



Lauftraining

Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung

1. Laufen als Ausdauersport

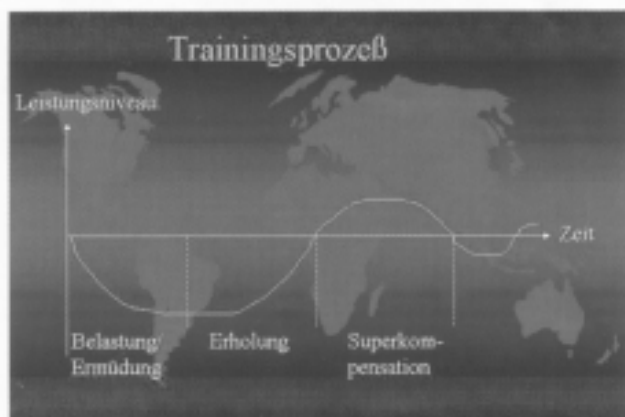
Menschen sind schon immer gelaufen. Insbesondere in der letzten Zeit konnten vielfältige medizinische Zusammenhänge zwischen Bewegungsmangel und Gesundheitsstörungen herausgearbeitet werden. Aus medizinischer Sicht bietet kaum eine andere Sportart einen so hohen Gegenwert von vorbeugenden und heilenden Wirkungen. Und dies bei minimalem Zeitaufwand. Schon dreimal pro Woche eine halbe Stunde genügen, um sich vor den verschiedensten Zivilisationserkrankungen höchst effektiv zu schützen. Vor allem das Herz-Kreislauf-System, die Zusammensetzung des Blutes, das vegetative Nervensystem und nicht zuletzt die

Psyche profitieren vom regelmäßigen Training.

2. Leistungsdiagnostik

Ziele dieser Untersuchungen sind eine Einschätzung der Belastbarkeit (gesundheitliche Voraussetzungen), Beurteilung der aktuellen Leistungsfähigkeit als auch entsprechende Beratungen zum systematischen Trainingsaufbau, zur Gesundheitsprophylaxe etc. Dabei beinhalten leistungsdiagnostische Untersuchungen zur Einschätzung der Leistungsfähigkeit motorische Prüfbelastungen, die den individuellen Entwicklungsstand konditioneller Fähigkeiten (Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit, Beweglichkeit, Koor-

dination) messen. Je nach ausgeübter Sportart (kraft-/ausdauerorientiert) werden dabei unterschiedliche Untersuchungen durchgeführt, die in Form von sportmotorischen Eigenschaftprofilen zusammengefasst werden können. Der Standard zur Überprüfung von Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit besteht in einer **ergometrischen Untersuchung** auf dem Fahrrad oder auch Laufband. Mittels dieser Untersuchung werden u. a. die erbrachte Leistung sowie zusätzliche biologische Parameter wie Blutdruck, EKG, Puls, Laktat, Sauerstoffaufnahme etc. erfasst. Unter Berücksichtigung der persönlichen Zielvorstellungen kann anhand der Ergebnisse ein individuelles Trainings- bzw. Vorbereitungsprogramm zusammengestellt werden.



Grafik 1

Den Standard für Läufer stellt dabei eine **Laufband(spiro)ergometrie** dar. Der Ablauf ist folgender: Nachdem alle wichtigen „Kabel“ angeschlossen sind (EKG zur Erfassung des Pulses und der Herzaktivitäten, Atemmaske zur Erfassung der Sauerstoffaufnahme, der Atemmechanik und des muskulären Stoffwechsels), erfolgt eine stufenförmig ansteigende Belastung. Bei 6 bzw. 8 km/h fängt die Belastung an, alle 3 Min. wird die Geschwindigkeit um 1-2 km/h erhöht. Zwischen den Belastungsstufen erfolgt eine kurze Pause zur Entnahme des Laktates (Milchsäure) aus dem Ohrläppchen. Die Geschwindigkeitssteigerung erfolgt dabei mindestens bis zur sogenannten anaeroben Schwelle (submaximaler Test) oder bis zur Ausbelastung (Maximaltest).

Die auf diese Weise gewonnenen Parameter lassen einerseits eine Einschätzung zur aktuellen Belastbarkeit (Gesundheitsdiagnostik: ist u. a. das EKG in Ordnung?) als auch eine Einschätzung der aktuellen Leistungsfähigkeit zu (Maximalgeschwindigkeit, Größe der sogenannten aeroben und anaeroben Schwelle). Andererseits kann die Stabilität der verschiedenen Funktionssysteme (Herz-Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel) während der Belastung überprüft werden. Unter anderem kann aus diesen Ergebnissen die sogenannte **Laktat-Leistungs-Kurve** dargestellt werden (s. Seite 8). Sie stellt folgenden Sachverhalt dar: Mit zunehmender Belastungsintensität (Geschwindigkeit oder Watt), d. h. von langsamen zu schnellen Geschwindigkeiten auf dem Laufband (niedrigen zu ho-



Grafik 2

hen Wattzahlen auf dem Fahrradergometer) steigt die Herzfrequenz kontinuierlich an. Die absolute Größe des Pulsschlages als auch das Anstiegsverhalten unter Belastung sind sehr individuell. Ab einer individuell sehr unterschiedlichen Belastungsintensität (primär abhängig vom Trainingszustand) kommt es auch zu einem Anstieg des Laktates, zuerst langsam, dann immer schneller. Die **aerobe Schwelle** ist dabei die Belastungsintensität, bis zu der alle Funktionssysteme stabil arbeiten. In dieser Phase wird auch kein zusätzliches Laktat im Körper gebildet. Vom Stoffwechsel her ist hier insbesondere auch der Fettstoffwechsel aktiv. Die aerobe Schwelle könnte man auch als die Dauerleistungsgrenze auffassen, da bei diesen Belastungsintensitäten auch mehrstündige Belastungen möglich sind. Dieser Belastungsbereich ist insbesondere für das Grundlagentraining wichtig. Es erfolgt eine Erhöhung der Belastungsverträglichkeit, eine Anpassung der verschiedenen Funktionssysteme an die Belastung. Die **anaerobe Schwelle** wird als die Belastungsintensität bezeichnet, ab der es zu einer zunehmenden Laktatanhäufung unter Belastung kommt. An diesem Punkt besteht ein maximales Gleichgewicht zwischen Laktatneubildung und Laktatabbau. Zwischen der aeroben und anaeroben Schwelle kommt es zur einer partiellen Instabilität verschiedener Funktionssysteme. Das Laktat steigt an. Es liegt ein Mischstoffwechsel aus Fett- und Kohlenhydratstoffwechsel vor. Daher wird dieser Bereich in der Sportmedizin auch als **aerob-anaerober Über-**

gangsbereich bezeichnet. Dieser Belastungsbereich ist insbesondere zur Entwicklung der Leistungsfähigkeit wichtig. Der intensive Belastungsbereich überhalb der anaeroben Schwelle dient vor allem der motorischen Schulung. Es wird zunehmend Laktat angehäuft, die Muskulatur übersäuert und die Belastung muss schließlich deswegen abgebrochen werden. Hier haben wir es fast ausschließlich mit dem Kohlenhydratstoffwechsel zu tun.

Fazit ist, dass jeder Belastungsintensität (Geschwindigkeit oder Watt) ein Laktatwert und auch eine Pulsfrequenz zugeordnet werden kann, was für die anschließende Trainingssteuerung wichtig ist.

3. Trainingssteuerung

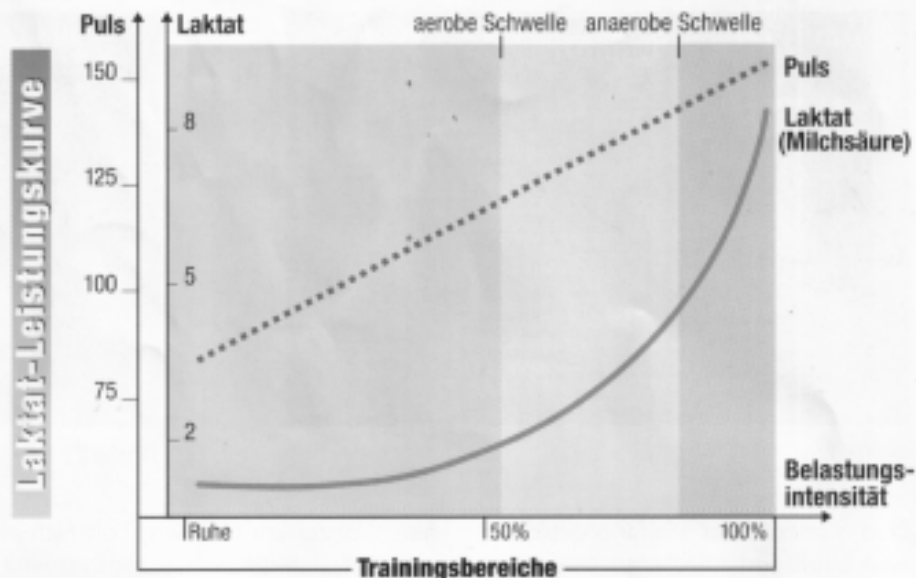
Schon die alten Philosophen haben sich mit diesem Thema auseinandergesetzt. So schrieb z. B. der altgriechische Philosoph Plato: „Der sicherste Weg zur Gesundheit ist es, jedem Menschen möglichst genau die erforderliche Dosis an Nahrung und Belastung zu verordnen, nicht zu viel und nicht zu wenig.“ Man weiß heute, dass für strukturelle Anpassungen genau definierte Belastungsreize gesetzt werden müssen. Diese müssen eine bestimmte Mindestintensität überschreiten, um überhaupt zu Anpassungen zu führen, sollten aber auch eine bestimmte Grenze nicht überschreiten, weil somit langfristig eher Schäden die Folge sein können. Die jeweils individuell optimale Belastungsintensität ist von mehreren



TITEL

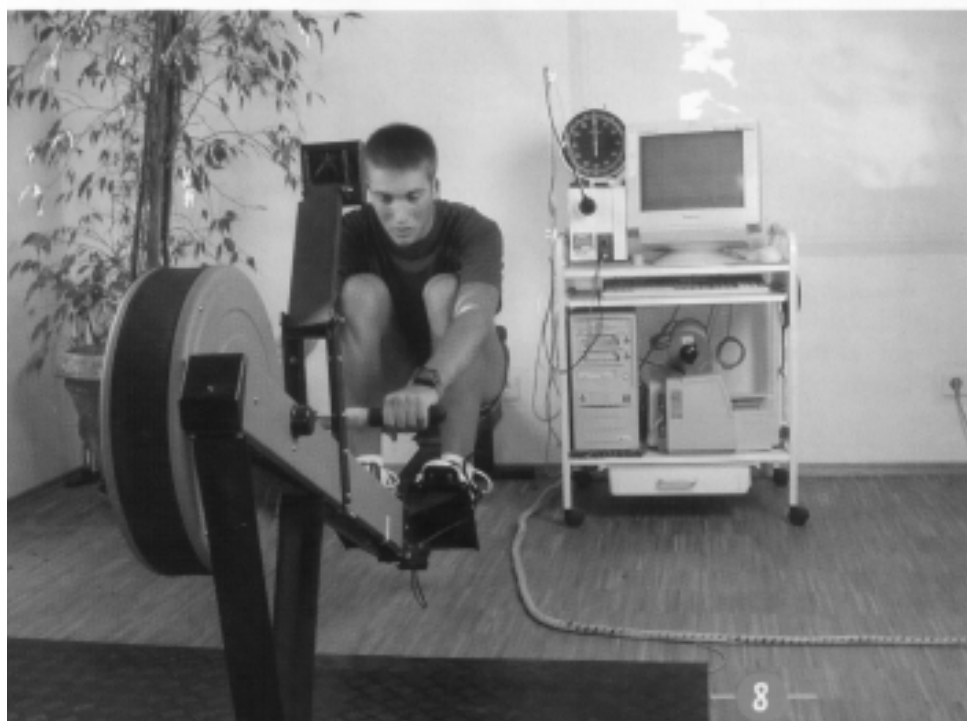
Faktoren wie z. B. dem Gesundheits- und Trainingszustand, der betriebenen Sportart, den jeweiligen Zielsetzungen, der Trainingsperiode etc. abhängig.

Je nach persönlichen und gesundheitlichen Voraussetzungen muss entschieden werden, ob das Training nun gesundheitlichen Zwecken dient oder eine Leistungssteigerung geplant ist. Für den **Gesundheitsbereich** ist ein Training im Grundlagenbereich ausreichend. Um allerdings eine Leistungssteigerung zu erreichen, ist ein **Training in allen Belastungsbereichen** erforderlich. Reizunwirksames und monotones Training führt zur Leistungsstagnation! Dabei weiß man aus vielfältigen Untersuchungen und vor allem aus den Erfahrungen aus dem Leistungssport, dass zur zielgerichteten Entwicklung der Leistungsfähigkeit bestimmte **Proportionen der Belastungsbereiche** eingehalten werden sollten. Das Grundlagentraining macht dabei ungefähr einen Umfang von 2/3 der Gesamtbelastung aus. Im intensiven Bereich (ab der aeroben Schwelle) sollte nur insgesamt 1/3 des Trainings realisiert werden. Dabei gilt die Regel: Je intensiver das Training, desto kürzer der Belastungsumfang. Im Rahmen eines Trainingsprozesses verändern sich natürlich diese Proportionen. Dieses Vorgehen nennt man in der Fachsprache Periodisierung und Zyklisierung.

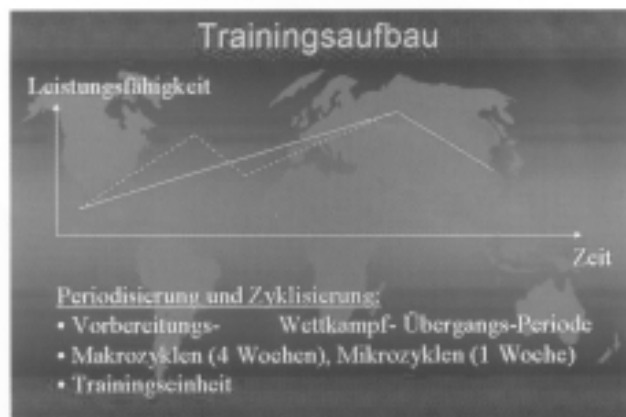


Wie wir gesehen hatten, lassen sich aus der Laktat-Leistungs-Kurve **Trainingsbereiche** festlegen. Man unterscheidet das Grundlagentraining (auch GA1-Training genannt), das Training im aerob-anaeroben Übergangsbereich (auch GA2-Training genannt) und das intensive Training im anaeroben Bereich (s. Grafik 4 und 7). Zur Trainingssteuerung kann als Hilfsgröße dann die Herzfrequenz und Geschwindigkeitsvorgabe genutzt werden. Hier ist auch der primäre Einsatz der Pulsmesser zu sehen. Aber nur wer seine individuell optimalen Pulsbereiche kennt, kann auch gezielt in belastungswirksamen Pulsbereichen trainieren. Die Bestimmung

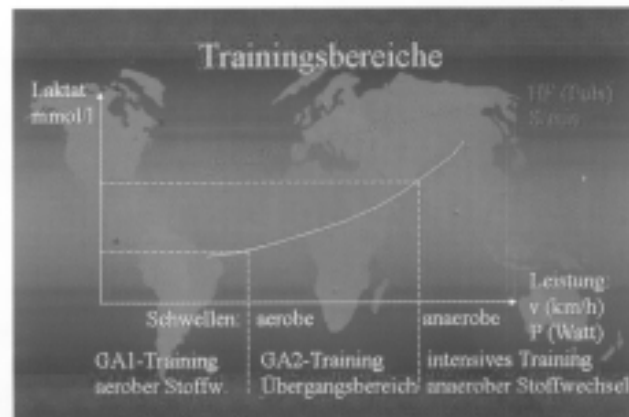
der Pulsbereiche mit Graphiken, Tabellen und Formeln kann nur eine grobe Orientierung sein. Den perfekten oder idealen Puls gibt es nicht im Sport. Dieser hängt immer von vielen Faktoren wie Veranlagung, Trainingszustand, Alter und auch von der Sportart ab. Deswegen müssen solche leistungsdiagnostischen Untersuchungen auch immer sportartspezifisch durchgeführt werden. Das heißt: Läufer auf dem Laufband, Radfahrer auf dem Fahrradergometer. Für das Training in den Pulsbereichen muss natürlich auch das tägliche Befinden, die Außentemperatur, der Gesundheitszustand und weitere Faktoren berücksichtigt werden.



Entsprechend der Zielsetzung unterscheiden sich auch die **Trainingsmittel**. Der Gesundheitssportler kommt weitgehend mit ruhigen, entsprechend niedrig intensiven (langsamen) gleichmäßigen Dauerläufen aus. Wird jedoch ein leistungsorientiertes Training durchgeführt, müssen die Läufe ständig variiert werden (Prinzip der Variation). Dazu gehört eine sorgfältige Planung. Das Aufstellen eines **Trainingsplanes** ist eine höchst individuelle Angelegenheit. Dabei ist es wichtig, persönliche Voraussetzungen wie Alter, Anzahl der Trainingsjahre, aktuelles Leistungsvermögen, Art und Umfang der beruflichen Inanspruchnahme, gesundheitliche Voraussetzungen etc. zu berücksichtigen. Gesundheitliche Gefahren können dann



Grafik 3



Grafik 4

entstehen, wenn die Gesamtbelastung des Trainings die körperliche und geistige Regenerationsfähigkeit übersteigt.

An eine optimale Folge von Trainingsreizen **passt sich der Körper an**. Es kommt u. a. zu einer Ökonomisierung im Herz-Kreislauf-System

(Absenkung des Pulses auf gleichen Belastungsstufen), im Stoffwechsel (Absenkung der Laktatwerte auf gleichen Belastungsstufen) (s. Grafik 5), zur Verbesserung der Inanspruchnahme des Fettstoffwechsels, zur Erhöhung der Sauerstoffaufnahme-fähigkeit des Körpers, zur Erhöhung der Energiereserven im Körper, zu

Anpassungen im Atmungssystem, im Stütz- und Bewegungssystem etc. Sind die Trainingsreize zu selten, zu kurz oder zu gering, geschieht in unserem Körper gar nichts. Wird aber zu häufig, zu lange oder zu hart trainiert, führt dies in der Folge zur Leistungsstagnation oder auch Leistungseinbuße, zu gesundheitlichen



TITEL



Grafik 5

Problemen und Überlastungen. Dies ist übrigens ein häufiges Problem, zumeist wird das aktuelle Leistungsvermögen überschätzt. Tatsächlich laufen viele unerfahrene Läufer im Regelfall viel zu schnell, etwa nach dem Motto: „Je kaputter ich bin, desto höher der Trainingseffekt.“ Stichproben bei Freizeitläufern zeigten, dass sich viele im übersäuerten (im sogenannten anaeroben Bereich) belasten.

Auch die **Erholung** ist wichtig. In dieser sogenannten **Regenerationsphase** nach Belastungen verlaufen im Körper vielfältige Wiederherstellungsprozesse. Stoffwechselprodukte, wie z. B. das Laktat, müssen abtransportiert werden. Verbrauchte Stoffe, wie z. B. die körpereigenen Kohlenhydratreserven in Form von Glycogen, müssen neu synthetisiert werden. Und beschädigte Muskelzellen, denn nichts anderes ist die Ursache des Muskelkaters, müssen repariert werden. Allerdings verlaufen diese Prozesse unterschiedlich schnell. Wasser und Elektrolyte werden innerhalb von sechs Stunden nach Belastungen ausgeglichen, die

Trainingsbereiche

anaerober Bereich: intensives Training unter „Sauerstoffschuld“, wird bevorzugt beim Fahrtspiel und Intervalltraining angewendet, Training von Mobilisationsfähigkeit, Tempohärte (nur für gesunde Personen geeignet!!!)

aerob-anaerober Übergangsbereich: (Entwicklungsbereich), Mischstoffwechsel - Kohlenhydrate und Fette werden zur Energiegewinnung genutzt, Verbesserung der Grundlagenausdauer, oftmals identisch mit Marathon- und Halbmarathontempo

aerober Bereich: (Grundlagen-Training), Fundament der Leistungsentwicklung, Fettstoffwechseltraining, wichtiger Bereich für den Ausdauersport, sollte mind. 2/3 des gesamten Trainingsumfanges betragen



Trainingsgrundsätze	
1. Trainingsbeginn unter fachgerechter Anleitung	
2. wirksame Belastungsreize - Mindestintensität	
3. adäquate Belastungsgebarung	- allgemeine vor speziellen Übungen - Umfang vor Intensität - Häufigkeit vor Dauer - allmähliche Belastungssteigerung ⇒ Häufigkeit ⇒ Dauer ⇒ Intensität
4. Regelmäßigkeit, Kontinuität	
5. altersgemäß trainieren	
6. individuelle Voraussetzungen berücksichtigen	
7. Variation der Trainingsbelastung	
8. optimale Relation von Belastung - Erholung	
9. Periodisierung, Zyklisierung	
10. Spezialisierung	
11. Training muß Spaß machen	

Grafik 6

Ausdauertrainingsmethoden		
	GA1-Training aerobes Training (grün)	GA2-Training Übergangsber. (gelb)
Intensität	Bereich der AS Laktat < 2 mmol/l 60-80 % VO ₂ max	Bereich der ANS Laktat 2-4 mmol/l 80-95 % VO ₂ max
Trainingsmittel	extensiver Dauerlauf	intensiver Dauerlauf
Belastungsdauer	60-120... min	30-60 min
Anpassungen	Ökonomisierung Fetverbrennung periphere Durchblutung vegetativ/hormonell aerober Stoffwechsel	Steigerung Leistung Erhöhung VO ₂ max Anhebung ANS Glycogenreserven aerober u. anaerober Stoffwechsel
(n. Zintl)		

Grafik 7

Glycogenresynthese dauert schon bis zu zwei Tagen nach intensiven Belastungen. Und die Eiweißresynthese nach intensiven Belastungen in beschädigten Muskelzellen dauert bis zu vier Tagen. So ist nach einem intensiven Ausdauertraining bei Untrainierten eine Erholungsphase von bis zu 48 Stunden einzuhalten, nach einem Maximalkrafttraining bis zu 72 Stunden. Mit zunehmendem Alter verlängern sich natürlich die Regenerationszeiten weiterhin. Ist die Regeneration nicht abgeschlossen, befindet sich der Körper noch nicht auf seinem alten Leistungsniveau. Jetzt einsetzende erneute Trainingsbelastungen führen zu einer **Leistungsstagnation** oder im schlimmsten Falle auch zu einer **Leistungsver-schlechterung**.

Weitere fatale Folgen können **Verletzungen** und **Erkrankungen** sein. Im optimalen Fall erfolgt nach einer ausreichenden Regenerationsphase eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit. Dies wird als das sogenannte Prinzip der **Superkompensation** bezeichnet.

Erneute Trainingsreize in dieser Phase führen wiederum zur Ermüdung, allerdings stabilisiert sich der Körper mit fortlaufender Trainingsdauer auf einem immer höheren Niveau (s. Grafik 1+2). Das optimale **Belastungs-Erholungs-Verhältnis** ist somit eine wesentliche Voraussetzung für eine gezielte Leistungsverbesserung.

Fazit: Erholung gehört zum Training. Wer dem Körper keine ausreichende Ruhepause gönnt, treibt Raubbau mit seinem Körper. Die **Regeneration** ist sowohl für die **Gesundheit** als auch **Steigerung der Leistungsfähigkeit** wichtig. Der **Mut zur Pause** ist im Training ebenso wichtig wie die **Motivation zur Belastung**.

Text & Fotos:
Dr. med. Frank Möckel