

3. Ausdauer und Ausdauertraining (ca. 6 Stunden)

- Bedeutung der Ausdauer
- Arten der Ausdauer: allgemein, speziell, aerob, anaerob und Subkategorien
- anatomisch-physiologische Grundlagen, leistungsbestimmende Faktoren
- Methoden des Ausdauertrainings: Dauermethode, Intervallmethode, Wiederholungsmethode, Wettkampfmethode
- Anpassungserscheinungen bei den verschiedenen Methoden des Ausdauertrainings
- Höhentraining
- gesundheitliche Bedeutung der verschiedenen Arten der Ausdauer

3.1 Begriffsbestimmung

Definition:

Ausdauer ist die psychophysische Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Sportlers bei lang andauernden Belastungen.

3.2 Bedeutung der Ausdauer für die sportliche Leistungsfähigkeit

- ✦ Erhöhung der physischen Leistungsfähigkeit
- ✦ Optimierung der Erholungsfähigkeit
- ✦ Steigerung der psychischen Belastbarkeit
- ✦ Konstant hohe Reaktions- und Handlungsschnelligkeit
- ✦ Minimierung von Verletzungen
- ✦ Verringerung technischer Fehlleistungen
- ✦ Vermeidung ermüdungsbedingter taktischer Fehlverhaltensweisen
- ✦ Stabilere Gesundheit

3.3 Arten der Ausdauer

	Unterschiede			Aspekt
1.	Allgemeine Ausdauer	spezielle Ausdauer		
2.	allgem. Muskelausdauer	lokale Muskelausdauer		
	➤	➤		
	➤	➤		
	➤			
3.	aerobe Ausdauer	anaerobe Ausdauer		
	➤	➤		
		➤		
4.	Statische Ausdauer	Dynamische Ausdauer		
	➤	➤		
	➤			
	➤			
	➤			
5.	Kraftausdauer	Schnelligkeitsausdauer	Schnellkraftausdauer	
	➤	➤		
6.	Kurzzeitausdauer	Mittelzeitausdauer	Langzeitausdauer	
	➤	➤	➤	
	➤	➤	➤	
			➤	
			➤	

3.4 Anatomisch-physiologische Grundlagen, leistungsbestimmende Faktoren

Die **Grundlagenausdauer**, auch als allgemeine Ausdauer bezeichnet, bildet die Grundlage für die Entwicklung aller Ausdauerformen. Nur wenn sie ausreichend trainiert ist, kann ein Sportler optimale Ergebnisse in seiner individuellen Sportart erbringen. Das Ziel der Grundlagenausdauer ist es die **aerobe Leistungsfähigkeit** zu steigern. Darunter versteht man die Verbesserung der Kapazität des kardiopulmonalen Systems sowie der Leistung des Energiestoffwechsels.

Die Qualität der allgemeinen aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit eines Sportlers liegt verschiedenen sportbiologischen und leistungsphysiologischen Gesetzmäßigkeiten zugrunde. Hierbei haben in erster Linie die Muskelzellen, verschiedene Herz-Kreislauf-Parameter und die Lunge einen hohen Stellenwert.

3.4.1 Ausdauertraining und Muskelzelle

- *Die zellulären Energiespeicher*
- *Mitochondrien*
- *Die zellulären Enzymkapazitäten*
- *Die hormonellen Regulationsmechanismen*
- *Myoglobinspeicher*
- *Die Muskelfaserzusammensetzung*

3.4.2 Ausdauerleistungsfähigkeit und Herz-Kreislauf-Parameter

Durch ausreichend intensives Ausdauertraining kommt es, wie bereits behandelt, zur **Ausbildung eines Sportherzens**. Kennzeichen dieses Sportherzens sind die erweiterten Herzhöhlen (**Dilatation**) und die **Hypertrophie** des Herzmuskels.

Sämtliche (bereits besprochene) durch Training ausgelöste, biopositiven Adaptionerscheinungen von

- **Herz**

- **Gefäßsystem**

- **Blut**

bewirken natürlich eine Steigerung der aeroben Leistungskapazität.

3.4.3 Ausdauerleistungsfähigkeit und Lunge

Normalerweise stellt das Lungenvolumen in Bezug auf die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit keinen leistungslimitierenden Faktor dar. Trotzdem lassen sich auch im Bereich der Lunge (sowohl funktionelle als auch morphologische) Anpassungserscheinungen auslösen:

- **Ökonomisierung der Atemfunktion**

- **Ausbildung einer „Leistungslunge“**

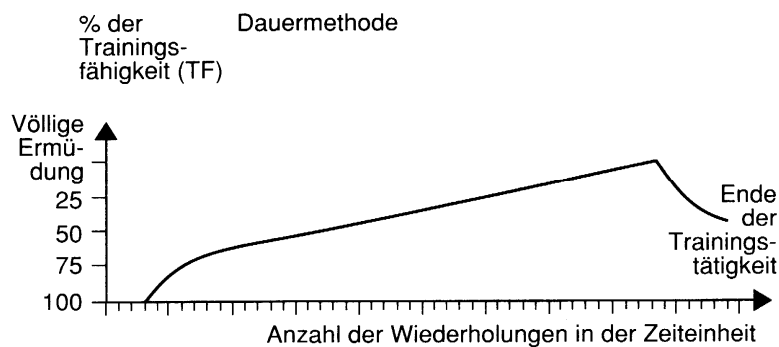
- **Aktivitätshypertrophie**

- **Steigerung des max. möglichen AMV**

3.5 Methoden des Ausdauertrainings und deren Wirkungen

	Belastung	Wirkung
Dauermethode länger andauernde Belastung ohne Unterbrechung - mit konstanter Intensität		
- mit wechselnder Intensität (Wechselmethode)		
Intervallmethode Wechsel zwischen relativ kurzen Belastungs- und Entlastungsphasen; Intervalle nur zur bedingten (unvollständigen) Erholung		
Wiederholungsmethode Wechsel zwischen sehr intensiven, relativ kurzen Belastungsphasen und lang dauernden Erholungsphasen; geringer Gesamtumfang		
Wettkampfmethode einmalige, seltener mehrfache Belastung mit höchstem Einsatz und wettkampftypischem Verhalten/ Trainingswettkämpfe		

Übersicht:



Belastungs-intensität	Pause	Belastungs-umfang	Belastungs-dauer
70 - 90% der Bestleistung	Üben ohne Pause	Sehr groß	Sehr lang 30 min - 2 Std.

Physiologische Wirkung:

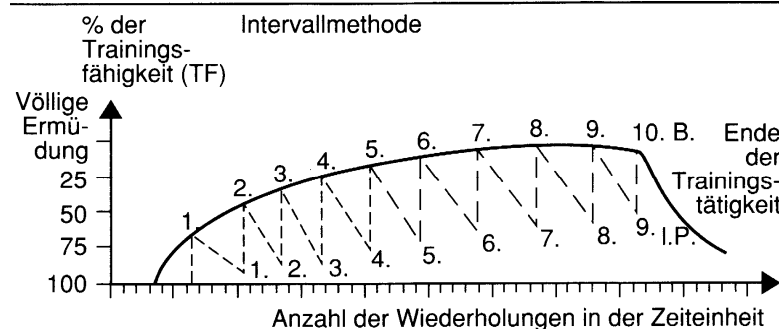
- Ökonomisierung des Stoffwechsels
- Herz-Kreislauf-Regulation
- Kapillarisation
- Sauerstoffaufnahmevermögen

Trainingseffekt:

- Grundlagenausdauer
- Kraftausdauer

Pädagogisch-psychologische Wirkung:

- Willensspannkraft
- Durchhaltevermögen
- Härte gegen sich selbst



Belastungs-intensität	Pause	Belastungs-umfang	Belastungs-dauer
60 - 80%	"Lohnende Pause"	Mittel 10 - 12 Wiederholungen	Kurz - Mittel 15 - 60 s (KZI) auch 1-8 min (MZI) u. 8-15min (LZI)

Physiologische Wirkung:

- Herz-Kreislauf-Regulation
- Ökonomisierung der Stoffwechselprozesse

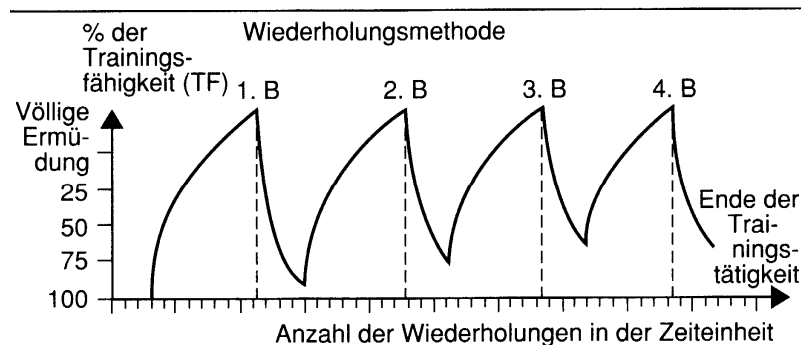
Trainingseffekt:

- Spezielles Stehvermögen
- Schnelligkeitsausdauer

Pädagogisch-psychologische Wirkung:

- Willensstoßkraft
- Steigerungsfähigkeit
- Umschaltvermögen

S = Serie, SP = Serienpause



Belastungs-intensität	Pause	Belastungs-umfang	Belastungs-dauer
90 - 100%	(4-30 min) volle Pause	gering	nach Streckenlänge kurz - mittel

Physiologische Wirkung:

- Muskelwachstum
(bei kurzen Läufen mit max. Intensität)
- Ökonomisierung der Stoffwechselprozesse
- Vergrößerung der Energiereserven

Trainingseffekt:

Bei kurzen Läufen
Mit max. Intensität:

- Maximalkraft
- Schnelligkeit
- Maximale Schnelligkeit
- Beschleunigungsfähigkeit
- Schnelligkeitsausdauer

Bei längeren Läufen:

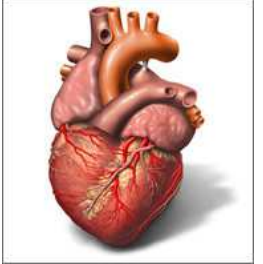



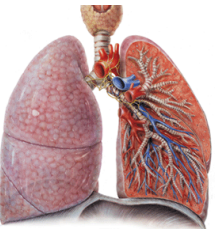

- Steigerung der aeroben Kapazität
- Verbesserung des spezifischen Stehvermögens

Pädagogisch-psychologische Wirkung:

- Willensstoßkraft
- Steigerungsfähigkeit zu höchster individueller Leistungsfähigkeit
- Wettkampfspezifische Belastungsverträglichkeit

B = Belastung, EP = Erholungspause

Zusammenfassung: Physiologische Wirkungen

	<p>Herz-Kreislauf</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Vergrößerung des Herzmuskels ► Sporthertz (Erweiterung der Herzhöhlen) • Verdickung des Herzmuskels • Erhöhung des Schlagvolumens • Erhöhung des Herzminutenvolumens • Verbesserte Sauerstoffaufnahme • Senkung des Ruhepulses • Verbesserte Kapillarisation • Vergrößerung der arterio-venösen O2-Differenz • Stabilisierung des Blutdrucks
	<p>Muskulatur - Stoffwechsel</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Erhöhte Zahl der Mitochondrien (v.a.in den ST-Fasern) • Verbesserte Leistungsfähigkeit der Enzyme in den Mitochondrien • Erweiterung der Glykogenspeicher
	<p>Blut</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vermehrung der roten Blutkörperchen • Vermehrung des Hämoglobins (roter Blutfarbstoff) • Zunahme des Blutplasmas • Erweiterte Pufferkapazität bei Übersäuerung
	<p>Lunge - Atmung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vertiefte Atmung • Vergrößerung des Atemminutenvolumens • Erhöhte Vitalkapazität
	<p>Nervensystem</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beruhigende Wirkung auf das Nervensystem • Steigerung der parasympathischen Aktivität

3.6 Höhentaining

3.6.1 Begriffsbestimmung

Unter HT versteht man die Verlegung des Trainings aus dem Flachland in die Höhe zur Akklimatisierung und Vorbereitung auf einen Wettkampf in der Höhe bzw. zur Erzielung einer höheren Ausdauerleistungsfähigkeit für Wettkämpfe im Flachland (die über 2 min dauern).

3.6.2 Ablauf des Höhentrainings

• Geeignete Höhe	
• Dauer	
• Häufigkeit	
• Training / Wettkampf in der Höhe	
• Rückkehr aus der Höhe	
• Jahresplanung	
• Ernährungsproblem	
• Probleme des HT	

3.6.3 Physiologische Veränderungen beim Aufenthalt in großen Höhen

In großen Höhen

- reduzierter Sauerstoffpartialdruck
- niedrigerer Sauerstoffdruck im Bereich der Lungenbläschen
- Abnahme der Sättigung des arteriellen Blutes
- Abnahme der maximalen Sauerstoffaufnahme (Bruttokriterium der Ausdauerleistungsfähigkeit)

3.6.3.1 Anpassung an akuten Sauerstoffmangel bei kurzfristigem Höhengaufenthalt durch Höhenadaptation

positiv:

- zur Aufrechterhaltung des Sauerstoffpartialdrucks wird zuerst die Atmung vertieft, dann beschleunigt → AMV nimmt dadurch je nach Höhe um das 2 bis 3-fache des Wertes auf Meeresspiegel zu

negativ:

- Durch Hyperventilation (vermehrte Abatmung von CO₂ → ph-Anstieg im Blut) Neigung zu Muskelkrämpfen
- Erschwerung der Sauerstoffabgabe in das Blut
- Steigerung des HMV vor allem durch Herzfrequenzsteigerung bei gleich bleibendem Herzschlagvolumen

Entscheidender leistungslimitierender Faktor bei Ausdauerbelastungen in der Höhe ist die Reduzierung der Sauerstoffaufnahme mittels äußerer Atmung.

3.6.3.2 Anpassung an chronischen Sauerstoffmangel bei längerfristigem Höhengaufenthalt durch Akklimatisation

positiv:

- Rückgang des Ruhepulses in den Bereich des Ausgangswertes (Verringerung des Energieverbrauchs des Herzens)
- Zunahme des Hämoglobingehalts des Blutes
- relative Zunahme der roten Blutkörperchen
- Erhöhte Ausschüttung des Hormons Erythropoetin in der Niere → Blut → Knochenmark → Bildung neuer Erythrozyten)
- später Erhöhung des Hämoglobingehalts der roten Blutkörperchen
- Anstieg des Blutvolumens
- erleichterte Sauerstoffabgabe an das Blut durch Abnahme der Hämoglobinaffinität der Erythrozyten für Sauerstoff
- Vergrößerung der Kapillaroberfläche durch Neubildung bzw. Schlängelung der Kapillaren (verbesserte Blutversorgung bei längeren Kontaktzeiten und kürzeren Diffusionsstrecken)
- erhöhter Myoglobingehalt im Muskel (Erhöhung der Kapazität zur Sauerstoffspeicherung)
- Vermehrung der Mitochondrien

negativ:

- Zunahme der Blutviskosität → vermehrte Herzarbeit
- verstärkte Bikarbonatausscheidung der Nieren → Abnahme der Pufferkapazität für saure Stoffwechselprodukte → Beeinträchtigung der anaeroben Energiebereitstellung

3.7 Gesundheitliche Bedeutung der verschiedenen Arten der Ausdauer

3.7.1 Risiken und Gefahren eines Ausdauertrainings

- Verletzungsrisiko bei Läufen im Freien
- Verletzungsrisiken durch erhöhte Risikobereitschaft
- Laufbelastungen bei Infekten
- Orthopädische Überlastungsschäden
- Herz-Kreislauf-Überlastung bei älteren „Neubeginnern“
- Herz-Kreislauf-Überlastung bei Hitzebedingungen
 - Hitzeschäden (s. a. Thermoregulation)
 - Vorbeugende Maßnahmen: ausreichendes Trinken, Aufenthalt im Schatten, etc.

3.7.2 Ausdauertraining im Kindes und Jugendalter

Kinder u. Jugendliche: prinzipiell gleiche Adaptionerscheinungen bei aerobem Ausdauertraining - dennoch altersbedingte Unterschiede

3.7.2.1. Besonderheiten des Ausdauertrainings im Kindes- und Jugendalter

- In jedem Alter: strukturelle und funktionelle Anpassungserscheinungen, die an der Aufrechterhaltung der Ausdauerleistung beteiligt sind oder die Leistung begrenzen
- Nichtvollwertigkeit und funktionelle Begrenztheit des kindlichen Organismus hemmt die Ausdauerleistung nicht.
- Einflüsse auf die Ausdauerfähigkeit:
 - wachstumsbedingte Verbesserung der H-K-Parameter
 - koordinative Optimierungsprozesse
- Mit zunehmendem Alter (bei Kindern/Jugendlichen): verringerter Energiebedarf bei gegebener Geschwindigkeit aufgrund der Ökonomisierung der Bewegungsabläufe

Entsprechend dem biologischen Alter ist die Ausdauerleistungsfähigkeit unterschiedlich ausgeprägt. Die Akzelerierten haben absolut eine höhere Leistungsfähigkeit als die Retardierten!

Bedeutung der frühzeitigen Ausdauerschulung in kind- und altergemäßer Form:

- jeder 2. Jugendliche leidet an einer Ausdauerschwäche
- Vorbeugung auf frühzeitig degenerative Veränderungen des H-K-Systems
- Fortschritte in der Ausdauerleistung haben großen Einfluss auf allg. Fitness und Leistungsfähigkeit
- gesteigerte Ausdauerleistungsfähigkeit → positiver Einfluss auf physische Leistungsfaktoren (Schnelligkeit, Schnellkraft, Schnelligkeitsausdauer, Kraft, Kraftausdauer) sowie koordinative Fähigkeiten

Die Widerstandsfähigkeit gegen Ermüdung stellt allgemein eine wesentliche Voraussetzung für den effektiven Einsatz aller gebotenen Trainingsmethoden und -formen dar:

Eine Intensivierung der Trainingsbelastungen ist nur bei gegebener Grundlagenausdauer in optimaler Weise möglich!

- Aerobe Kapazität:

- Kinder: hervorragende Trainierbarkeit und Eignung für aerobe Belastungen
 - günstige Fettsäurenverstoffwechselung
 - Fettoxidationsrate viel höher als bei Erwachsenen
- Kinder/Jugendliche: kardiopulmonal sowie metabolisch hervorragend für aerobe Ausdauerbelastungen geeignet

Wichtig: *Das Ausmaß der Zunahme der maximalen Sauerstoffaufnahme und damit der aeroben Kapazität ist gleichermaßen eng an das Wachstum wie an das Training gebunden!*

- Anaerobe Kapazität:

- Belastungen im anaerob-alaktaziden Bereich: entspricht Spielverhalten der Kinder (Fangballspiele) → schneller Fettstoffwechsel (z.B. durch Sprints)
- Belastungen im anaerob-laktaziden Bereich: geringere Kapazität → Fähigkeit Laktat zu eliminieren oder zu tolerieren ist nur gering entwickelt
Deshalb: wiederholte maximale Belastungen bei Kindern unbeliebt → weichen auf aerobe Energiebereitstellung aus (Verringerung der Intensität)

Die eingeschränkte laktazide anaerobe Kapazität - sie ist u.a. auch auf eine geringere Aktivität der anaeroben Enzyme zurückzuführen - und damit die einhergehende erniedrigte Ausschüttung von Stresshormonen sollen den kindlichen Organismus vor einer zu starken Übersäuerung und katabolen Stoffwechsellaage (Glykogen- und Proteinabbau) bewahren und so die begrenzten Kohlenhydratedepots für die glukoseabhängigen Organe (z.B. Hirn) schonen!

Das Vorliegen einer geringeren anaeroben Kapazität muss bei einer Durchführung eines Ausdauertrainings im Kindes- und Jugendalter berücksichtigt werden
→ Anpassung der Trainingsmethoden/Inhalte, Intensität, Dauer der Belastung

Konsequenzen für die Trainingspraxis:

- Ausdauerschulung bei Kinder: - geringe bis mittlere aerobe Belastungen (Jogging-Tempo)
- intensive kurze alaktazide Belastungen (3-5s / 20-30m)
- Vermeidung des Trainings „Stehvermögen“ sowie Tempo/Tempowechselläufe (600-1000m)
- physiopsychische Voraussetzungen bei Kindern nicht gegeben
- Trainingsmethoden: Dauermethode + intensive KZ- Intervallmethode

3.7.2.2 Ausdauertraining in den verschiedenen Altersstufen

- muss sich den wechselnden wachstums- und entwicklungsbedingten Gegebenheiten anpassen;
- sowie der Belastbarkeit und Erwartungshaltung des jeweiligen Alters

a) Ausdauertraining im Vorschulalter, frühen und späten Schulkindalter

- einseitiges und forciertes Ausdauertraining ist zu vermeiden → Gefahr: Bremsung des hormonellen Antriebs für Wachstum, Entwicklung und Ausdifferenzierung
- Vermeidung von Über- bzw. Unterbelastungen: Prinzip der individuellen differenzierten Belastung

Aufgabe des Schulsports bzw. des Vereinssports sollte die Schaffung der Grundlagenausdauer, nicht aber die Herausbildung spezieller Ausdauerfähigkeit sein!

Richtsatz für Ausdauertraining im Kindesalter: „Nicht die Strecke tötet, sondern das Tempo!“ → Prinzip der Dauermethode!

b) Ausdauertraining im Jugendalter

- Anpassungsfähigkeit und damit Trainierbarkeit aufgrund umfassender Veränderungen in der Pubertät am größten (wegen wachstumsbedingter Zunahme von Körpergewicht und Größe!)
Insbesondere: konditionelle Eigenschaften: Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit

Die Entwicklung der Ausdauer hat zum Zeitpunkt des puberalen Längenwachstumsschubes in der Pubeszenz und damit der verbundenen günstigen Herz-Körpergewichts-Relation ihren optimalen Trainierbarkeitszeitraum!

- Adoleszenz: anaerobe Kapazität steigt aufgrund „Hormonausschusses“! Trainingsmethoden sowie Trainingsinhalte zur gezielten Verbesserung der anaeroben Ausdauerfähigkeit sind nun möglich. Gegen Ende der Adoleszenz: Annäherung an das Erwachsenentraining

*Ausdauertraining ist **sehr gesundheitsförderlich**, aber: bei unsachgemäßer Durchführung entstehen **Risiken** und **Gefahren**! Aerobe Ausdauer lebenslang trainierbar - anaerobe erst ab der Pubertät!*