

**CARDIO**

**FITNESS**

**VON**

**BO PFEIFFER**

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung
2. Herz Kreislauf System
  - 2.1 Herz
  - 2.2 Kleiner Blutkreislauf
  - 2.3 Großer Blutkreislauf
3. Positive Auswirkungen eines Regelmäßigen Ausdauertrainings
  - 3.1 Herz
  - 3.2 Gefäßsystem und Blut
  - 3.3 Anpassungen im Bereich der Muskulatur
  - 3.4 Atmungssystem
  - 3.5 Weitere Anpassungseffekte
  - 3.6 Zusammenfassung
4. Energiebereitstellung
  - 4.1 Formen der Energiebereitstellung
  - 4.2 Vor und Nachteile der aeroben und anaeroben Energiebereitstellung
5. Trainingsphysiologische Relevante Parameter der Ausdauer
  - 5.1 Maximale Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub> max.)
  - 5.2 Herzfrequenz und Training
  - 5.3 Subjektives Belastungsempfinden
  - 5.4 Weitere Möglichkeiten zur Steuerung der Belastungsintensität
  - 5.5 Laktat
  - 5.6 Formeln
6. Trainingsmethoden
  - 6.1 Dauermethode
  - 6.2 Die Intervallmethode
  - 6.3 Wettkampfmethode
7. Leistungsdiagnostik
  - 7.1 Kontraindikationen
  - 7.2 Der Coopertest
8. Sporternährung
  - 8.1 Kohlenhydrate
  - 8.2 Fett
  - 8.3 Eiweiß
  - 8.4 Welches Körpergewicht ist optimal
  - 8.5 Reduzierung des Körpergewichts
  - 8.6 Die neue Ernährungspyramide

## **1. Einleitung**

Durch ein geeignetes regelmäßiges körperliches Training gelingt es Ihnen „20 Jahre lang 40 Jahre alt“ zu bleiben (vgl. Hollmann / Hettinger 1990). Ausdauertraining ist hierbei unumstritten der wichtigste Faktor. Es verbessert nicht nur Ihre Leistungsfähigkeit und Ihr Wohlbefinden, sondern spielt auch in der Vorbeugung von degenerativen Herz-Kreislauf-Erkrankungen und bei der Stärkung des Immunsystems eine entscheidende Rolle. Durch ein adäquates körperliches Training bleiben Sie funktionell jünger, als es ihrem tatsächlichen Alter entspricht.

In den Industrieländern stellen die Herz-Kreislauf-Krankheiten eine der häufigsten Erkrankungen und Todesursachen dar. Das statistische Bundesamt geht davon aus, dass von 900.000 Sterbefällen etwa 450.000 auf das Konto von Herz-Kreislauf-Krankheiten gehen.

Mit gut dosiertem Ausdauertraining lässt sich das Risiko, an den heutigen Zivilisationskrankheiten wie Arteriosklerose, Koronare Herzkrankheit (KHK), Herzinfarkt usw. zu erkranken, drastisch reduzieren. Mit dem Ausdauertraining besteht die Möglichkeit, absolut nebenwirkungsfrei und ohne Rezept dieses Risiko und auch bestehende Risikofaktoren zu bekämpfen und präventiv Herz und Kreislauf optimal zu stärken.

Ausdauertraining besitzt aber nicht nur im Bereich der gesundheitsorientierten Fitness eine herausragende Bedeutung, sondern stellt darüber hinaus auch eine Basisfähigkeit für die meisten Sportarten dar, da durch ein Training der Ausdauer nicht nur die Ausdauerleistungsfähigkeit gestärkt wird, sondern auch die Fähigkeit zur schnelleren Regeneration nach körperlicher Belastung verbessert wird.

## **2. Herz-Kreislaufsystem**

### **2.1 Das Herz**

Das Herz ist sowohl von seiner Lage als auch von seiner Funktion das zentrale Organ des Menschen. Es pumpt täglich etwa 100.000 mal und bewegt dabei ein Blutvolumen von ca. 9 Tonnen durch den Körper. Die Gesamtleistungsfähigkeit des Organismus ist von der Leistungsfähigkeit des Herzens abhängig.

Die Abhängigkeit macht sich besonders bei Ausdauerleistungen bemerkbar. Alle Einzelorgane des Organismus werden durch das Herzkreislaufsystem zu einer funktionellen Einheit verbunden.

Das Herz ist ein muskuläres Hohlorgan, dessen Wandungen aus elastischen sowie kontraktile Muskelementen bestehen. Das Herz ist eine Druck-Saugpumpe, die dafür sorgt, dass das Blut ständig durch den Körper kreist. Es arbeitet in zwei Phasen: der Systole und der Diastole.

Lage des Herzens: Das Herz sitzt zwischen den beiden Lungenflügeln im Mediastinum (Mittelfellraum). Zwei Drittel befinden sich in der linken Brustkorbhälfte, ein Drittel in der rechten. Hinten grenzt das Herz an Speiseröhre und Aorta. Vorne reicht es bis an die Hinterfläche des Brustbeins. Unten sitzt es dem Zwerchfell auf.

Das gesunde Herz ist etwa ein bis eineinhalb mal so groß wie die geschlossene Faust seines Trägers und wiegt ca. 250 bis 350 g. Die Größe ist abhängig von Alter und Beanspruchung. Es hat die Form eines Kegels, dessen Spitze nach links unten vorne zeigt. Die Herzspitze liegt somit sehr nahe an der Brustwand und jedes Mal, wenn sich das Herz zusammenzieht, überträgt sich dies als ein Stoß auf die Brustwand. Dadurch ist jeder Herzschlag von außen am Brustkorb tastbar.

Das Herz hat insgesamt vier Innenräume, jede Herzhälfte zwei:

- einen kleinen, muskelschwachen Vorhof (Atrium), der das Blut aus Körper oder Lunge sammelt,
- eine große, muskelstarke Kammer (Ventrikel), die das Blut aus dem Vorhof ansaugt und wieder in den Körper- bzw. Lungenkreislauf presst.

Die beiden Herzkammern haben je einen Eingang und einen Ausgang. Die Eingänge führen von den kleinen Vorhöfen in die größeren Herzkammern. Die Ausgänge leiten das Blut in die beiden größten Schlagadern des Körpers, die Aorta (Körperschlagader) und den Truncus pulmonalis (gemeinsamer Stamm der Lungenarterien). An diesen Stellen sitzen die Herzklappen.

Jede Herzklappe lässt sich vom Blutstrom nur in eine Richtung aufdrücken. Kommt der Druck von der anderen Seite schließt sie sich und versperrt den Weg. Wie das Ventil eines Fahrradschlauches die unter Druck hineingepresste Luft zurückhält, so sorgen die sorgen gesunde Herzklappen dafür, dass das Blut immer nur in eine Richtung gepumpt wird.

Das Herz verfügt über ein eigenes Erregungsbildungs- und Erregungsleitungssystem. Das heißt, das Herz besitzt ein System von spezialisierten Muskelzellen, die

in der Lage sind, Erregungen zu bilden und diese schnell weiterzuleiten. Wird das Herz aus dem Körper entfernt und in einer geeigneten Nährflüssigkeit aufbewahrt, so schlägt es weiter.

Wie jedes Organ muss auch das Herz mit Blut versorgt werden. Es benötigt immerhin ein Zwanzigstel des gesamten gepumpten Blutes für die eigene Arbeit (ca. 300ml/Min).

Die Versorgung des Herzens erfolgt über zwei kleine Gefäße, die nah bei der Aortenklappe von der Aorta abzweigen: Das eine Gefäß zieht quer über die rechte, das andere quer über die linke Herzhälfte. Da diese beiden Arterien mit ihren Verzweigungen das Herz wie ein Kranz umschließen, werden sie auch als Herzkranzgefäße bezeichnet.

## 2.2 Blutdruck

Der Blutdruck ist die Kraft, die das Blut auf die Gefäßwände ausübt. Diese Kraft wirkt sowohl in den Arterien als auch in den Venen. Die Höhe des Blutdrucks hängt entscheidend von der Leistungsfähigkeit des Herzens ab, die sich im Herz-Zeit-Volumen widerspiegelt. Das Herz-Zeit-Volumen ist die Menge Blut, die das Herz pro Zeiteinheit in den Kreislauf pumpt. Sinkt das Herz-Zeit-Volumen, so sinkt in der Regel auch der Blutdruck. In Ruhe beträgt das Herz-Zeit-Volumen ca. 5 l/Min.

Der Blutdruck ist aber auch vom Blutvolumen abhängig. Ein vermindertes Blutvolumen – etwa in Folge einer schweren Blutung – geht meist mit einem niedrigen Blutdruck einher.

Schließlich beeinflusst noch der Zustand der Gefäße den Blutdruck: z.B. durch Arteriosklerose verengte Gefäße verändern den peripheren Widerstand und haben somit ebenfalls Einfluss auf den Blutdruck.

Beim Blutdruckmessen wird in Systole und Diastole unterschieden.

Systole: Austreibungsphase – das Herz treibt das Blut durch Kontraktion in die Blutgefäße.

Diastole: Erschlaffungsphase – das Herz füllt seinen Innenraum unter Dehnung der Herzwände. In dieser Phase wird das Herz mit Nährstoffen über die Herzkranzgefäße versorgt. Je niedriger der Puls (also der Herzschlag), desto intensiver die Versorgung des Herzens.

Es muss natürlich sichergestellt werden, dass das Blut auch während der Diastole weiter durch den Körper transportiert wird. Dies geschieht durch die sog. Windkesselfunktion der elastischen Arterien. Während der Systole werden diese gedehnt und üben in der Diastole einen Druck auf das in ihnen befindliche Blut aus.

Der durchschnittliche Blutdruck beim gesunden Erwachsenen beträgt in Ruhe: Systole – 120 mmHg, Diastole – 80 mmHg.

### 2.3 Kleiner Blutkreislauf

Der kleine Blutkreislauf führt das Blut von der rechten Herzkammer zum linken Vorhof. Aus der rechten Kammer fließt das dunkelrote, sauerstoffarme Blut über die Lungenschlagader (Arterie Pulmonalis) in die feinen Haargefäße der Lunge (Lungenkapillaren), wo Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) abgegeben und Sauerstoff aufgenommen wird. Danach wird das jetzt mit Sauerstoff angereicherte Blut in den zwei großen Lungenvenen gesammelt und zum linken Vorhof des Herzens zurückgeführt.

### 2.4 Großer Blutkreislauf

Der große Blutkreislauf führt das Blut von der linken Herzkammer zum rechten Vorhof. Das hellrote, sauerstoffreiche Blut wird zunächst in die große Körperschlagader (Aorta) gedrückt. Sie verläuft im Bogen abwärts durch den Brustraum und gibt auf ihrem Weg Äste und Verzweigungen an alle Organe ab. Die Äste verzweigen sich immer weiter und münden in den kleinsten Haargefäßen (Kapillaren). Hier geht dann der Sauerstoffaustausch vonstatten: Nährstoffe und Sauerstoff werden an das Gewebe abgegeben, Kohlendioxid und Stoffwechselprodukte werden aufgenommen. Die Haargefäße sammeln sich dann wieder in kleinsten Venen und münden schließlich in die beiden Hohlvenen, welche dann in den rechten Vorhof münden.

## 3. Positive Auswirkungen eines regelmäßigen Ausdauertrainings

Der hohe gesundheitliche Wert regelmäßigen Sporttreibens gilt heute als gesichert. Dies gilt insbesondere für das Ausdauertraining. Hinsichtlich der gesundheitlichen Wirkung dient Ausdauertraining in der Kindheit und Jugend einer optimalen Entwicklung der inneren Organe, beim Erwachsenen der Verhütung von Herz-Kreislauf- sowie Stoffwechselkrankheiten. Beim älteren Menschen zusätzlich zur Verringerung degenerativer Alterungsprozesse und somit der „Funktionellen Verjüngung“.

Die wichtigste Anpassung des Organismus an ein regelmäßiges Ausdauertraining ist dessen kardioprotektive Wirkung. Namhafte Sportmediziner (Hollmann, Kindermann) bringen dies in einem oft verwendeten Satz zum Ausdruck: „Ausdauertraining wirkt sauerstoffsparend, blutdrucksenkend, herzfrequenzstabilisierend, stoffwechselfördernd und blutgerinnungshemmend und hat bei richtiger Anwendung keine Nebenwirkungen.“ Es ist daher das effektivste und nebenwirkungsfreieste Medikament zur Bekämpfung von Zivilisationskrankheiten.

### 3.1 Herz

- Absinken des Ruhepulses und Belastungspulses
- Vergrößertes maximales Schlag – und Herzminutenvolumen
- Verbesserte Durchblutung des Herzmuskels während der Diastole
- Vergrößerung der maximalen Sauerstoffaufnahme und des maximalen Sauerstoffpulses
- Ökonomisierung der Herzarbeit und geringere Herzbelastung

Folgendes Beispiel kann insbesondere die Ökonomisierung der Herzarbeit veranschaulichen: Wenn es Ihnen gelingt, die Ruhepulsfrequenz als Folge der Anpassung an ein Ausdauertraining um 10 Schläge/min zu senken, also z.B. von 75 auf 65 Schläge/min, so reduziert sich die Herzarbeit pro Stunde um 600, pro Tag um 14400 und pro Jahr um 5256000 Schläge. Hiervon muss man die vermehrte Herzaktivität während des Ausdauertrainings abziehen, was z.B. 3 x pro Woche über 30 Minuten mit einer Herzfrequenz von ca. 150 Schlägen/min stattgefunden hat. Der Mehraufwand für das Herz würde dabei ca. 350000 Schläge ausmachen. Insgesamt aber muss das Herz knapp 5 Millionen Mal pro Jahr weniger schlagen.

Wöchentliche sportliche Belastung, die zur Sportherzanzpassung führt, bei ausgesuchten Sportarten:

Laufen:	ca. 60-70 km/Woche
Radfahren:	150 km/Woche
Schwimmen:	15 Km/Woche
Tennis/Fußball:	nur Spitzenspieler.

### 3.2 Gefäßsystem und Blut

- blutdrucksenkende Wirkung  
10- 15 mmHg systolisch und 5- 10 mmHg Diastolisch.
- Verbesserte Kapillarisation sowohl im Bereich des Herzmuskels als auch im Bereich der Skelettmuskulatur
- Zunahme des Blutvolumens um ca. 25 %
- Steigerung der Sauerstofftransportkapazität (durch eine höhere Anzahl von Erythrozyten)
- Verbesserte Thermoregulation
- Geringeres Risiko von Arteriosklerose durch Erhöhung des HDL Cholesterins und Senkung des LDL Cholesterins
- Verbesserte Fließeigenschaften des Blutes
- Geringere Thromboseneigung

### 3.3 Anpassung im Bereich der Muskulatur

- Zunahme der Anzahl und Größe der Mitochondrien
- Ökonomisierung der aeroben Energiebereitstellung
- Verbesserte Kapillarisation
- Verbesserte Sauerstoffaufnahme, Speicherung und Verarbeitung
- Langfristig Erhöhung der Energiespeicher (Glykogen), bis auf die zweifache Menge.

### 3.4 Atmungssystem

- Vergrößerung des maximalen Atemminutenvolumens
- Verbesserung der Atemökonomisierung für vergleichbare Belastungen

### 3.5 Weitere Anpassungseffekte

- Appetitregulation
- Stärkung des Immunsystems
- Insulinsensitivität der Muskulatur steigt langfristig an
- Positive Effekte auf die Psyche
- schnellere Regeneration

### 3.6 Zusammenfassung

Fasst man nun die zahlreichen epidemiologischen Studien über den positiven Effekt von Sport und insbesondere Ausdauertraining zusammen, so lassen sich folgende Grundaussagen festhalten:

- Regelmäßiges körperliches Training senkt das koronare Risiko um ca. 50 %
- Körperliches Training kann vorzeitige, insbesondere koronare Todesfälle verhindern
- Körperliches Training führt zu einer positiven Beeinflussung einzelner koronarer Risikofaktoren (Übergewicht, Fettstoffwechselstörungen, Bluthochdruck, Bewegungsarmut).
- Körperliches Training ist ein von anderen Risikofaktoren unabhängiger Herzschutz
- Körperliches Training ist neben einer allgemeinen gesunden Lebensführung mit die einzige Möglichkeit für ältere Menschen, sich funktionell jünger zu erhalten, als es dem chronologischen Alter entspricht.

## 4. Energiebereitstellung

Zu Ausdauerleistungen braucht der menschliche Körper Energie. In den Zellen des menschlichen Organismus laufen ständig Transportvorgänge, Auf- und Abbauprozesse ab, die ebenso Energie verbrauchen wie die Kontraktion der Muskeln. Für die genannten Funktionen in den Zellen benötigte Energie wird durch schrittweise Verbrennung der Nährstoffe erreicht.

Energieträger: Zucker, Fette und zum geringen Teil Eiweiße

Die Energieliefernden Bestandteile der Nahrung Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße besitzen unterschiedliche Brennwerte. Der physiologische Brennwert liegt je nach Zusammensetzung bei Kohlenhydraten und Eiweißen bei ca. 4,1 kcal, bei Fetten bei ca. 9,3 kcal pro Gramm.

Die alleinige und unmittelbar verwertbare Energiequelle zur Muskelkontraktion stellt das ATP (Adenosintriphosphat). Dieses energiereiche Phosphat wird gespalten setzt dabei Energie frei. Der Vorrat von ATP in der Muskelzelle ist sehr beschränkt und beträgt im ruhenden Muskel etwa 6 mmol/kg. Dieses Depot reicht für ca. ein bis drei Muskelkontraktionen aus. Daher muss der Organismus für einen ständigen Wiederaufbau des ATP sorgen.

## 4.1 Formen der Energiebereitstellung

1. Anaerob alaktazide Energiebereitstellung (ohne Sauerstoff und Laktat):  
Primäre Energiespeicher (ATP und KrP) liegen im Muskel vor, und erlauben es dem Menschen ohne Anlaufzeit sofort Energie für die Muskelkontraktion bereitzustellen. Sie reichen für ca. 5- 7 Sekunden hoch intensiver Belastung (z.B. Maximalkrafttraining, Hochsprung, Diskuswurf ect.).  
Nach ca. drei Minuten haben sich die Speicher nach Entleerung wieder regeneriert.
2. Anaerob laktazide Energiebereitstellung (ohne Sauerstoff mit starker Laktatbildung)  
Wenn kurzfristig ein hoher Energiebedarf bei intensiven Belastungen besteht, der aber nicht mehr von den primären Energiespeichern abgedeckt werden kann (z.B. 100 m Sprint, Krafttraining – ein Satz mit z.B. 15 Wdh bis zur Ermüdung).

Das Problem ist das Laktat, welches den Organismus und den Stoffwechsel belastet. Dadurch schnellere Ermüdung (Bedeutung aktive Erholung = beschleunigter Abbau). Die höchsten Laktatwerte hat man bei hochintensiven Belastungen von 45 Sekunden Dauer.

3. Aerob glykolytische Energiebereitstellung (mit Sauerstoff, Laktatbildung bis ca. 4 mmol/l)  
Energiespeicher = Glykogen (Kohlenhydrate)  
Intensiv aerobe Belastung  
Dominante Energiebereitstellung bis 30 – 40 min  
Speicherkapazität ist ziemlich begrenzt, bei intensiver Beanspruchung ca. 45 – 60 min.
4. Aerob lipolytische Energiebereitstellung (mit viel Sauerstoff, geringe Laktatbildung bis ca. 2,5 mmol/l)  
Energiespeicher = Lipide (Fette)  
Extensive (geringe Intensität) aerobe Belastung  
Dominante Energiebereitstellung ab 30 – 40 min  
Wird bei länger andauernden, weniger intensiven Belastungen in Anspruch genommen. Die Stoffwechselprodukte H<sub>2</sub>O und CO<sub>2</sub> werden unproblematisch über Urin und Schweiß ausgeschieden bzw. über die Lunge abgeatmet.

Die verschiedenen Formen der Energiebereitstellung ergänzen sich gegenseitig. Sie laufen zeitlich nicht nacheinander ab, sondern greifen ineinander über. Welches System primär herangezogen wird, hängt vor allem von der Dauer und Intensität der Belastung ab.

#### 4.2 Vor und Nachteile der aeroben und anaeroben Energiebereitstellung

##### Aerobe Oxidation

- Energiebereitstellung relativ langsam
- Liefert relativ kleine Energiemenge pro Zeiteinheit
- Große bereitgestellte Gesamtenergiemenge 6 mol ATP/mol Glucose, 130 mol ATP/mol Fettsäure,
- keine Laktatbildung
- in den Mitochondrien großer Zeitbedarf

##### Anaerobe Oxidation

- Energiebereitstellung relativ schnell
- Liefert große Energiemenge pro Zeiteinheit
- Kleine bereitgestellte Gesamtenergiemenge 2 mol ATP/mol Glucose
- Laktatbildung
- In Zellplasma Zeitgewinn

### 5. Trainingsphysiologische Relevante Parameter der Ausdauer

#### 5.1 Maximale Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub> max)

Bei Ausdauerbelastungen wird neben der Skelettmuskulatur vor allem das kardiopulmonale System beansprucht. Darunter versteht man das Zusammenwirken von Atmungssystem und Herz-Kreislaufsystem unter Abstimmung der Sauerstoffversorgung des Körpers.

Als Bruttokriterium der aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit gilt die max. Sauerstoffleistungsfähigkeit (VO<sub>2</sub> max), die als Maß für die Sauerstoffzufuhr (Atmung), den Sauerstofftransport (Herz Kreislauf) und die Sauerstoffverwertung (Muskelzelle) im Ausbelastungszustand ist. Entscheidende Einflussgrößen sind das

Herzminutenvolumen, die Sauerstofftransportkapazität des Blutes und die periphere Sauerstoff und Substratverwertung in der Skelettmuskulatur.

Die maximale Sauerstoffaufnahme repräsentiert die Leistungsfähigkeit der Sauerstoffaufnehmenden, Sauerstofftransportierenden und Sauerstoffverwertenden Teilsysteme im Körper. Damit ist die  $VO_2$  max. das Ergebnis der Sauerstoffdiffusion in der Lunge, des Sauerstofftransports im Blut und in der Lunge, des Sauerstofftransports im Blut und der Sauerstoffaufnahme in der belastenden Muskulatur.

Sie ist das Bruttokriterium für cardiorespiratorische und metabolische Leistungsfähigkeit des Organismus (Leistungsfähigkeit von Herz, Kreislauf, Atmung und Stoffwechsel). Bei allen Ausdauerbelastungen spielt die max. Sauerstoffaufnahmefähigkeit eine Rolle, da sie als Maß für die max. aerobe Leistungsfähigkeit gilt.

Folgende Parameter beeinflussen die max. Sauerstoffaufnahme:

#### 1. Die beteiligte Muskulatur

Die  $VO_2$  max wird umso höher sein, je größer die bei der Leistung eingesetzte Muskelmasse ist. Die höchsten  $VO_2$  max Werte werden beim Laufen, Radfahren und Rudern erreicht.

#### 2. Körpergewicht

Es besteht ein grundsätzlicher Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Sauerstoffaufnahmefähigkeit. Je höher das Körpergewicht desto höher die  $VO_2$  max. Um aber die Ausdauerleistung zu bewerten, ist die absolute  $VO_2$  max nicht aussagekräftig genug. Es ist deshalb günstiger, die Sauerstoffaufnahmefähigkeit pro kg Körpergewicht zu beurteilen, also die relative  $VO_2$  max. zu bestimmen. Diese wird in ml Sauerstoff pro kg Körpergewicht und Minute gemessen.

#### 3. Lebensalter

Bei regelmäßigem Training kann die  $VO_2$  max bis annähernd zum 50. Lebensjahr konstant hoch gehalten werden. Sie fällt danach nur geringfügig ab.

#### 4. Das Geschlecht

Männer haben eine um ca. 25 – 30 % höhere absolute Sauerstoffaufnahme. Bezogen auf die fettfreie Körpermasse gibt es allerdings keine geschlechtsspezifischen Unterschiede.

Um die Ausdauerleistungsfähigkeit richtig beurteilen zu können, sind nicht nur die absoluten und relativen Werte der VO<sub>2</sub> max entscheidend, sondern auch die Fähigkeit des Sportlers, diese Kapazitäten entsprechend nutzen zu können. Durch ein regelmäßiges Ausdauertraining vergrößert sich nicht nur die VO<sub>2</sub> max., sondern auch die Fähigkeit, diese hohe Sauerstoffaufnahme bei einer lang dauernden Leistung durchzuhalten.

## 5.2 Herzfrequenz und Training

Die Herzfrequenz ist die anerkannte Messgröße für Auslastung des Herz- Kreislaufsystems. Mittels Herzfrequenzmessgeräten ist auch während der Ausdauerbelastung ein zuverlässiges Ablesen der Herzfrequenz möglich. Pulsmessen durch Tasten an der Halsschlagader oder der Speichenschlagader am Handgelenk ist immer mit Ungenauigkeiten verbunden. Schwierig ist es den Puls während und direkt nach Belastung zu erfühlen oder bei hohen Frequenzen Einzelschläge zu erfassen.

Darüber hinaus muss die Belastung zur Pulsmessung in der Regel kurz unterbrochen werden. Man misst also nicht den tatsächlichen Belastungspuls, sondern den Puls direkt nach Belastung. Dieser liegt selbst bei unmittelbarer Nachbelastungsmessung um ca. 10 Schläge / min niedriger als der tatsächliche Belastungspuls, da die Pulsfrequenz bei Belastungsabbruch sehr schnell absinkt.

Zudem sollte die Herzfrequenz über eine Zeitdauer von 10 Sekunden gemessen werden.

Bei längeren Messphasen sinkt der Puls während des Messens noch mehr ab, und die Abweichungen sind noch größer. Zur Berechnung der Pulsfrequenz pro Minute wird der registrierte Wert mit 6 multipliziert. Hier kann es aufgrund des kurzen Messintervalls durchaus dazu kommen, dass ein oder mehrere Pulsschläge zu viel oder zu wenig gezählt werden, was dann einen zusätzlichen Messfehler beinhaltet.

Bei Belastung kann sich die Herzfrequenz mehr als verdreifachen und in Ruhe beim Ausdauertrainierten gegenüber dem Untrainierten in etwa halbieren. Sinkt die Herzfrequenz unter 60 s/min ab, so spricht man von Bradykardie, sinkt sie über 100 s/min so spricht man von Tachykardie. Die Ruhepulsfrequenz hängt neben dem Trainingszustand auch vom Lebensalter ab. Sie beträgt

- a. bei Neugeborenen um die 130 S/min
- b. bei Kindern um die 90 S/min
- c. bei Erwachsenen zwischen 60 – 80 S/min

Die Herzfrequenz stellt einen der wichtigsten Parameter zur Bestimmung individueller Beanspruchung dar. Man kann daher aus der Höhe der HF Rückschlüsse auf den Grad der Beanspruchung ziehen.

Durch körperliche Belastung steigt die Herzfrequenz (HF), wobei eine lineare Beziehung zwischen Anstieg der HF und der Arbeitsintensität besteht. Ab dem 30. Lebensjahr nimmt die Ruhe- und die maximale Herzfrequenz ab, im Kindesalter sind beide gegenüber den Erwachsenenwerten erhöht. Die Pulsfrequenz unterliegt vielfältigen Einflussfaktoren (z.B. Alter, Trainingszustand, Klima, Medikamenteneinnahme etc.).

Die identische Pulsfrequenz ist an verschiedenen Ausdauergeräten unterschiedlich zu bewerten. So entspricht eine Pulsfrequenz beim Laufen einer deutlich geringeren metabolischen Belastung (z.B. geringere Laktatwerte) als beim Radfahren. Das Erreichen bzw. Einhalten einer konkreten Pulsfrequenz ist in der praktischen Umsetzung sehr schwierig, wenn z.B. die Trainingsgeräte keine automatische Widerstandsanpassung besitzen bzw. bei manueller Einstellung keine sehr kleinen Belastungsabstufungen ermöglichen. Gleiches gilt für das Laufen in hügeligem Gelände.

Eine starre Pulsfrequenzvorgabe nach einer Formel erlaubt keinen Spielraum in der Belastungsintensität des Trainierenden, z.B. entsprechend dem subjektiven Belastungsempfinden bzw. dem individuellen Wohlbefinden (z.B. auch in Abhängigkeit von der Tagesform). Starre Vorgaben können daher durchaus auch zu Motivationsverlusten führen.

Es gibt eine große individuelle Streubreite in der Pulsfrequenzreaktion für Personen gleichen Alters und mit vergleichbarer Leistungsfähigkeit. Hier spielt u.a. die individuell maximal erreichbare Pulsfrequenz eine Rolle. Diese kann nur in einem Ausbelastungstest bestimmt werden, der nur unter ärztlicher Aufsicht durchgeführt werden sollte.

Bei genauer Betrachtung weist die Pulsfrequenz als Parameter zur Trainingssteuerung also einige Probleme auf und ist vor allem ohne Herzfrequenzmesser mit zum Teil erheblichen Umsetzungsschwierigkeiten verbunden. Sind vom Arzt Herzfrequenzobergrenzen vorgegeben, so muss die Herzfrequenz natürlich kontrolliert und die Obergrenze entsprechend eingehalten werden.

Pulsfrequenzvorgaben sind vor allem dann sinnvoll, wenn sie auf individuellen Belastungsuntersuchungen beruhen, welche jedoch nur im Einzelfall durchgeführt werden. Verschieden Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass auch einige

Herzfrequenzformeln für einen Großteil der Sporttreibenden brauchbar sind, wenn die Herzfrequenz während des Trainings mittels eines zuverlässigen Herzfrequenzmessers jederzeit abrufbar ist. Besser ist allerdings die Belastungssteuerung mittels dem subjektiven Belastungsempfinden.

### 5.3 Subjektives Belastungsempfinden

Das individuelle subjektive Belastungsempfinden stellt eine geeignete Steuerungsgröße zur Regulierung der Belastungsintensität dar. Es ist umso besser anwendbar, je zuverlässiger die eigene Körperwahrnehmung und reale Selbsteinsätzung ist. Zur Abschätzung der Belastung wird von Boeckh – Behrens und Buskies eine siebenstufige Skala vorgeschlagen:

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1 = sehr leicht       | 5 = mittel bis schwer |
| 2 = leicht            | 6 = schwer            |
| 3 = leicht bis mittel | 7 = sehr schwer       |
| 4 = mittel            |                       |

Man sollte während des Ausdauertrainings in sich hinein hören und sich so belasten, dass die Anstrengung als leicht bis mittel empfunden wird. Der Vorteil dieser Steuerungsgröße liegt vor allem darin, dass das subjektive Belastungsempfinden zu jeder Zeit während des Trainings ohne irgendwelche Messungen präsent ist und unmittelbar einen Eindruck der aktuellen Belastungssituation vermittelt. Ein Training nach dem subjektiven Belastungsempfinden empfiehlt sich auch für Neueinsteiger und weniger Trainierte, wobei sich zunächst überwiegend ein leichtes Anstrengungsempfinden empfiehlt, um auch eine längere Belastungsdauer durchhalten zu können.

Bei einer Trainingsintensitätssteuerung über das subjektive Belastungsempfinden muss berücksichtigt werden, dass ein gegebenes subjektives Empfinden bei verschiedenen Ausdauerbeanspruchungen (z.B. Laufen oder Radfahren) mit einer unterschiedlichen objektiven Belastung einhergeht. So bietet sich für Freizeitsportler auf dem Fahrradergometer ein mittleres subjektives Anstrengungsempfinden für alle Altersgruppen an. Die korrespondierenden Laktatwerte liegen hierbei in der Regel im wünschenswerten Bereich. Beim Laufen hingegen wurden vor allem bei älteren Freizeitsportlern bei der gleichen Vorgabe zum Teil deutlich zu hohe Laktatwerte registriert, wohingegen jüngere Personen sich hierbei adäquat belasteten. Daher sollte die Vorgabe beim Laufen eher leicht bis mittel erfolgen. Interessanterweise belasten sich Frauen in der Regel mit dem vorgegebenen subjektiven Belastungsempfinden mittel etwas niedriger als Männer.

#### 5.4 Weitere Möglichkeiten zur Steuerung der Belastungsintensität

##### Atmung:

Zur Festsetzung der individuellen Trainingsintensität kann sehr leicht auch die Atmung herangezogen werden. Hierbei hat sich vor allem beim Laufen bei Leistungsschwächeren und Älteren der so genannte 4 – Schritt Atemrhythmus bewährt, wobei die Ein – und Ausatemaktion auf 8 Schritte erfolgt (in der Regel 4 Schritte Einatmung und 4 Schritte Ausatmung). Jüngere und Trainierte können die Atem- Schrittfolge auf 7 oder 6 Schritte verkürzen.

Eine weitere gute Möglichkeit für die Intensitätsbestimmung bei verschiedenen Ausdauersportarten stellt die Nasenatmung dar, wobei hier eher eine leichte Intensität erreicht wird.

Insgesamt gilt im Hinblick auf die zu wählende Intensität, dass ein Ausgepumpt sein nach der Belastung als Indiz für eine zu hohe Beanspruchung zu werten ist. Der Merksatz „Laufen ohne zu Schnaufen“, also ohne Atemnot, bzw. die Belastung so zu dosieren, dass noch ein zusammenhängendes Gespräch mit einem Trainingspartner möglich ist (Sprechtest) scheinen nach wie vor gute Kriterien für eine weitgehend richtige Belastungseinschätzung zu sein.

Ein wesentlicher Faktor ist auch das Wohlbefinden während und nach dem Training. Nur wer Freude an seinem Ausdauertraining hat, der wird es auch regelmäßig über einen längeren Zeitraum betreiben. Insofern muss bei der Auswahl der Belastungskriterien auch immer die individuelle Befindlichkeit berücksichtigt werden.

#### 5.5 Laktat

Laktat als das Salz der Milchsäure ist ein Stoffwechselprodukt, das bei der anaeroben Muskelarbeit anfällt. Aerob- und anaerob- laktaziede Energiebereitstellungsvorgänge sind parallel verlaufende, miteinander gekoppelte Mechanismen, die je nach Belastungsintensität und Dauer unterschiedlich stark beansprucht werden. Je nach Intensität und Stärke werden die einzelnen Energiewege mehr oder weniger stark beansprucht.

Zu Beginn eines Ausdauertrainings wird die Energie vorwiegend über den anaeroben Weg mit Laktatbildung bereitgestellt, um die Zeit bis zum „Anlaufen“ des Herz-

Kreislauf- Systems zu überbrücken. Im weiteren Verlauf wird dann überwiegend aerob gearbeitet. Gleichzeitig wird aber auch der anaerob- laktazide Weg mit genutzt. Im Blut werden also auch geringe Mengen an Laktat gebildet, die aber sofort aus dem Blut wegtansportiert werden und in unterschiedlichen Organen verwertet werden. Der Laktatabbau ist abhängig vom Leistungszustand, erfolgt in der Leber (zu 50 %), der nicht belasteten Muskulatur (zu 30 %) und in Herz und Niere (zu je 10 %). Es werden pro Minute Erholung bei Trainierten ca. 0,5 mmol/l Laktat, bei Untrainierten ca. 0,3 mmol/l Laktat abgebaut. Steigert man nun die Intensität weiter – kann die Verwertung und der Abtransport von Laktat mit der zunehmend anfallenden Laktatbildung nicht mehr mithalten. Der Laktatspiegel steigt folglich an. Laktatkonzentrationen unter 2 mmol/l gelten als Indikator für aerobe Stoffwechselbelastungen

Der Laktatanstieg ist bei fast allen Menschen identisch. Den Übergang von der anfänglich flachen Laktatkurve in den steileren Bereich bezeichnet man als aerob- anaerobe Schwelle. Sie kennzeichnet das Gleichgewicht zwischen Laktatproduktion und Laktatelimination (Laktat Steady – State). Der aerob- anaerobe Übergang ist ein wichtiger Bereich der Laktatkurve. Ihr wichtigster Punkt ist die anaerobe Schwelle( AS). Definiert wird sie als Indikator einer notwendigen Belastung, für die die notwendige Energie nicht mehr nur ausschließlich durch aeroben Stoffwechsel bereitgestellt werden kann. Es ist die Belastung, nach deren Überschreiten ein aufrechterhalten des Laktat Steady- State nicht länger möglich ist. Nach deren Überschreiten ist sie in der Laktatkurve grafisch an einem Knickpunkt in der Kurve auszumachen. Die Bestimmung dieser Schwelle wird von verschiedenen Wissenschaftlern unterschiedlich erklärt. Hierbei wird zwischen einer anaeroben Schwelle mit fixem Laktatwert (4mmol/l) und der individuellen anaeroben Schwelle (IANS) unterschieden. Schwelle meint, hier ist das maximale Laktat- Steady- State erreicht. Als Maß der anaeroben Schwelle gilt das Laktat- Stedy- State, d.h. wenn Laktatproduktion und Elimination sich noch die Waage halten.

Der Ausdauertrainierte kommt im Vergleich zum Untrainierten erst später in den Laktat- Steady- State- Bereich. Es kommt zu einer Rechtsverschiebung der Laktatkurve. Mit zunehmender Ausdauerleistungsfähigkeit nimmt die Laktatkonzentration an der individuellen anaeroben Schwelle ab. Personen mit einer guten Ausdauerleistungsfähigkeit haben deshalb ein niedrigeres Schwellenlaktat. Der Ausdauertrainierte Sportler weist eine Rechtsverschiebung seiner Laktatkurve auf. Das heisst, dass er sich bei einer bestimmten Geschwindigkeit oder Intensität sich noch im aeroben Bereich bewegt, während der Untrainierte schon Laktat bildet und übersäuert.

Aus sportmedizinischer Sicht liegt eine günstige Trainingsintensität zur Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei Laktatwerten von 2 bis max. 4 mmol/l (je nach

Höhe der IANS) vor. Die Umsetzung für den Freizeit und Gesundheitssport gestaltet sich jedoch als schwierig, da aus organisatorischen und finanziellen Gründen eine Leistungsdiagnostik kaum möglich ist.

## 5.6 Formeln

Die Literatur unterscheidet eine große Zahl von Möglichkeiten, mit denen die Intensität des Ausdauertrainings bestimmt und Trainingsbereiche festgesetzt werden können. Neben der Laufgeschwindigkeit, der Sauerstoffaufnahme-fähigkeit und der Laktatkonzentration ist die Trainingsherzfrequenz der Messparameter für die Bestimmung der Trainingsintensität.

Die nachfolgend beschriebenen Verfahren gehen bei der Bestimmung der Trainingsintensität von einer max. Herzfrequenz aus. Diese muss über einen sportmedizinischen Test ermittelt werden. Pauschale Angaben sind oftmals leider sehr ungenau.

### **Formel für die maximale Trainingsherzfrequenz:**

$$\text{THF} = 220 - \text{Lebensalter}$$

Faktoren, die die Herzfrequenz und damit auch die max. Herzfrequenz beeinflussen:

- genetische Anlage
- Alter
- Geschlecht
- Gesundheitszustand
- Belastungsintensität und Sportart
- Individuelle Leistungsfähigkeit
- Ernährungszustand
- Klimatische Verhältnisse

Eine weitere Möglichkeit zur Festlegung der Trainingsintensität ist die Formel nach Strauzenberg:

### **Die Karvonenformel:**

Die Karvonenformel dient zur Umrechnung von prozentualen Intensitätsbereichen der VO<sub>2</sub> max. in prozentuale Intensitätsbereiche der Herzfrequenz. Sie ist genauer als die Formel nach Strauzenberg, da die HF max. und die Ruheherzfrequenz in die Rechnung mit einbezogen werden. Die Formel lautet:

**Ruhe HF + (HF max. – Ruhe HF) x Intensität %**

In der Literatur gibt es noch viele andere Formeln, die alle versuchen eine optimale Trainingsherzfrequenz zu ermitteln.

Leider kann man dieses Verfahren nur sehr schlecht in den Freizeit- und Breitensport übertragen, da meistens die genaue Angabe zur maximalen Herzfrequenz fehlt. Aus diesem Grund ist im Freizeit- und Breitensport eine Belastungssteuerung mittels des subjektiven Belastungsempfinden sinnvoller.

## **6. Trainingsmethoden**

Zur Verbesserung der Ausdauer stehen verschiedene Trainingsmethoden zur Verfügung. Welche davon im Einzelfall zu Einsatz kommen, hängt von der jeweiligen Zielsetzung ab. Meist lässt sich die Zielsetzung nur durch den Einsatz verschiedener Trainingsmethoden erreichen. Dies gilt insbesondere für den Leistungssport. Je nach den individuellen Voraussetzungen des Sportlers müssen die Methoden sinnvoll ausgewählt und in der richtigen Mischung angewandt werden.

Jede Ausdauerbelastungsmethode führt zu spezifischen Anpassungserscheinungen des Organismus. Im Folgenden werden die verschiedenen Methoden und ihre Anpassungserscheinungen beschrieben.

### **6.1 Dauermethode**

Kennzeichen der Dauermethode ist eine ununterbrochene trainingswirksame Belastung. Die Belastungsintensität kann kontinuierlich oder variierend sein. Er kommt zu einer Anpassung der Organsysteme und der Energiespeicher der aeroben Energiebereitstellung. Man spricht dann von einer Verbesserung der aeroben Kapazität. Im Koordinativen Bereich kommt es zu einer Automatisierung des Bewegungsablaufes. Allgemein spricht Umfangbetontes Dauermethodentraining niedriger Intensität (extensiv) mehr den Fettstoffwechsel an, kürzeres und höher dosiertes Training (intensiv) den aeroben und gering den anaeroben Abbau von Kohlenhydraten. Untrainierte Sportler sollten eher im extensiven Bereich trainieren,

um sich eine Grundlagenausdauer zu verschaffen, während Trainierte auch im intensiven Intensitätsbereich trainieren können.

Die Dauermethode dient in erster Linie um die Grundlagenausdauer zu trainieren. Aus diesem Grund benutzen viele Sportler unterschiedlicher Disziplinen die Dauermethode um ihre Grundlagenausdauer zu verbessern. In der Sportpraxis unterscheiden wir in kontinuierliche Dauermethode, variable Dauermethode und das Fahrtenspiel.

Je nach Belastungsumfang und Intensität kann man in ein intensives und extensives Ausdauertraining unterscheiden. Intensive Belastungen sind kürzer und haben höhere Belastungsspitzen als extensive Belastungen, die einen größeren Umfang besitzen. Die Dauermethode stellt „die“ Trainingsmethode des Ausdauertrainings dar. Von erfolgreichen Läufern ist bekannt, dass sie 80 – 90 % des Trainings in der Dauermethode trainieren. Dem Kraftsportler nutzt die Dauermethode u. a. zur schnelleren Regeneration zwischen den Trainingseinheiten.

Um im Leistungssport höhere strukturelle Anpassungen zu erzielen, muss bei der Dauermethode im und über dem Bereich der individuellen anaeroben Schwelle trainiert werden. Beim Breiten- und Freizeitsportbereich, mit der hier angestrebten gesundheitlichen Anpassung muss darauf geachtet werden, dass nur an und nicht über der individuellen anaeroben Schwelle trainiert wird.

## 6.2 Die Intervallmethode

Alle Varianten der Intervallmethode sind durch einen planmäßigen Wechsel zwischen Belastung und Erholung gekennzeichnet. Die Intensität erfolgt nach der Geschwindigkeit, die von Wettkampftests abgeleitet werden. Die Belastungsherzfrequenz als Intensitätsvorgabe spielt eine untergeordnete Rolle. Ein wesentliches Kennzeichen der Intervallmethode ist die „lohnende Pause“. Hierbei handelt es sich um unvollständige, nicht bis zur völligen Erholung ausgedehnte Pausen. Lohnende Pausen dauern nur so lange, bis der Pulswert bis ca. 120 bis 130 abgesunken ist. Das kann individuell je nach Belastungsdauer, Belastungsintensität und Trainingszustand zwischen 1 und 5 Minuten dauern.

Kommt es von Intervall zu Intervall zu einem verzögerten Rückgang der Herzfrequenzerholungswerte, so ist entweder die Erholungszeit zu kurz oder die Belastungsintensität zu hoch.

Der Trainingseffekt der Intervallmethode begründet sich mit dem Wechsel von Belastung und Erholung. In der Belastungsphase kommt es wegen des gestiegenen Widerstands in der Körperperipherie zu einer hohen Herzdruckarbeit. Dies bedeutet

einen Hypertrophiereiz für die Herzmuskulatur. In der Erholungsphase fällt der periphere Druck, wodurch das Herz Volumenarbeit leistet. Bei entsprechender Reizgebung kommt es zu einer Herzdilatation (Herzhöhlenerweiterung).

Bei der Intervallmethode lassen sich folgende Varianten unterscheiden.

a. Intensitätsbezogen

- extensive Intervallmethode  
geringe Intensität
- intensive Intervallmethode  
höhere Belastungsintensität, längere Pausen

b. bezogen auf die Belastungsdauer

- Kurzzeitintervallmethode  
15- 60 s, meist ca. 20 s
- Mittelzeitintervallmethode  
1- 3 min, meist ca. 1 min
- Langzeitintervallmethode  
3-8 min, meist ca. 3 min

Je nach Trainingsziel werden wie bei der Dauermethode verschiedene Varianten der Intervallmethode unterscheiden. Allgemein lassen sich als Ziele festhalten:

- Funktionsverbesserung einzelner Organsysteme
- Stabilisierung der anspruchsvolleren (höhere Intensität) Bewegungsausführung im koordinativen Bereich gegen Laktatanhäufung und Glykogenentleerung. Der Bewegungsablauf bleibt qualitativ länger auf hohem Niveau.
- höhere Belastungstoleranzen im psychischen Bereich
- Belastungswechsel bedeuten Ablenkung und steigern den Spaß

## 6.2 Die Wiederholungsmethode

Bei einem Training nach der Wiederholungsmethode wird eine Belastung mit maximaler Intensität absolviert und jeweils nach vollständiger Erholung wiederholt. Durch die hohe Intensität ist der Umfang der Trainingseinheit begrenzt. Im Ausdauer-

ertraining wird die Wiederholungsmethode zur Entwicklung der wettkampfspezifischen Ausdauer eingesetzt. Im Gegensatz zur Intervallmethode, die mit lohnenden Pausen arbeitet, findet man in der Wiederholungsmethode vollständige Pausen bis 30 min Dauer (Pulserholung unter 100 HF). Die Herz-Kreislauf- und Stoffwechselparameter kehren jeweils wieder in den Ruhezustand zurück. Bei erneuter Belastung müssen dann aber alle Steuerungsprozesse erneut durchlaufen werden. Durch diese Trainingsform werden vor allem die physischen Regulationsmechanismen trainiert und somit ein ganz gezielter und spezieller Trainingsreiz gesetzt.

Der Organismus lernt sich schnell und belastungsspezifisch auf die Belastung einzustellen. Die Wiederholungsmethode ist somit eine sehr wirkungsvolle Methode, die spezielle Ausdauer zu verbessern. Sie schult sehr spezifisch und differenziert die physischen Steuer- und Regulationsmechanismen des Herz-Kreislauf- und Stoffwechselsystems. Diese Methode eignet sich nicht für den Präventiv- und Breitensport.

### 6.3 Die Wettkampfmethode

Die Wettkampfmethode wird zur Entwicklung und Überprüfung komplexer bzw. wettkampfspezifischer Ausdauerfähigkeiten angewendet. Außer physischen Adaptationen durch die Trainingsmethode werden geistige Fähigkeiten wie Wettkampfhärte, Wettkampferfahrung und taktisches Verhalten geschult.

Es kommt zu Belastungen, die von der Intensität im Maximalbereich der Wettkampfgeschwindigkeit liegen. Die Dauer kann Wettkampfdauer betragen oder Überdistanz (+ 10- 25 %) bzw. Unterdistanzlänge (- 10 – 25 %) haben. Die Methode eignet sich nicht für den Präventiv- und Breitensport.

## 7. Leistungsdiagnostik

Um ein zielorientiertes Training richtig planen, steuern und durchführen zu können, bedarf es der genauen Diagnose des aktuellen sowie des sich stetig verändernden Leistungszustandes des Sportlers. Es geht im ersten Schritt darum, den Ist- Zustand, die Leistungsfähigkeit einer Person festzuhalten. Die so genannte Leistungsdiagnostik dient als unverzichtbarer Bestandteil und Grundlage zur Trainingssteuerung. Es gibt verschiedene Möglichkeiten (leistungsdiagnostische Tests) den Ist- Zustand einer Person festzuhalten.

Eine Beurteilung der allgemeinen Leistungsfähigkeit im Vergleich zur Durchschnittsbevölkerung kann nur auf der Basis von Vergleichswerten (Normwerten erfolgen), die an einer großen Anzahl vergleichbarer Personen bei demselben Test ermittelt wurden. Bei vielen Ausdauertests liegen jedoch keine gesicherten Normen vor, so dass die Bewertung der Testergebnisse mit Vorbehalt zu betrachten ist. Auch eine Ableitung von Trainingsempfehlungen ist nur eingeschränkt möglich, da viele Tests, die ohne ärztliche Kontrolle erfolgen, aus Sicherheitsgründen nicht bis zur Ausbelastung durchgeführt werden, was den Aussagewert einschränkt. Zudem wird meistens auf die Bestimmung von Blutlaktatwerten verzichtet, obwohl diese bei Empfehlungen für die Durchführung eines Ausdauertrainings einen großen Stellenwert besitzt. Sehr gut bieten sich Tests ohne Ausbelastung und ohne Laktatbestimmung zur Kontrolle von Trainingseffekten nach einer Trainingsperiode an. Hiermit kann die Effektivität eines Trainingsprogramms überprüft werden, wobei die Demonstration der gesteigerten Leistungsfähigkeit häufig einen Motivationsschub verleiht. Dieses Erfolgserlebnis animiert zu einer Fortsetzung des Ausdauertrainings.

## 7.1 Kontraindikationen

Um eine Gefährdung der Gesundheit auszuschließen, müssen folgende Kriterien, die gegen die Durchführung eines Tests sprechen bzw. zum Testabbruch führen sollten, berücksichtigt werden.

- Organische Schäden
- Akute und chronische Erkrankungen der Atemwege
- Diabetes mellitus
- Hypertonie
- Fieberhafte Erkrankungen
- Entzündungen
- Akute Erkrankungen
- Infektionskrankheiten
- Subjektives Unwohlsein

Weiterhin gibt es bestimmte Kriterien die, wenn sie auftreten zu einen Abbruch der Belastung führen:

- Subjektive Beschwerden wie z.B. akute Atemnot, Schmerzen oder Engegefühl im Brustbereich, Übelkeit, Schwindel, Erschöpfung, Schmerzen, orthopädische Probleme
- Überschreiten der ärztlich festgelegten Pulsobergrenzen
- Auftreten abnormer Blutdruckreaktionen

## 7.2 Der Coopertest

Der amerikanische Aerobic Pionier Dr. Kenneth Cooper entwickelte diesen Test 1968 um die Leistungsfähigkeit amerikanischer Raumfahrer zu testen. Zu diesem Zweck muss innerhalb von 12 Minuten eine möglichst große Distanz auf der Laufbahn zurückgelegt werden. Dabei ist es egal ob dabei gegangen oder schnell gelaufen wird. Einzig und allein die in Meter zurückgelegte Strecke ist entscheidend. Auf Grund von Vergleichsuntersuchungen von Cooper und anderen Autoren zwischen den 12- minuten- Laufergebnissen und Laufbandtests kann hier eine recht gute Einteilung der Ergebnisse erfolgen.

## 8. Sporternährung

Durch eine ausgewogene Ernährungsweise kann man Gesundheit und Leistungsfähigkeit steigern, während man durch eine falsche Ernährung das Gegenteil erreicht. Die so genannte Zivilisationskost ist das typische Beispiel einer schlechten Ernährungsweise, die Gesundheit und Leistungsfähigkeit auf die Dauer schwächt und sogar zu einer Vielzahl von Krankheiten führt.

Diese Zivilisationskost kann nicht die Grundlage für Spitzenleistungen sein, welche ein Höchstmaß an Gesundheit und Leistungsfähigkeit fordert.

Daher muss jeder, der gesund und leistungsfähig werden möchte, sich seine individuelle Leistungskost zusammenstellen.

Die gesundheitsorientierte Fitness ist ein komplexes Gebäude, bestehend aus aerober Ausdauer, optimaler Beweglichkeit, physischer und psychischer Entspannungsfähigkeit, gesunder Ernährung und allgemeiner Koordinationsfähigkeit. Man sollte langfristig keinen dieser Faktoren vernachlässigen, aber dennoch haben nicht alle genannten Komponenten denselben Stellenwert. Wenn man 14 Tage lang die Koordination und die Beweglichkeit nicht trainiert, wird man keine gravierenden Folgen für sein

e Gesundheit und Fitness bemerken. Wenn man allerdings bei seiner Ernährung nur einmal über die Stränge schlägt, wird man die Folgen unmittelbar spüren.

Begeht man die fünf häufigsten Ernährungssünden täglich, indem man zu viel, zu fett, zu viel Salz, zu viel Zucker und zu viel Alkohol zu sich nimmt setzt man dadurch einen Teufelskreis von Übergewicht und Zivilisationskrankheiten in Gang.

Die Maßnahme mit der schnellsten Wirkung aus Gesundheit und Fitness ist die Ernährung.

## 8.1 Kohlenhydrate

Die heutige Ernährung ist zu Fett und erhält zu wenig komplexe Kohlenhydrate (Vielfachzucker). Einfache Zucker finden sich dagegen in zu hoher Menge. Um eine optimale sportliche Leistungsfähigkeit zu gewährleisten, sollte der Anteil der komplexen KH erhöht und der der Fette vermindert werden.

KH stellen dabei die wesentlichen Energieträger dar. Bestimmte Gewebe des Körpers wie z.B. das Gehirn, sind auf eine regelmäßige Zufuhr von KH zur Energiegewinnung angewiesen, weshalb eine Mindestmenge von 100- 120 g KH täglich empfohlen wird. Bei sportlicher Betätigung steigt der KH- Bedarf. Dieser Nährstoff gilt als das Superbenzin des Körpers, da nur KH bei hochintensiven Belastungen zur Energiebereitstellung genutzt werden können. Gegenüber Fetten besitzen sie weiterhin den Vorteil, dass bei ihrer Verbrennung weniger Sauerstoff benötigt wird bzw. sie sogar ohne Sauerstoff oxidiert werden können.

Als Zufuhrempfehlung gelten bei KH 55- 60 % der täglichen zugeführten Energie bei Sportlern und auch für die Allgemeinbevölkerung. Dabei sind komplexe KH aus Obst, Gemüse und Vollkornprodukten zu bevorzugen. Es empfiehlt sich eine Zufuhr von komplexen KH über den Tag verteilt. Unmittelbar nach einer sportlichen Belastung sollten ca. 1,5 g KH pro kg Körpergewicht zugeführt werden, um eine rasche Wiederauffüllung der entleerten Glykogenspeicher zu gewährleisten und Regenerationsprozesse zu fördern.

In der Diät sollten KH aufgrund ihrer Proteinsparenden und sättigenden Wirkung ebenfalls den Großteil der aufgenommenen Energiemenge ausmachen, der prozentuale Anteil gilt auch hier bei jedoch verminderter absoluter Menge an KH.

Wesentliche Unterschiede gibt es in der Qualität der einzelnen KH. So gelten die sogenannten komplexen KH mit niedrigem glykämischen Index als besonders wertvoll. Sie führen zu einem langsamen, aber gleichmäßigen Anstieg des Blutzuckers und verhindern dadurch stärkere Schwankungen dieser für die sportliche und geistige Leistungsfähigkeit wichtigen Stoffwechselgröße. Bei einer Gewichtsreduktion ist ein ausgeglichener Blutzuckerspiegel ebenso wichtig, um Heißhungerattacken vorzubeugen und ein lang anhaltendes Sättigungsgefühl zu erzeugen. Sowohl aus gesundheitlicher Sicht als auch zur Stabilisierung des Blutzuckerspiegels sind Ballaststoffe wichtig. Sie fördern die Darmtätigkeit und beugen zahlrei-

chen Zivilisationserkrankungen vor. Die wichtigsten Lieferanten in der Ernährung sind Obst, Gemüse, Getreideprodukte und Hülsenfrüchte. Die empfohlene Mindestaufnahme beträgt 30 g täglich.

## 8.2 Fett

Fette sind im wesentlichen Energielieferanten für den Körper. Lebenswichtige Funktionen erfüllen sie jedoch als Träger der fettlöslichen Vitamine sowie in Form von mehrfach ungesättigten Fettsäuren als essentielle Nahrungsbausteine. Die Nahrungsfette stellen im wesentlichen Neutralfette dar, die aus Glycerin und Fettsäuren bestehen. Diese Fettsäuren werden unterteilt in gesättigte, einfach ungesättigte und mehrfach ungesättigte Fettsäuren. Gesättigte Fettsäuren sollten in der Nahrung aufgrund ihrer gesundheitlich negativen Wirkungen gemieden werden. Einfach ungesättigte Fettsäuren wie z.B. in Olivenöl gelten als gesundheitlich besonders wertvoll, da sie positive Auswirkungen auf die Blutfettwerte haben. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren tragen ebenfalls zur Gesundheitsprophylaxe bei, wobei hier ein ausgewogenes Verhältnis von omega6 (z.B. in Distel- und Sonnenblumenöl) zu omega3 Fettsäuren (alpha-Linolsäure bzw. Fischöle in Hering, Lachs und Makrele) angestrebt werden sollte (5:1). Dadurch kommt es u.a. zu einer Blutdrucksenkung sowie zu einer Reduktion entzündlicher Aktivitäten im Körper.

Als Zufuhrempfehlung für Fette gilt sowohl für Sportler als auch zur Gewichtsreduktion und zur Gesundheitsprophylaxe eine Beschränkung der Gesamtfettzufuhr auf weniger als 30 % der aufgenommenen Kalorien. Dabei sollten die einfach ungesättigten Fette den Hauptanteil ausmachen, gesättigte Fette sollten so weit wie möglich gemieden werden. Mehrfach ungesättigte Fette, insbesondere ausreichend omega3 Fettsäuren, sollten insgesamt (omega3 + omega6) 10 % der aufgenommenen Kalorien zugeführt werden.

Transfettsäuren, die bei der Margarineherstellung sowie bei der Erhitzung mehrfach ungesättigter Fettsäuren entstehen, werden mittlerweile als gesundheitlich besonders bedenklich angesehen. Ihr Konsum sollte daher auf ein Minimum reduziert werden.

Cholesterin erfüllt im Körper wichtige Aufgaben und wird vom Organismus täglich in unterschiedlicher Menge produziert. Ein erhöhtes Nahrungsangebot führt bei den meisten Menschen zu einer geringeren körpereigenen Synthese und umgekehrt. Einen deutlich größeren Einfluss auf den Blutcholesterinspiegel hat die Zufuhr gesättigter Fette.

Wichtiger als das Gesamtcholesterin bei der Beurteilung von Blutfettwerten ist das Verhältnis von LDL- zu HDL Cholesterin.

### 8.3 Proteine

Proteine sind für den Körper in erster Linie Baustoffe. Nur in Ausnahmefällen (z.B. bei länger dauernden Ausdauerbelastungen) werden sie in nennenswerter Menge zur Energiegewinnung herangezogen. Eiweiße in der Natur sind aus 20 Aminosäuren aufgebaut, die kettenartig miteinander verknüpft sind. Neun dieser Aminosäuren sind dabei für den Menschen unentbehrlich und müssen mit der Nahrung zugeführt werden. Die übrigen entbehrlichen Aminosäuren kann der Körper in genügender Menge aus den unentbehrlichen synthetisieren, soweit ihm dafür eine genügende Menge vorliegt.

Ein Normalbürger benötigt 0,8 g Protein pro kg KG täglich zum Ausgleich des verloren gegangenen Stickstoffs, Sportler benötigen wegen des Eiweißverlustes im Training bzw. zum Aufbau neuer Körpersubstanz zusätzliches Protein.

Ihr Bedarf liegt je nach Sportart bei 1.2- 1.7 g/kg KG täglich. Eiweiß sollte über den Tag verteilt in kleinen bis mittleren Portionen aufgenommen werden. Nach dem Sport ist eine Eiweißzufuhr wichtig, um anlaufende Proteinsynthesevorgänge zu unterstützen.

Eine zusätzliche Zufuhr über den genannten Bedarf bringt keine Vorteile. Allerdings existieren auch keine Belege für eine gesundheitsschädliche Wirkung einer erhöhten Proteinzufuhr bei gesunder Nierenfunktion, solange genügend getrunken wird. Auch bei einer Reduktionskost ist die fraktionierte Gabe von moderaten Proteinmengen über den Tag verteilt sinnvoll (Schutz vor Abbau fettfreier Körpermasse, Sättigungswirkung). Dabei ist, wie beim Sportler, auf eine Auswahl fettarmer Eiweißspender zu achten.

Ein Maß für die Qualität eines Proteins ist die biologische Wertigkeit. Diese gibt an, wie viel Gramm Körpereiwweiß aus einer Menge von 100g eines resorbierten Nahrungsproteins im Körper synthetisiert werden können. Als Referenzwert dient hier das Volleiprotein mit dem willkürlich gewählten Wert 100. Interessant ist, dass sich durch die Kombination von tierischen und pflanzlichen Eiweißspendern höhere biologische Wertigkeiten erzielen lassen (Spitzenwert 136 bei der Kombination 65 % Kartoffeleiweiß und 35 % Volleieiweiß).

Daher empfiehlt sich auch in der täglichen Ernährung eine Kombination verschiedener proteinhaltiger Nahrungsmittel, um eine qualitativ hochwertige Proteinzufuhr

sicherzustellen. Auch bei manchen rein pflanzlichen Eiweißkombinationen lassen sich Wertigkeiten von über 100 erzielen (z.B. Bohnen und Mais).

#### 8.4 Welches Körpergewicht ist optimal

Das Körpergewicht hat in unserer schlankheits- und fitnessorientierten Gesellschaft fast magische Bedeutung gewonnen. Freude und Frust sind eng mit dem Zeigerausschlag der Waage verbunden, und es werden häufig sehr große Anstrengungen unternommen, um das persönliche Wunschgewicht zu erreichen.

Unser Körpergewicht hängt von unseren genetischen Voraussetzungen (z.B. Körperbau), der Kalorienzufuhr und dem Kalorienverbrauch ab. Das Gewicht ist sehr einfach mit Hilfe einer Waage festzustellen. Schwieriger als die Ermittlung des Körpergewichts ist die Beurteilung des Ergebnisses. Experten haben versucht, einfache Rechen- und Interpretationsverfahren zu entwickeln, die eine rasche Selbsteinschätzung ermöglichen sollen. Leider sind diese Rechenbeispiele oftmals sehr ungenau und treffen auf den einzelnen nicht zu. Besonders im Sport- und Fitnessbereich haben diese Formeln keine Aussagekraft.

Es gibt aus diesem Grund ein so genanntes Wohlfühlgewicht, bei dem man sich subjektiv wohl fühlt. Es ist meistens mit dem Wert identisch, bei dem sich das Körpergewicht einpendelt, wenn die Ernährung intuitiv, ohne Beachtung besonderer Vorschriften erfolgt. Das persönliche Wohlfühlgewicht ist aus diesem Grund eine ernstzunehmende Empfehlung, weil eine Vielzahl biologischer, psychischer und sozialer Faktoren Berücksichtigung finden. Leider ist das subjektive Wohlbefinden vieler Menschen durch die Zwänge unserer Gesellschaft gestört. Es fehlt oft der Bezug zum eigenen Körper und damit auch das Gefühl für das persönliche Wohlfühlgewicht. Aus diesem Grund sollte das Ziel jeder Ernährungsberatung in erster Linie sein, den Bezug zum eigenen Körper wieder herzustellen und damit auch das subjektive Wohlfühlgewicht zu erreichen.

#### 8.5 Reduzierung des Körpergewichts

Die Trainingsmotivation ist hierbei entscheidend, ein Trainingsprogramm, das abgelehnt wird, wird kaum langfristig durchgehalten. Frauen neigen beim Training eher zu moderater Belastung – ihnen ist aus diesem Grund eine längere Trainingszeit zu empfehlen. Männer dagegen belasten sich in der Regel etwas höher- bei ihnen ist darauf zu achten, dass sie sich zu Anfang nicht zu hoch belasten.

Es muss zwischen der Energiebereitstellung bei Training und der Gesamtzahl verbrauchter Kalorien (durch Grundumsatz, Alltags- und Berufsbelastungen sowie Training) unterschieden werden. Entscheidend bei der Reduzierung vom Körpergewicht ist immer die Gesamtanzahl verbrauchter Kalorien in Verhältnis mit der Menge der zugeführten Kalorien.

Allein durch die Kalorien, die bei einem moderaten, gesundheitsorientierten Ausdauer- und Krafttraining 2 x pro Woche verbraucht werden, lässt sich ohne Umstellung der Ernährung keine nennenswerte Fettreduktion erzielen. Dazu bedarf es mindestens eines Trainings von 3 – 4-mal pro Woche mit einem Kalorienverbrauch von je mindestens 400 kcal. Da die Gesamtkalorienmenge entscheidend ist, sollte generell das Ausdauertraining mit höheren Intensitäten betrieben werden. Nach einem intensiven Ausdauer und Krafttraining ist der Stoffwechsel erhöht aus diesem Grund sollte vor allem morgens trainiert werden um die günstige Stoffwechsellage ausschöpfen zu können. Weiterhin ist es wichtig mindestens 2 Stunden vor und 1- 2 Stunden nach der Belastung keine Kohlenhydrate zu essen.

Das Krafttraining führt zu einer Körperfettreduktion und zu einem Muskelaufbau. Da Muskelgewebe schwerer ist als Fettgewebe, ist damit häufig keine Gewichtsreduktion verbunden. Nur die Muskulatur ist in der Lage Fette zu verstoffwechseln. Da Muskulatur aktives Gewebe ist verbrennt sie auch in Ruhe Energie. Bei einer Zunahme von 2 kg Muskelmasse erhöht sich der Grundumsatz ohne Training bereits um 100 – 200 kcal pro Tag.

Nur eine richtige Kombination von Ausdauertraining, Krafttraining und gesunder Ernährung führt dauerhaft zu einer Gewichtsabnahme bzw. Körperfettreduktion. Je schneller die Gewichtsabnahme erfolgt, desto instabiler sind die Ergebnisse. Eine erfolgreiche Gewichtsreduktion kann nur über einen längeren Zeitraum erfolgreich sein.

## 8.6 Die neue Ernährungspyramide

Die noch geltende zehn Jahre alte US- Ernährungspyramide empfiehlt, bevorzugt Brot, Reis, Nudeln und Getreideflocken zu essen, zusätzlich ausreichend Gemüse und Obst, etwas Fleisch, Fisch, Geflügel, Milchprodukte, Nüsse und nur wenig Fett und Zucker. Die American Heart Association (AHA) empfiehlt ebenfalls eine fettarme, aber kohlenhydratreiche Kost als Schutz vor koronaren Herzkrankheiten, und so hat sich im Bewusstsein der Bevölkerung die Botschaft verankert: Kohlenhydrate sind gesund und Fette sind schlecht. Diese vereinfachte Formel, die auch in Europa

gilt, hat sich aber als Bumerang erwiesen, denn offensichtlich haben diese Ernährungsempfehlungen Amerika zu einem Land der Dicken gemacht. Auch in Europa bekommen wir inzwischen diese Folgen zu spüren.

Übergewicht ist in der Regel eine Folge von falscher und zu energiereicher Ernährung bei gleichzeitigem Bewegungsmangel. Falsche Ernährung bedeutet: zu viele Kohlenhydrate mit hohem glykämischen Index (z.B. Kartoffeln, Weißbrot) statt Vollkornprodukten, zu viel tierische statt pflanzliche Fette und zu wenig Obst und Gemüse. Isst man Lebensmittel mit hohem glykämischen Index, wird viel Insulin freigesetzt, das die Aufnahme von Glukose in Leber und Muskelzellen erhöht. Als Folge sinkt der Blutzuckerspiegel rasch ab und man hat schnell wieder Hunger. Kartoffeln erhöhen den Glukosespiegel noch mehr als die gleiche Kalorienmenge aus Haushaltszucker, deshalb wurden sie aus der Kategorie Obst und Gemüse herausgenommen und zusammen mit geschältem Reis, Weißbrot und Nudeln zu den Nahrungsmitteln gezählt, die vermieden werden sollten. Hohe Glucose- und Insulinmengen können die Triglyceride erhöhen und die HDL – Konzentration senken, was das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen erhöht. Die tägliche Bewegung stellt die Basis der neuen Ernährungspyramide dar. Bewegung ist generell gesundheitsfördernd. Körperlich sehr aktive Menschen können sogar große Mengen raffinierter Kohlenhydrate verzehren, ohne an den Zivilisationskrankheiten zu erkranken.

Inzwischen weiß man: eine kohlenhydratreiche Kost erhöht den Triglyceridgehalt des Blutes und damit das Risiko für Herzkrankheiten. Noch schädlicher sind allerdings Transfettsäuren, die sowohl Triglyceride wie auch LDL Cholesterin erhöhen und gleichzeitig den HDL – Spiegel senken. Nahrungsmittel mit Transfettsäuren kommen in der neuen Pyramide überhaupt nicht mehr vor, da sie mit gesunder Ernährung nicht mehr vereinbar sind. Die von der DGE und der American Heart Association postulierte 30 Prozent Fett Regel ist zu undifferenziert, da sie die unterschiedlichen Wirkweisen der Fettsäuren nicht berücksichtigt, sondern einzig und allein auf eine Einschränkung der Kalorienzufuhr abzielt. Eine Begrenzung ist nur für gesättigte Fettsäuren zu fordern, während die Zufuhr von ungesättigten Fettsäuren eher zu verstärken ist.

Die Forderung nach fünf Portionen Obst und Gemüse täglich ist gar nicht laut genug zu stellen. Obst und Gemüse sind reich an Vitaminen, Mineralien, Spurenelementen, sekundären Pflanzenstoffen und Ballaststoffen. Sie schützen vor Herzkrankheiten und erstmals nachgewiesen auch vor Darmkrebs. Die Deutschen essen immer noch zu wenig Obst und Gemüse. Der Durchschnittsverzehr liegt bei weniger als 280 Gramm am Tag.

Auch der Anteil der Milchprodukte ist in der neuen Ernährungspyramide reduziert worden, offensichtlich das Osteoporoserisiko durch Calcium aus Milchprodukten

nicht zu senken ist. Gegen die noch geltende Empfehlung für Reichlich Milchprodukte spricht auch, dass Osteoporose gerade in den Ländern am häufigsten vorkommt, wo viele Milcherzeugnisse verzehrt werden.

Für den überwiegenden Anteil der Bevölkerung sollte Multivitaminpräparate ein unverzichtbarer Bestandteil der täglichen Ernährung ausmachen. Leider sieht das die DGE nicht so und ist immer noch der Auffassung, dass eine ausgewogene Ernährung ausreichen würde um den täglichen Vitaminbedarf zu decken.

Noch hat sich die neue Ernährungspyramide in Deutschland nicht durchgesetzt. In Sachen Ernährung und Nahrungsergänzungsmittel ist Deutschland nach wie vor ein Entwicklungsland und reagiert erst dann wenn es zu spät ist.