehrere Möglichkeiten, seinen gestiegenen Bedarf zu decken. Es erfolgt einerseits eine **Umverteilung des HMV** zugunsten der arbeitenden Muskulatur (siehe folgende Abbildung).

**Kreislaufregulation unter Belastung**



© 09/2016

### 3. Trainingssteuerung im Ausdauertraining

#### 3.3.2.2 Die intensive Intervallmethode

In der int. IM kommt vor allem die Anwendung von (extremen) Kurzzeitintervallen, aber auch Mittelzeitintervallen vor. Die Gesamtbelastung wird hier nicht allein von der Belastungsintensität, sondern auch dem **Belastungs-Pausen-Verhältnis bestimmt**, da in den kurzen Pausen nur wenig Laktat abgebaut wird.

**Kurze Intervalle oberhalb der anaeroben Schwelle**

Hätten Sie's gewusst?



Eine Laktatakkumulation von 12–15 mmol/l ist im leistungssportlichen intensiven Intervalltraining am Ende einer Serienbelastung durchaus als normal anzusehen (HOTTENROTT u. a. 2008, S. 116). Die Steuerung der Belastungsintensität erfolgt dabei meist nicht über die Herzfrequenz, sondern über die Trainingsgeschwindigkeit.

Während beim int. Training in Bereichen der MZI mit 3–6 Intervallen à 60–90 Sekunden und 3-minütigen (oder längeren) Intervallpausen noch eher in der Struktur einer ext. IM-Trainingseinheit trainiert wird, findet man in intensiven Einheiten in der Regel jedoch oft ein Training nach dem Seriensystem vor. Dabei wird nach einem Block von etwa 4–6 Serien eine längere Pause gemacht, um die schnell aufstockende Ermüdung hinauszuschieben.

#### Exkurs

Eine 2010 von WAHL u. a. veröffentlichte Meta-Analyse (Zusammenfassung vieler Untersuchungen zu einem bestimmten Thema) des hochintensiven Intervalltrainings (HIT oder auch HIIT) im Ausdauersport zeigt, dass selbst sehr gut trainierte Ausdauersportler durch die Anwendung verschiedener HIT-Methoden noch signifikante (bedeutsame) Verbesserungen ihrer Leistungsfähigkeit erzielen können. Er empfiehlt dazu ein Training an oder nahe der  $\dot{V}O_2\text{max}$ . Das Verhältnis von HVT (= hochvolumiges Intervalltraining) und HIT sollte bei etwa 80:20 liegen. Das hochintensive Training kann dabei in einzelnen Einheiten oder auch als „Schock-Mikrozyklus“ (vgl. Kapitel „Trainingsplanung im Ausdauertraining“) von 2–3 Wochen betrieben werden. In einer späteren Studie stellte sich zudem heraus, dass bei HIT schwerpunktmäßig auf eine passive Pausengestaltung zurückgegriffen werden sollte.

QV

#### Exkurs Ende

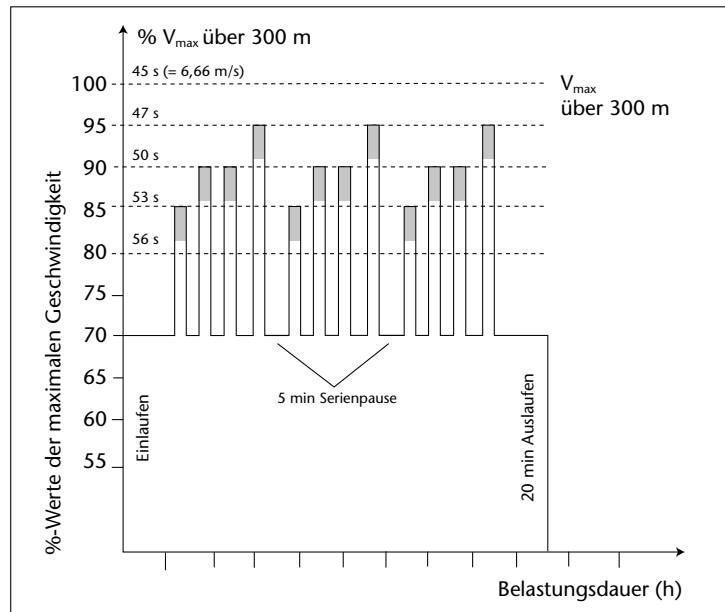


© 09/2016

129

### 3. Trainingssteuerung im Ausdauertraining

Zum besseren Verständnis zeigt die folgende Abbildung ein Kurzzeit-Intervall-Training in Serienblocks mit drei Blocks à 4 ansteigenden Serien. Auch hier sind natürlich Ihrer Kreativität als Trainer wieder keine (außer den angesprochenen) Grenzen gesetzt.



**Abbildung 38:** Intensive Intervallmethode mit Kurzzeitintervallen  
(in Anlehnung an HOTTENROTT u. a. 1997)

Intensive Intervallmethode		
Belastungsnormative	KZI	extr. KZI
Belastungsintensität (in % V.)	95–100	fast max. bis max. (über 100 %)
Belastungsdauer (in Sek.)	20–40	6–9
Belastungsdichte (Pausendauer in Sek.)	30–90 nach Intervall; 3–5 Min. nach Serie	2 (–3 Min.) aktive Intervallpause; 5 Min. Serienpause
Belastungsumfang (in Min.)	20–30 (6–10 Belastungen)	25–30 (9–15 Belastungen)

**Abbildung 39:** Gegenüberstellung der extremen Kurzzeit- und der Kurzzeitintervalle innerhalb der intensiven Intervallmethode  
(in Anlehnung an ZINTL u. a. 2009, S. 123 f.)

### 3. Trainingssteuerung im Ausdauertraining

Beachten Sie, dass in der Gegenüberstellung die Werte für die Belastungsdauer der KZI von denen der Abbildungen „Unterteilung der Intervallmethoden“ und „Intensive Intervallmethode in Kurzzeitintervallen“ abweichen, sodass es sich auch hier wieder nur um Richtwerte handeln kann.

QV

#### Arbeitsauftrag

Erstellen Sie aus allen bisher dargestellten Methoden und Untermethoden eine Tabelle ähnlich der Abbildung „Gegenüberstellung der extremen Kurzzeitintervalle und der Kurzzeitintervalle innerhalb der intensiven Intervallmethode“ mit Ergänzung um ihre Haupttrainingswirkungen und Ziele.



Als Trainingswirkungen der int. IM können die Ausbildung **wettkampfnaher motorischer Anforderungen** (Schnelligkeits- und Kraftausdauer) und deren **Stabilisierung gegen Störgrößen** (z. B. Laktat), sowie das **Verbessern der anaeroben Leistungsfähigkeit** inklusive kurzfristiger Erholungsfähigkeit genannt werden. Dabei kommt es zur Aktivierung und **Steigerung der Laktatproduktion und -elimination**, einer Verbesserung der Pufferkapazität und **Säuretoleranz**, der Beanspruchung von **FT-Fasern** (Fast Twitch = schnell kontrahierend), der Aktivierung aerober Prozesse zur **Beseitigung der Sauerstoffschuld** in den Pausen und einer **verstärkten Herz- und Atemleistung (Steigerung des max. HMV und der  $\dot{V}O_2\text{max}$ )**. Bei sehr hohen Intensitäten werden der **wiederholte Abbau der Phosphate und deren Resynthese** (= Wiederherstellung) und damit die Sprint- und Schnellkraftausdauer gefördert.

#### Fazit

Die Intervallmethoden dienen vor allem der Ausprägung der speziellen Ausdauer in Kombination mit anderen sportmotorischen Fähigkeiten (Kraftausdauer, Schnelligkeitsausdauer). Dabei kommt es zur Entwicklung der Leistungsfähigkeit im (aerob-)anaeroben Funktionsbereich und einer damit verbundenen verbesserten Bewegungstechnik bei höheren Intensitäten. Das Herzvolumen, die Laktattoleranz und -kompensation sowie die maximale Sauerstoffaufnahme werden gesteigert. Zur Trainingssteuerung eignen sich besonders im intensiven Bereich eher Geschwindigkeit und Laktatwerte. Die Herzfrequenz kann zur Bestimmung der Mindest-Pausendauer zwischen den Intervallen als grober Richtwert herangezogen werden.



© 09/2016

131