

## DIE RICHTIGE BELASTUNGSINTENSITÄT BEIM AUSDAUERTRAINING

Beim Ausdauertraining ist neben dem richtigen Trainingsumfang die richtig gewählte Belastungsintensität entscheidend für einen optimalen Trainingseffekt mit der damit verbundenen Leistungssteigerung.

Eine zu niedrig gewählte Intensität bringt keinen erwünschten Trainingserfolg im Sinne einer Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit mit sich, auf der anderen Seite führt eine für den individuellen Trainingszustand zu hohe Belastungsintensität mit unzureichender Erholungsmöglichkeit zwangsläufig zum sog. *Übertraining* - es kommt zur Leistungsstagnation bzw. sogar zum Leistungsabfall [siehe [DAS ÜBERTRAININGS-SYNDROM](#)]

Entscheidend ist somit die richtige "Dosis" der Belastung und das Befolgen der Regeln der medizinischen Trainingslehre.

Wie kann man die Intensität seines Ausdauertrainings steuern? Am genauesten ist natürlich die direkte Steuerung der Leistung: Die Anzeige der Wattleistung auf dem Ergometer oder mittels SRM-System auf dem Rad oder das Tempo ("pace"), also die Geschwindigkeit beim Laufen (Zeit pro km), Schwimmen, Inline-Skaten usw. Da diese Möglichkeiten nicht immer gegeben sind, orientiert man sich im Trainingsalltag meist an der Belastungs-Herzfrequenz, die direkt mit der Belastungsintensität korreliert ist. Je höher die Intensität, desto höher zwangsläufig die Herzfrequenz. Es gilt also, die optimalen Trainings-Herzfrequenzen zu ermitteln, wobei man sich gewissen Einflussfaktoren und Schwankungen derselben bewusst sein sollte. [siehe [SINN UND GRENZEN EINES PULSGESTEUERTEN AUSDAUERTRAININGS](#)]

Eine genaue, individuelle Trainingssteuerung setzt allerdings mehr voraus als irgendwelche Pulstabellen, wie sie z.B. in Fitnessstudios angeboten werden. Mit Formeln wie:

**"180 minus Lebensalter"** oder **"220 minus Lebensalter, davon 70 Prozent"**

können Trainingsanfänger ein einigermaßen brauchbares Grundlagenausdauertraining betreiben, da sie mit diesen Vorgaben zumindest nicht überfordert werden können. Da die Herzfrequenz prinzipiell individuell ist, ist die Faustformel "220 minus Alter" für die max. HF nur ein grober Anhaltspunkt, weil oft nicht zutreffend (siehe unten).

Etwas genauer wird die Sache mit Formeln wie:

**"70 (extensiv) bis 85 (intensiv) Prozent der maximalen Herzfrequenz"**

oder, etwas komplizierter, mit der **KARVONEN-Formel**. Diese zieht die Herzfrequenz-Reserve (Differenz zwischen der maximalen HF und der HF in Ruhe) als Kriterium heran und addiert einen bestimmten Prozentsatz der HF-Reserve mit der Ruhe-HF:

**"Max. Herzfrequenz minus Ruhepuls, multipliziert mit Prozentsatz, plus Ruhepuls"**

$$\text{(max. HF minus Ruhe-HF) x Faktor plus Ruhe-HF}$$

Extensives Ausdauertraining: z.B. 60 % der HF-Reserve → Faktor 0.6

Intensives Ausdauertraining: z.B. 80 % der HF-Reserve → Faktor 0.8

Die Herzfrequenz (HF) in Ruhe wird als *Ruhepuls*, das ist der Puls unmittelbar nach dem morgendlichen Erwachen ermittelt, die maximale HF mittels *Ergometrie* (siehe unten) oder mittels Pulsuhr, indem man sich kurzfristige bis zur "Erschöpfung" ausbelastet (z.B. in Form eines langgezogenen Bergaufsprints), jeweils in der entsprechenden Sportart.

Die Einbeziehung der Ruhe-HF in obige Formel birgt allerdings eine gewisse Fehlerquelle, wenn sie nicht als wirklicher Ruhepuls, sondern einfachheitshalber als Herzfrequenz vor der Ergometrie als "Ruhepuls" in die Rechnung eingeht .

Eigentlich genügt es, sich nur an der maximalen Leistungsfähigkeit (**PWC = physical work capacity**) bzw. an der maximalen Herzfrequenz bzw. zu orientieren:

Die untere Belastungsgrenze (die sog. aerobe Schwelle als "trainingswirksame Schwelle") kann man bei **50% der maximalen Leistungsfähigkeit** ansetzen, das entspricht **65 - 70% der maximalen HF** (bei Untrainierten eher 75% der max. HF), die "Obergrenze" (Bereich der anaeroben Schwelle) bei **70 - 75% der max. PWC**, das entspricht **85 - 88% der maximalen HF** (bei gut Trainierten bis zu 80% der max. PWC bzw. 90% der max. HF)

All diese Berechnungen, die v.a. im Gesundheits- und Breitensport zur Anwendung kommen, sind auch für den Leistungssport durchaus zweckmäßig und praktikabel, wobei hier oft noch weitere Kriterien für die Trainingssteuerung hinzugezogen werden (siehe unten).

Wenn man eine Trainings-Herzfrequenz vom Radfahren auf das Laufen "umlegen" will, muss man den größeren Muskeleinsatz beim Laufen berücksichtigen und die Herzfrequenz bei vergleichbarer Belastungsintensität etwa um 10% bzw. um ca. 10 Schläge höher ansetzen. Je mehr Muskeln "arbeiten" und somit durchblutet werden müssen, desto höher ist die Herzfrequenz. Beim Laufen wird somit auch eine höhere maximale HF erreicht als beim Radfahren (Ausnahme: Radprofis).

Die maximale Herzfrequenz spielt eine entscheidende Rolle, wobei es wichtig ist zu wissen, dass diese Größe individuell ist und nicht automatisch mit der Formel "220 minus Alter" gleichzusetzen ist. Ansonst wird man, wenn man nach Herzfrequenz-Tabellen trainiert, sehr leicht unter-, möglicherweise aber auch überfordert. Jeder Mensch hat sozusagen seine "persönliche" Herzfrequenz, sowohl in Ruhe als auch bei Belastung, und damit seine individuelle Herzfrequenzkurve. Es gibt "Hochpulsler" genauso wie "Niedrigpulsler". Deshalb darf ein Trainer auf keinen Fall (wie es leider sehr oft geschieht) ein Kollektiv über den gleichen Kamm scheren und mit derselben Pulsvorgabe trainieren lassen. [siehe [SINN UND GRENZEN EINES PULSGESTEUERTEN AUSDAUERTRAININGS](#)]

Man darf auch nicht von einer bestimmten HF auf eine bestimmte Leistungsfähigkeit schließen (das ist nur intraindividuell, aber nicht interindividuell möglich).

Noch kurz ein Wort zur Ermittlung der Herzfrequenz. Immer wieder kann man SportlerInnen beobachten, die ihren Puls am Hals oder Handgelenk messen. Das ist jedoch eine ungenau Methode, da eine Pulsmessung nur im Stehen oder Gehen möglich ist, nicht jedoch beim Laufen (am ehesten noch beim Radfahren) und damit nicht mehr der aktuelle Belastungspuls gegeben ist. Außerdem kann beim Pulstasten am Hals der Druck auf die Halsschlagader zu einer reflektorischen Abnahme der Herzfrequenz führen und damit das Ergebnis weiter verfälschen. Aus diesem Grund sollte man niemals den Puls am Hals ertasten, dies gilt natürlich auch für den Ruhepuls.

Die genaueste und für die Trainingssteuerung einzig akzeptable Methode der HF-Bestimmung wird durch sog. Herzfrequenz-Messgeräte ermöglicht, die mittels Brustgurt als Sender die aktuelle Herzfrequenz mit EKG-Genauigkeit "on line" einer Pulsuhr übermittelt, die man am Handgelenk trägt oder beim Radfahren vorzugsweise auf der Lenkstange befestigt. [siehe [SINN UND GRENZEN EINES PULSGESTEUERTEN AUSDAUERTRAININGS](#)]

Nun zum entscheidenden Punkt, zur Bestimmung der richtigen Trainings-Herzfrequenzen. Voraussetzung hierfür ist ein stufenförmiger Belastungstest mit intervallmäßiger, vorprogrammierter Steigerung der Belastungsintensität (*Ergometrie*), die auf dem Fahrrad oder Laufband durchgeführt werden kann. Dabei sollte die Stufendauer nicht zu kurz gewählt werden, um dem Kreislauf und Stoffwechsel auf jeder Stufe ein Fließgleichgewicht ("steady state") zu ermöglichen, und mindestens 3 Minuten betragen.

Bei der Fahrradergometrie wird die Leistung in Watt, auf dem Laufband in km/h gemessen.

Am Ende jeder Belastungsstufe wird die Herzfrequenz sowie (wenn man sich etwas davon verspricht, s.u.) Laktat (aus dem kapillären Ohrläppchenblut) bestimmt. Der Test sollte bis zur objektiven Ausbelastung durchgeführt werden, was natürlich eine entsprechende Motivation der Testperson voraussetzt [siehe [DIE ERGOMETRIE](#)].

Es gilt nun, neben der Beurteilung der maximalen Leistungsfähigkeit die sogenannte *aerobe* und *aerob-anaerobe Schwelle* zu ermitteln. Letztere wird kurz "*anaerobe Schwelle*" genannt, auch als *Dauerleistungsgrenze* bezeichnet und stellt den entscheidenden Parameter für die Beurteilung der aeroben Kapazität, der allgemeinen Ausdauerleistungsfähigkeit, dar.

[siehe [DIE MAXIMALE SAUERSTOFFAUFNAHME ALS BRUTTOKRITERIUM FÜR DIE AUSDAUERLEISTUNGSFÄHIGKEIT](#)]

Die Zweckmäßigkeit einer Laktatbestimmung ist grundsätzlich zu hinterfragen. Sie hat heute in der professionellen Leistungsdiagnostik nicht mehr die Bedeutung wie noch vor Jahren, und das zurecht. Es gibt keine wissenschaftliche Evidenz daüber, ob ein Laktat-gezieltes Training wirklich effizienter ist. Meistens werden oben genannte Schwellen (sog. aerobe und anaerobe Schwelle) bei 2 bzw. 4 mmol/l Laktat (= Anion der Milchsäure, siehe [DIE MUSKULÄRE ENERGIEBEREITSTELLUNG IM SPORT](#)) festgesetzt und die analogen Herzfrequenzen zur Trainingssteuerung herangezogen. Die "starre" 4 mmol-Schwelle mag für einige SportlerInnen als anaerobe Schwelle zutreffend und damit zweckmäßig sein, entspricht jedoch oft nicht der *individuellen anaeroben Schwelle* und ist in diesem Fall nicht zur Trainingssteuerung geeignet. Einen hochausdauertrainierten Athleten wie z.B. einen Spitzen-Marathonläufer oder Radprofi, dessen individuelle anaerobe Schwelle bei 3 mmol/l oder sogar darunter liegen kann, würde man unweigerlich in ein Übertraining "jagen", ließe man ihn bei einer Herzfrequenz trainieren, die bei 4 mmol/l Laktat bestimmt wurde.

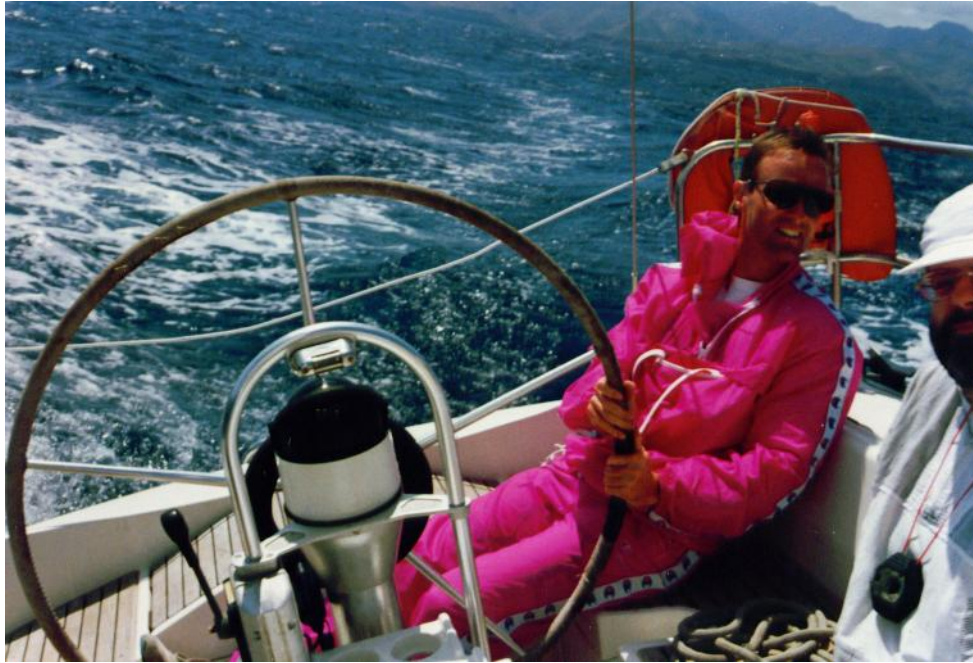
Auf der anderen Seite kann ein Untrainierter "seine" Schwelle bei 5 mmol/l oder einem noch höheren Laktatwert haben und könnte unter Annahme der starren anaeroben Schwelle somit unterschätzt werden, was seinen Trainingserfolg beeinträchtigt.

Eine Laktatdiagnostik sollte dem Hochleistungssport vorbehalten bleiben, hier wird der Athlet engmaschig kontrolliert, vor allem auch bei Feldtests, sodass eine Trainingssteuerung möglich ist. Im Hobbysport hingegen macht eine Laktatbestimmung keinen Sinn, v.a. dann nicht, wenn sie nur einmalig im Rahmen einer Ergometrie durchgeführt wird. Damit wird mehr falsch als richtig gemacht, weil die Laktatwerte von mehreren Faktoren abhängen (z.B. ob der muskuläre Glykogenspeicher voll ist oder nicht).

Die Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle ist nicht einfach und bedarf einiger Erfahrung auf dem Gebiet der Leistungsdiagnostik. Sie ist nur mittels einer sog. *Spiroergometrie* möglich, bei der verschiedene Atmungsparameter gemessen werden (wie die Ventilation, das Atemäquivalent, der respiratorische Quotient u.a.), deren Analyse zusammen mit der Laktatkurve die Ermittlung der individuellen Dauerleistungsgrenze und damit eine exakte Einteilung der verschiedenen Trainingsintensitätsbereiche ermöglicht.

Wer ein gutes Körpergefühl hat, kann seine anaerobe Schwelle auch ohne Spiroergometrie relativ gut anhand seiner Atmung erkennen. Wenn er die Belastung stufenweise erhöht (z.B. beim Radfahren oder Laufen), wird er ab einer bestimmten Belastung merken, dass seine Atmung nicht nur tiefer, sondern auch schneller wird. Diese Hyperventilation ist Ausdruck der respiratorischen Kompensation der metabolischen Azidose aufgrund der "Milchsäure"-Bildung bei intensiver Muskelarbeit [siehe [DIE MUSKULÄRE ENERGIEBEREITSTELLUNG IM SPORT](#)]

Abschließend noch ein paar Worte zum "Conconi-Test". Dieser ist für eine vernünftige Trainingssteuerung ungeeignet. Einerseits ist der "Conconi-Knick" der in der Regel linear verlaufenden Herzfrequenzkurve meistens gar nicht eindeutig feststellbar und wird von einer Computersoftware errechnet. Andererseits konnte gezeigt werden, dass im Falle eines "Knicks" dieser einem Laktatwert zwischen 3 und 11 mmol/l entsprechen kann. Der Ungenauigkeit des "Conconi-Knicks" sollte man sich bewusst sein, wenn man ihn zur Trainingssteuerung anwenden will.



Dr. Kurt A. Moosburger  
[www.dr-moosburger.at](http://www.dr-moosburger.at)

Innsbruck, im Dezember 1996 (veröffentlicht im "SportAs")  
(zuletzt überarbeitet im Mai 2006)