

Handout zum Thema Ausdauertraining

1. Definitive Grundlagen von Ausdauer

In sportwissenschaftlicher Hinsicht versteht man unter Ausdauer die Widerstandsfähigkeit des Organismus gegen Ermüdung; Sie wird also als Ermüdungswiderstandsfähigkeit definiert.

Ausdauer ist also die Fähigkeit

- a) physisch lange einer Belastung standzuhalten
- b) sich trotz körperlicher Ermüdung weiter der Belastung auszusetzen (psychische Komponente)
- c) sich in Phasen verminderter Belastung schnell zu regenerieren

à Ausdauer=

Ermüdungswiderstandsfähigkeit + Ermüdungstoleranz
+ rasche Wiederherstellung

(vgl. Zintl/Eisenhut, S. 30)

2. Formen der Ermüdung

Ermüdung ist als vorübergehende (reversible) Minderung der Leistungsfähigkeit anzusehen

2.1 Physische Ermüdung

Die körperliche Ermüdung zeigt sich auf muskulärer Ebene. Die verminderte Leistungsfähigkeit kann durch vermehrten Einsatz kompensiert werden.

2.2 Psychische Ermüdung

Die psychische Ebene wird auch zentrale Ermüdung genannt. Die Minderung der Leistungsfähigkeit resultiert aus einer Hemmung der motorischen Systeme des zentralen Nervensystems im Gehirn (formatio reticularis)

Wahrgenommen wird diese Hemmung zum Beispiel in Form von einer verlangsamten Informationsvermittlung, einer Beeinträchtigung der Sinneswahrnehmung sowie einer Verschlechterung der Bewegungskoordination

Meistens führt die psychische Ermüdung schon vor der physischen Ermüdung zu einer Abnahme der Leistung.

2.3 Ermüdungsursachen

Verarmung der Energiereserven (z.B. Kreatinphosphat, Glycogen)

Anhäufung von Stoffwechselendprodukten (z.B. Laktat)

Hemmung der Enzymaktivität durch Übersäuerung

Elektrolytverschiebung

Verarmung von Hormonen

Veränderungen an Zellorganellen und am Zellkern

Hemmprozesse am ZNS

Subjektive Zeichen der Ermüdung / objektiv erfassbare Zeichen der Ermüdung

2.4 subjektive Zeichen der Ermüdung

- Augenflimmern
- Ohrensausen
- Atemnot
- Übelkeit
- Abgeschlagenheit
- Apathie gegen äußere Reize
- Muskelschmerz

2.5 objektive Zeichen der Ermüdung

- verminderte sportliche Leistung
 - Nachlassen der Muskelkraft
 - Muskelzittern
 - Koordinationsstörungen
 - Laktatanstieg
 - Hormonspiegelveränderung
 - Veränderung der Hirnstromaktivität
- (vgl. Zintl. / Eisenhut, S.32)

3. Einteilung der Ausdauer

Je nach Betrachtungsweise kann man Ausdauer in verschiedene Arten unterteilen:

3.1 Allgemeine und lokale Ausdauer

à Je nach beteiligter Muskulatur

3.1.1 Allgemeine Ausdauer

1/7 – 1/6 der gesamten Muskulatur ist beteiligt, abhängig von dem pulmonalen System und der peripheren Sauerstoffausnutzung

3.1.2 lokale Ausdauer

weniger Muskulatur beteiligt als bei der allgemeinen Ausdauer, abhängig von der speziellen Kraft, der anaeroben Kapazität, der Technik und Schnelligkeits- Kraft- und Schnellkraftausdauer; hat keinen Einfluss auf die allgemeine Ausdauerleistungsfähigkeit

3.2 Allgemeine und spezielle Ausdauer

à Sportartspezifischer Aspekt

3.2.1 Allgemeine Ausdauer= Grundlagenausdauer

Sie ist sportartenunabhängig, in allen Sportarten als Training grundlegend und Basis für Training der speziellen Ausdauer und Voraussetzung für schnelle Erholungsfähigkeit

3.2.2 Spezielle Ausdauer

Sportartenspezifisch, ähnlich wie lokale Ausdauer

3.3 aerobe und anaerobe Ausdauer

à muskuläre Energiebereitstellung

3.3.1 aerobe Ausdauer

ausreichend Sauerstoff steht den Energieträgern zur Verfügung, d.h. Aufgenommene Menge reicht um benötigt Energiemenge bereitzustellen (O₂-Gleichgewicht). Die Belastungsintensität liegt unter anaerober Schwelle und die Energiegewinnung ist vorwiegend aerob.

3.3.2 anaerobe Ausdauer

Die Sauerstoffzufuhr reicht auf Grund von hoher Belastungsintensität (Bewegungsfrequenz oder Krafteinsatz) nicht aus.

Die Energiegewinnung ist Vorwiegend anaerob-laktazid, d.h. ein Erhebliches O₂-Defizit ist vorhanden und Laktat wird gebildet.

3.4 Kurz-, Mittel- und Langzeitausdauer

à je nach Zeitdauer

3.4.1 Kurzzeitausdauer (KZA)

Maximal 45sec bis 2min, Energiegewinnung überwiegend anaerob

3.4.2 Mittelzeitausdauer (MZA)

maximal 2 bis 8 min, Energiegewinnung zunehmend aerob

3.4.3 Langzeitausdauer (LZA)

> 8 min, überwiegend aerobe Energiegewinnung

Die Langzeitausdauer lässt sich weiter unterteilen in:

LZA I:

Belastungszeiten bis 30 min, überwiegend Glukosestoffwechsel

LZA II:

Belastungszeiten 30 bis 90 Minuten, Glukose und Fettstoffel

LZA III:

Belastungszeiten über 90 min, überwiegend Fettstoffwechsel

3.5 Kraft-, Schnellkraft- und Schnelligkeitsausdauer

à bezogen auf die motorischen Hauptbeanspruchungsformen

3.5.1 Kraftausdauer

Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei Kraftanforderungen

3.5.2 Schnellkraftausdauer

Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei
Schnellkraftanforderungen

3.5.3 Schnelligkeitsausdauer

Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei submaximaler bis maximaler
Geschwindigkeit und bei überwiegend anaerober
Energiebereitstellung

4. Biologische Grundlagen

Prinzip der Adaptation:

Unter Adaptation versteht man die morphologische oder funktionelle Anpassung des Organismus auf innere oder äußere Anforderungen.

Dies führt zu einer besseren Bewältigung der einwirkenden Belastung, führt also zu einer Steigerung der Funktionstüchtigkeit, der Leistungsfähigkeit und der Belastungstoleranz.

Adaption hängt von Reizeinwirkung als Stimulus ab; geht dieser zurück, so geht auch die Adaptation zurück.

Sie ist also jederzeit umkehrbar und ein höheres Niveau muss ständig neu erworben werden.

(vgl. Baadke, S.14)

5. Ausdauertraining

Ausdauertraining hat adaptive Auswirkungen auf folgende Organe und Systeme:

1. Muskelatur
2. Herz
3. Lungenbereich
4. Blut

5.1 Muskulatur

à Muskelmasse

Hier spielt der Muskelquerschnitt eine wichtige Rolle. In der Praxis kann man diese sportartspezifische Ausprägung sehr deutlich erkennen, wenn man einen Sprinter mit einem Marathonläufer

vergleicht. Eine große Muskelmasse benötigt viel Sauerstoff, daher ist es für den Marathonläufer nicht von Vorteil übermäßig viel Muskelmasse zu besitzen, während sich diese Tatsache für den anaerob arbeitenden Sprinter als vorteilhaft erweist. Die übermäßige Hypertrophie ist also für den Ausdauerbereich nicht optimal.

à Kapillarisation der Muskulatur/ maximale Muskeldurchblutung

Wird im aeroben Ausdauerbereich trainiert, so wirkt sich dies auf die Durchblutung der Muskulatur aus. Sie wird verbessert, indem sich alle Muskelkapillaren öffnen (vgl. Markworth S.74) und so wird unter Belastungsbedingungen die Austauschfläche zwischen dem Kapillarblut und den Muskelzellen größer. Es bildet sich also ein dichtes Kapillarnetz, das die Muskulatur durchzieht. Auch die Durchlässigkeit der Blutgefäße verbessert sich für einen besseren Stoffaustausch.

Die maximale Muskeldurchblutung geht mit der Sauerstoffversorgung einher und spielt daher auch im aeroben Training eine wichtige Rolle. Die oben genannte Verbesserung der Kapillarisation verkürzt die Diffusionsstrecke zwischen Kapillare und Mitochondrium und trägt somit zu einer erheblichen Leistungsverbesserung bei. Aufgrund der guten Durchblutung werden die ST-Fasern auch als „rote Fasern“ bezeichnet.

à Die Muskelfaserzusammensetzung

Im menschlichen Körper gibt es zwei Formen von Muskelfasern, die ST-Fasern und die FT-Fasern. Sie kommen im menschlichen Organismus (anders als bei Tieren) ausschließlich in gemischter Form vor, variieren jedoch stark je nach Muskel und genetischer Voraussetzung. So gibt es Muskeln mit überwiegendem Anteil an

ST-Fasern, wie zum Beispiel das ausschließlich aerob arbeitende Herz sowie auch der gerade Bauchmuskeln, der hauptsächlich Haltearbeit leisten muss. Muskeln mit größerem FT-Faser-Anteil ist zum Beispiel der große Oberschenkelmuskel.

Wie bereits erwähnt spielt jedoch auch die genetische Voraussetzung eine große Rolle, man spricht zum Beispiel vom „geborenen Sprinter“.

Für Weltspitzenleistungen im Schnelligkeits- und Ausdauerbereich sind extrem anlagebedingte Verteilungsmuster Voraussetzung (vgl. Zintl/Eisenhut S.77).

5.2 Herz

à Herzgröße

Bei Vergrößerung des Herzens durch sportliche Belastung spricht man von einem Sportlerherz. Die Herzfrequenz in Ruhe ist bei einem Sportler niedriger durch das vergrößerte Schlagvolumen.

à maximale Herzminutenvolumen

Das maximale Herzminutenvolumen ist die Blutmenge, die während einer Minute aus dem Herzen ausgetrieben wird. Sie ergibt sich aus dem Produkt von Herzschlagvolumen (Auswurfmenge pro Herzschlag) und Herzfrequenz pro Minute (vgl. Zintl/Eisenhut). Während untrainierte Personen Belastungen über die Herzfrequenz kompensieren, geschieht diese Kompensation beim trainierten Herz zunächst über das Herzschlagvolumen im Zuge der vegetativen Dilatation, also mit Hilfe der verbleibenden Restblutmenge im Herzen.

à der Sauerstoffbedarf des Herzmuskels wird verringert

5.3 Blut

à Das Blutvolumen nimmt zu

à Die Viskosität des Blutes nimmt ab, da die festen Bestandteile (Zellvolumen) abnehmen und der flüssige Bestandteil (Plasma) zunimmt

à Die Pufferkapazität des Blutes nimmt zu

5.4 Lungenbereich

à die Respirationsfläche (Fläche der gasaustauschenden Alveolen) vergrößert sich

à die Durchlässigkeit der Kapillaren für Sauerstoff wird größer
das Lungenkapillarnetz erweitert sich

à die Lungenarterien und –venen weiten sich zur Bewältigung des vergrößerten Herzminutenvolumens

à die Atemökonomie verbessert sich, d.h. aus einer bestimmten Menge eingeatmeten Luft kann nun mehr Sauerstoff aufgenommen werden

6. Messgrößen zur Belastungssteuerung bei Ausdauertraining

6.1 Herzfrequenz

Die HF reagiert schnell auf Veränderungen der muskulären Belastung, am schnellsten reagiert sie auf Geschwindigkeitserhöhung, deshalb ist die HF eine zuverlässige Messgröße für die Beurteilung der Laufgeschwindigkeit.

Sie ist abhängig von Alter, Geschlecht, Herzgröße, Leistungsfähigkeit und Gesundheitszustand

6.2 Laktat

Laktat ist das Endprodukt bei anaerober Belastung durch den Abbau von Glucose. Bei guten Ausdauersportlern beginnt die Laktatbildung bei einer Belastung von ca. 80 %. Bei Untrainierten schon bei niedrigeren (weniger als 60 %) Belastungen.

Die Laktatmessung ist neben der HF die bevorzugteste Messgröße in der Belastungssteuerung.

6.3 Max. Sauerstoffaufnahme VO₂max

VO₂max ist das Maß für die Sauerstoffzufuhr (Atmung), den Sauerstofftransport (Herz-Kreislauf) und die Sauerstoffverswertung (Muskelzelle) im Organismus. VO₂max ist ein Parameter im aeroben Ausdauerbereich.

7. Trainierbarkeit von Ausdauer

7.1 Training der Grundlagenausdauer

Um die Grundlagenausdauer zu verbessern wird oft die kontinuierliche Dauermethode verwendet, sofern ein Minimalprogramm mit einer Belastung an der aeroben Schwelle eingehalten wird. Für eine hohe Trainingswirksamkeit müssen Intensität und Umfang nach einiger Zeit erhöht werden. Das Optimalprogramm für die Fortgeschrittenen erfordert Belastungen zwischen aerober und anaerober Schwelle (intensive Dauermethode sowie einen Gesamtumfang von etwa 35-40 km/Woche)

7.2 Training der speziellen Ausdauer

Hier werden die sportart- bzw. die disziplinspezifischen Anteile der unterschiedlichen Energiegewinnungswege und genau so die verschiedenen Anteile von Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeiten genutzt. Damit die spezielle Ausdauerfähigkeit verbessert werden kann, muss ein Trainingsprogramm darum verschiedene Trainingsmethoden enthalten.

Langzeitausdauer → Dauermethoden

Mittelzeitausdauer → intensive, die extensive, variierende

Intervallmethode für Kurzeitausdauer → intensive Intervallmethode,

Wiederholungsmethode azyklische Spielausdauer →

wettkampfspezifische Belastungen

7.2.1 Die Dauermethode

Die Dauermethode lässt sich unterteilen in die extensive, die intensive und die variable Dauermethode.

Wird die Dauermethode angewandt, liegt eine ununterbrochene trainingswirksame Belastung über eine längere Zeitspanne vor. Die Ziele des Trainings werden vor allem durch die relativ lange Belastung erreicht, in der die physiologischen Prozesse ziemlich gleich bleibend ablaufen.

7.2.1.1 Die extensive Dauermethode

Hier liegt eine leichte bis mittlere Belastungsintensität vor, was so viel bedeutet wie unter und an der Aeroben Schwelle (AS), also etwa bei Laktatwerten von 0,75-2,0 mmol/l Laktat, einem VO₂ max von 45-75% und individuellen anaeroben Schwellen (IANS) – Geschwindigkeiten von 75-80%.

Die Belastungsdauer beträgt in diesem Fall 30Min.-6Stunden (Sportart- und Zielsetzungsabhängig)

Angewandt wird diese Methode im Gesundheits – und Fitnesssport, wobei hier mindestens 10 bis 12 Min trainiert werden sollte, optimalerweise aber 30-45 Min durchgehalten werden sollten.

- Fettstoffwechseltraining mit einer Dauer von >90 Min
- Ökonomisierungsbereich der Bewegungstechnik bei langen Belastungen und
- bei den Stabilisierungsbereichen eines vorher erhöhten Leistungsniveaus.

7.2.1.2 Die intensive (kontinuierliche) Dauermethode

Hier liegt ein mittlere bis submaximale Belastungsintensität vor, was soviel bedeutet wie an der anaeroben Schwelle zu trainieren, also identisch ist mit dem 4-6mmol/ Laktatbereich (nach der Belastung), einem VO₂ max von 75-85% und einer ANS- Geschwindigkeit von 90-95%. Die Belastungsdauer beträgt in diesem Fall 20 Min-3 Stunden (Sportart- und Zielsetzungsabhängig).

Zielsetzungen:

- erweitern der aeroben Kapazität
- Glykogenstoffwechseltraining- Speichervergrößerung (>45 Min)
- Anheben von anaeroben Schwelle
- schnellen Anheben des aeroben Leistungsniveau (geringe Stabilität)
- stabilisieren von wettkampfgemäßen Bewegungstechniken

7.2.1.3 Die variable Dauermethode

Hier liegt ein leichtes und submaximale Belastungsintensität vor, die sich systematisch abwechselt (es gibt auch Sonderformen mit unsystematischem Wechsel wie das Fahrtspiel = viele Tempowechsel). Die Belastungsdauer beträgt in diesem Fall 30-60Min-3 Stunden (Sportart- und Zielsetzungsabhängig).

Zielsetzungen:

- Erweiterung der aeroben Kapazität, >45Min
- Belastungsverträglichkeit mit wechselnden Energiebereitstellungen verbessern
- Beschleunigung der Wiederherstellung zwischen den Belastungsphasen

7.2.1.4 Die Intervallmethode

Kennzeichnend für die Intervallmethode ist der gezielte Wechsel zwischen Belastung und Entlastung. Zwischen den einzelnen Belastungen wird jeweils nicht die vollständige Erholung abgewartet. Als Orientierung für die Pausendauer kann diese je nach Belastungsintensität, Belastungsdauer und Trainingszustand zwischen einer halben bis zu mehreren Minuten dauern. Ausschlaggebend für die Erholung ist die Herzfrequenz (HF), die sich auf 120-130 HF/min senken sollte.

Zielsetzungen:

- Erweiterung der Funktionsbreite einzelner Organsysteme
- Festigung der Bewegungsausführungen
- Gewöhnung an erneute Arbeitsaufnahme trotz unangenehmer Empfindungen statt (psychischer Bereich)

7.2.1.5 Die Wiederholungsmethode

Wiederholte, intensive Belastungen mit dazwischen liegenden vollständigen Pausen kennzeichnen diese Methode. Die Pausen sollen dazu dienen, dass alle genutzten Körperbereiche wieder in ihre Ausgangssituation, d.h. wie vor der Belastung zurückkehren. Die Herzfrequenz sollte also auf unter 100/min sinken.

8. Ausdauersport im Verlauf der Lebensspanne

Die Ausdauer verändert sich im Laufe der Lebensspanne, wie alle anderen konditionellen Fähigkeiten:

- steigt im Kindes- und Jugendalter kontinuierlich an
- bleibt im frühen Erwachsenenalter konstant
- in zweiter Lebenshälfte allmählicher Leistungsabfall

Die früher weit verbreitete Meinung, dass Ausdauersport bei Kindern und Jugendlichen zu einer Überbeanspruchung führt, ist heute widerlegt. Beachten sollte man jedoch, dass die Belastungsintensität beim Training mit Kindern nicht zu hoch gewählt ist.

Die biologischen Voraussetzungen für aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit sind bereits im Kindesalter recht günstig.

Ausdauerleistungsfähigkeit ist eine konditionelle Fähigkeit, die über die gesamte Lebensspanne bis ins hohe Alter gleichermaßen trainiert werden kann.

Literatur:

Neumann/Hottenrott, Das große Buch vom Laufen, 2002,
Meyer&Meyer Verlag

J. Weineck, Optimales Training, 2003, 13.Auflage, Spitta Verlag

Friedrich, Dr. W. Grundlagen Sportwissen, 2003, 1. Auflage, Spitta
Verlag

Zintel/Eisenhut, Ausdauertraining, 2001, BLV Sportwissen

Baur/Bös/Singer, Motorische Entwicklung Ein Handbuch, 1994,
Verlag Hoffmann Schorndorf