



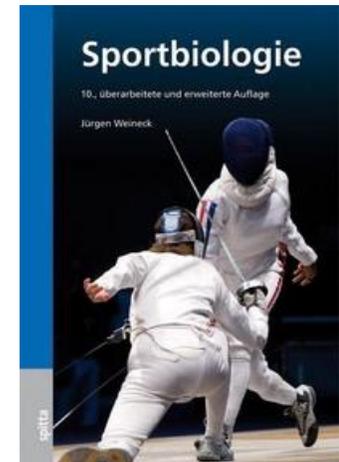
Sportbiologie

FÜR SKITOUREN-INSTRUKTOR-INNEN

FUCHS JAKOB

Definition

- Interdisziplinäres Fachgebiet aus
 - Lehre vom Körperbau (Anatomie)
 - Lehre der Lebensvorgänge (Physiologie)
 - Erblehre (Genetik)
 - Gesundheitslehre (Hygiene)
 - Sporthygiene (Maßnahmen zur Gesunderhaltung u. Gesundheitsförderung im Sportbereich)
 - Sportpädagogik
 - Sportphysiologie (Arbeitsweise u. Leistung d. Organe bei sportlicher Belastung)
 - Sportmedizin
 - Trainingslehre
 - Biomechanik
 - Bewegungslehre
 - Sportsoziologie
 - Sportpsychologie
 - Orthopädie (Erkrankungen u. Veränderungen am Bewegungsapparat)
 - uvm...



Autor: Prof. emerit. Dr. phil. Dr. med. Dr. hc. Jürgen Weineck
Universität Erlangen-Nürnberg - Institut f. Sportwissenschaft u.
Sport

Ablauf

- Begriffsdefinitionen
- Grundvoraussetzungen für sportliches Training
- Organsysteme und sportliches Training
- Ausdauertraining
- Sportliche Leistungsfähigkeit
- Sport im Freien – in der Höhe

Begriffsdefinitionen - 1

- „Sport“ aus sportwissenschaftlicher/sporttheoretischer Betrachtung

- Motorische Aktivität und soziale Interaktion
- „freigesetzte“ Handlungen ohne tatsächlichen Zweck in der Arbeits- od. Alltagswelt
- nicht zwecklos, aus traditioneller Sicht aber ohne Nützlichkeit

- „Sport“ aus sportbiologisch-sportmedizinischer Sicht

- hat verschiedene Manifestationsformen

- ➔ - Breitensport
- Gesundheitssport

- ➔ - Leistungssport
- Hochleistungssport
- Altersport
- Behindertensport

- jeweils Aktionsformen

- ➔ - Übung
- ➔ - Training
- Wettkampf

- Zielbereiche

- ➔ - Verbesserung der Gesundheit
- ➔ - Leistungsfähigkeit
- ➔ - Freude an der Bewegung
- ➔ - Soziale Interaktion

Von einem großen Teil der Bevölkerung in der Freizeit ausgeführt – Leistungshöhe spielt keine Rolle – Bewegung und soziale Momente stehen im Mittelpunkt

Ziele sind persönliche Höchstleistung – Leistungssteigerung – Rekorde – systematisches Handeln (Training/Lebensstil)

Systematische Wiederholung gezielter Bewegungsabläufe – Leistungssteigerung durch verbesserte Koordination

Systematische Wiederholung gezielter überschwelliger Muskelanspannungen – Leistungssteigerung durch morphologische und funktionelle Anpassungen

Begriffsdefinitionen - 2

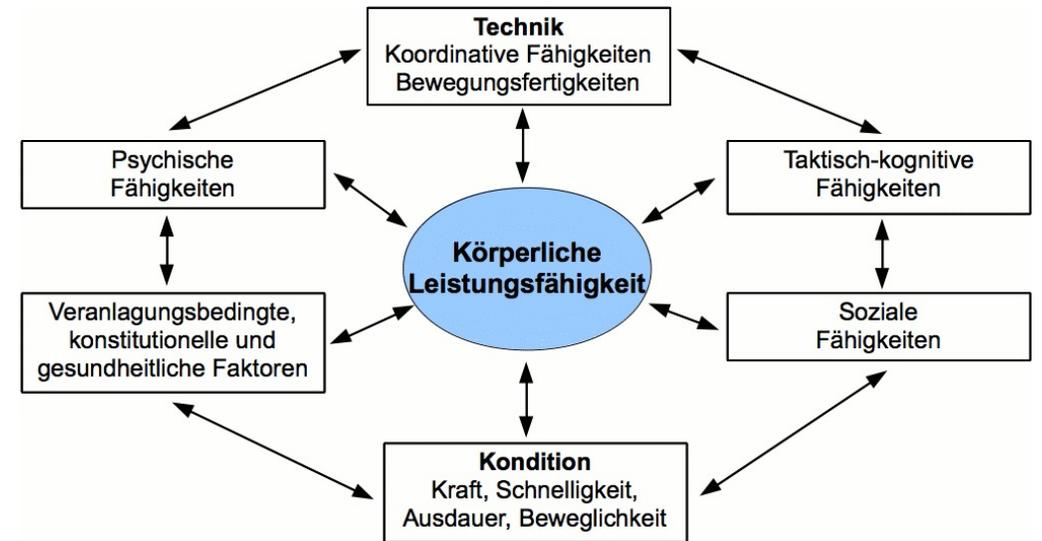
- Leistungsfähigkeit/Leistungsvermögen/Potenzial
 - maximal zu realisierende Leistung zu einem bestimmten Zeitpunkt
 - setzt sich aus mehreren Faktoren zusammen
 - wieweit man das Potenzial ausschöpft hängt ab von der
- Leistungsbereitschaft
 - Psychische Einstellung – Interesse, Motivation
 - Persönliches Anspruchsniveau
 - Umgebung (Zuschauer, Situation,...)
 - kann durch kognitive, affektive Anteile modifiziert werden
 - teils auch von biorythmischen Faktoren abhängig

Bereiche 1 u. 2 erfordern eine geringe bis mittlere Willensanstrengung

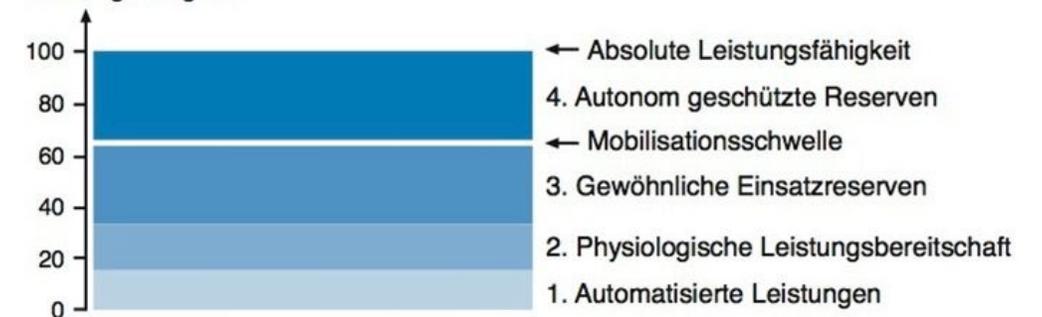
Bereich 3 erfordert bereits ausgeprägte Willenskraft

Bereich 4 ist nur in Notsituationen (z.B. Todesangst) abrufbar

Die Autonom geschützten Reserven sollen den Organismus vor Überforderung schützen



Prozent der absoluten Leistungsfähigkeit

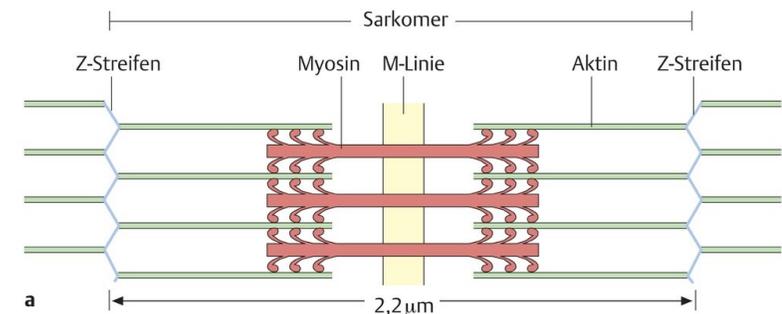
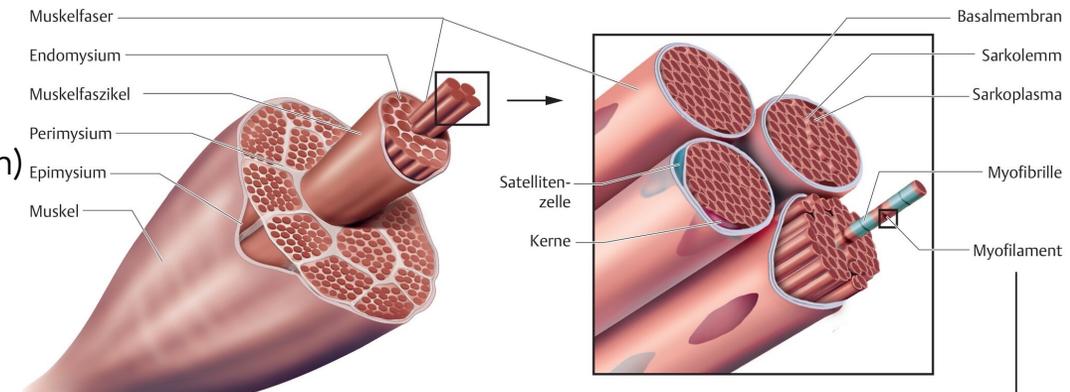


Grundvoraussetzungen für sportliches Training

- Anpassungsfähigkeit/Adaptabilität
 - Organische und funktionelle/strukturelle Umstellung des Organismus auf innere und äußere Anforderungen
 - dient der besseren Bewältigung von Belastungen – verbesserte Betriebsfähigkeit
 - Wichtiges Kennzeichen der Evolution und das universale und wichtigste Gesetz des Lebens
 - Ist reversibel und muss ständig neu erworben werden
- Muskulatur
- Autonomes Nervensystem/Zentrales Nervensystem
- Sinnessystem
- Herz/Kreislaufsystem
- Immunsystem
- Atmungssystem
- Passiver Bewegungsapparat
- Hormonsystem

Muskulatur und sportliches Training – Anatomie

- Jeder Skelettmuskel besteht aus mehreren Muskelbündeln
- diese bestehen aus unterschiedlich vielen Muskelfasern (=Muskelzellen)
- Wesentliche Bestandteil sind Myofibrillen mit den kontraktile Proteinen Aktin u. Myosin
- es gibt sogenannte weisse (schnelle/Fast twitch) –
- und rote (langsame/Slow twitch) Muskelfasern
- FT Fasern sind größer, stärker → schnellkräftige u. intensive Beanspruchung
- ST Fasern für die Ausdauer → geringe Intensität, lange Dauer
- Der Prozentuale Anteil von FT/ST Fasern ist genetisch festgelegt
 - Wird auch durch Training nicht verändert; bei den meisten ausgeglichenes Verhältnis
- Kontraktion benötigt Energie in Form von ATP (Adenosintriphosphat)
- Energiebereitstellung läuft in 3 Phasen ab



Muskulatur und sportliches Training - Energie

- Wichtigsten Energieträger

- Kohlenhydrate (2/3)
- Fette (1/3)
- Proteine wesentlich für Aufbau, im Energiestoffwechsel vernachlässigbar

- Anaerobe alaktizide Energiegewinnung

- ATP im Muskel wird gespalten
- 5-7 Sekunden bei Erwachsenen

- Anaerobe laktizide Energiegewinnung

- Glukose durch anaerobe Glykolyse zu 2 ATP + Milchsäure (Laktat)
- 45 Sekunden
- Es entsteht eine „Sauerstoffschuld“ die nach Beendigung der Aktivität wieder ausgeglichen wird
- „Auslaufen“ führt nach längeren (15sek-5min) Belastungen zu einer rascheren Verstoffwechselung von Laktat

- Aerob

- Glukose durch aerobe Glykolyse zu ATP + CO₂ + H₂O
- Ab 1 Minute
- Es können auch Fette (im Notfall sogar Eiweiße) verbrannt werden

	Kcal/g	Kcal/g/l O ₂	ATP
Kohlenhydrat	4,1	5,1	6,34
Fett	9,3	4,5	5,7
Eiweiß	4,0	4,7	5,94

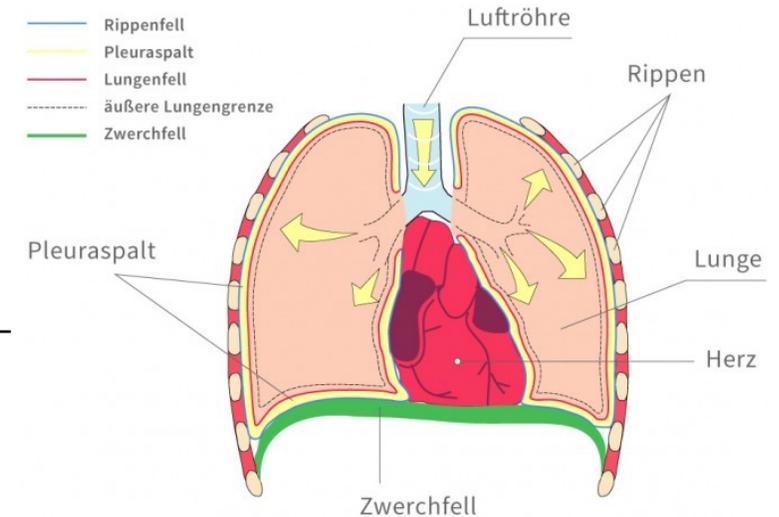
Nicht der absolute Brennwert ist relevant, sondern der pro Liter O₂ erreichte!

Muskulatur und sportliches Training

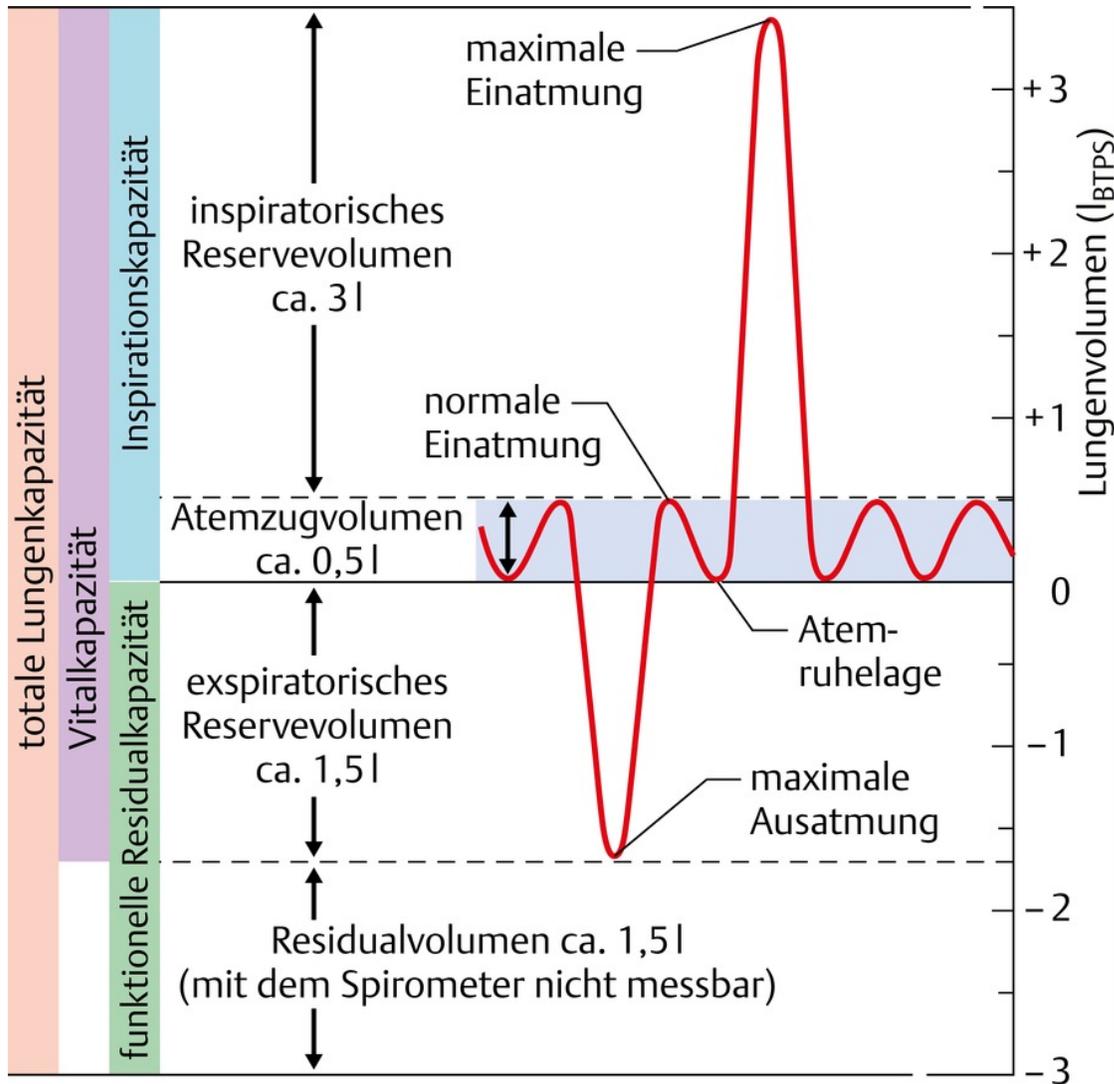
- Wichtigsten

Atmung und sportliches Training

- Zur Aufrechterhaltung der vitalen Funktionen benötigt der Mensch ständig Energie
- Zur Verbrennung der Nahrung (zu Energie - ATP) benötigt er Sauerstoff (O₂)
 - Äußere Atmung – Lungenatmung – Aufnahme von O₂/Abgabe von CO₂
 - Innere Atmung – Zellatmung – Abgabe von O₂ ins Gewebe/Aufnahme von CO₂
- Je nach körperlicher Aktivität beträgt die tägliche Ventilationsleistung 10000 – 30000 Liter
- In Ruhe werden Atemfrequenz und Atemvolumen reflektorisch auf ein Minimum gestellt
 - Benötigte Energie 1% des Grundumsatzes
- Bei erschöpfender Belastung wird bis zu 25-30% des Grundumsatzes für die Atmung aufgewendet



Atmung und sportliches Training - Funktion



Durchschnittswerte bei 20-30jährigen Männern – bei Frauen etwa 10% weniger

- Atemzugvolumen (AZV): bei ruhiger Atmung pro Atemzug
- Inspiratorisches Reservevolumen (IRV): nach normaler Einatmung durch maximale Inspiration noch einatembar
- Expiratorisches Reservevolumen (ERV): nach normaler Ausatmung durch maximale Expiration noch ausatembar
- Residualvolumen (RV): Volumen, das trotz forcierter Ausatmung noch in der Lunge bleibt
- Vitalkapazität (VK): Luftvolumen das nach maximaler Einatmung insgesamt ausgeatmet werden kann (AZV+IRV+ERV)
- Totalkapazität (TK): Maximales Volumen in der Lunge nach maximaler Einatmung (AZV+IRV+ERV+RV)

Atmung und sportliches Training

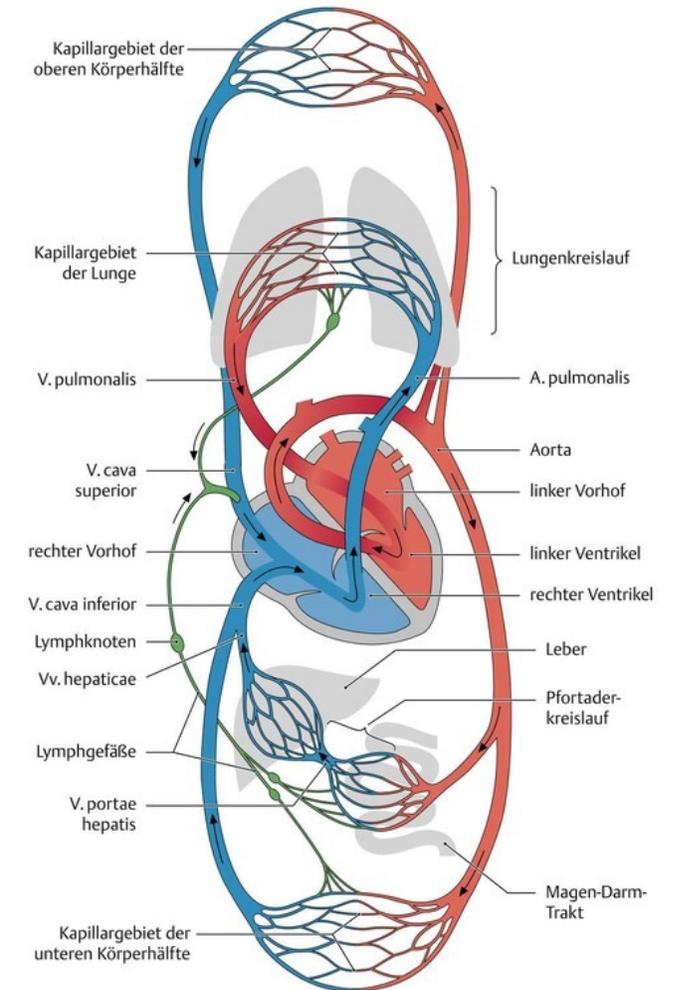
- Normale Atemfrequenz in Ruhe 12-16 Atemzüge/min
- Bei körperlicher Belastung 40-50 (60)/min
- Atemminutenvolumen (AMV) : Atemfrequenz x AZV
6-8l/min in Ruhe
100-120l/min unter Belastung untrainiert
bis 250l/min bei Ausdauertrainierten
- Bis 50% Belastungsintensität steigt das AMV direkt proportional zur Sauerstoffaufnahme, darüber wird die Atmung aufgrund der Arbeitshyperventilation unökonomischer
- AMV ist abhängig von VK, Alter, Geschlecht, Trainingszustand – u.a. wegen Verhältnis Atemfrequenz/AZV
- Atemäquivalent bedeutet wieviel Liter Luft benötige ich um 1Liter O₂ aufzunehmen
- Atemäquivalent = AMV/Sauerstoffaufnahme – in Ruhe 28:1
Belastungsbeginn 20:1
Grenzbelastung 30-35:1

Atmung und sportliches Training - Anpassung

- Mit Belastungsbeginn kommt es unmittelbar zu einer Steigerung der Atemfrequenz und AZV → AMV steigt
- Zunächst linear zum Sauerstoffbedarf – bei zunehmender Belastung steiler
- Durch regelmäßiges Ausdauertraining kommt es zu funktionellen und z.T. auch morphologischen Veränderungen
- Training führt zu einer Optimierung der Atmungsregulation – Ökonomisierung der Atmung
- Das AMV wird mehr über eine Zunahme des AZV als über die Atemfrequenz gesteigert
- Hypertrophie der Atemmuskulatur
- Steigerung der aeroben und anaeroben Kapazität → Erhöhte Ermüdungsresistenz des Zwerchfells
- Auch isoliertes Training der Atemmuskulatur kann die Ausdauerleistung steigern
 - Bsp.: täglich 30 min Atmungstraining (90-160l/min) konnte die Fahrradausdauerleistung inaktiver Personen um 50% steigern
- Seitenstechen (mangelhafte O₂ Versorgung des Zwerchfells) wird reduziert

Herz/Kreislauf und sportliches Training

- Herz als zentraler Motor der Zirkulation des Blutes
- Gefäßsystem
 - Arterien – vom Herzen weg – i.d.R. O₂-reiches Blut
 - Venen – zum Herzen hin – i.d.R. O₂-armes Blut
- „Großer“/Körperkreislauf u. „Kleiner“/Lungenkreislauf
- Blutvolumen 55-65ml/kg KG – 80kg: 4800ml
- Herzvolumen: 500-600ml (Frau) / 700-800ml (Mann)
- Herzfrequenz(HF) in Ruhe : physiologisch 60-80 Schläge/Minute
 - Wird von zahlreichen Faktoren beeinflusst (Geschlecht, Alter, Körpertemperatur, Emotionen, Trainingszustand, Tageszeit, Gesundheitszustand, u.v.m.)
 - kann bei Belastung beim Untrainierten etwa um das 3-fache ansteigen
- Schlagvolumen: Menge (in ml) die bei jeder Kontraktion des Herzens ausgeworfen wird – in Ruhe etwa 70ml
- Herzzeitvolumen (HZV): pro Zeiteinheit gefördertes Blut, i.d.R. pro Minute: HF x Schlagvolumen
 - In Ruhe etwa 5l/min → unter Belastung bis etwa 20l/min
- Täglicher Blutausswurf etwa 7000l / Tag



Herz/Kreislauf und sportliches Training - Anpassung

- Bei Belastung muss der erhöhte Sauerstoff- u. Nährstoffbedarf durch Steigerung des HMV abgedeckt werden
 - HMV wird durch Steigerung von Frequenz und Schlagvolumen erhöht
 - Bei ausreichender Trainingsintensität – dauer u. – Häufigkeit kommt es zum sog. „Sportlerherz“
 - Hypertrophie → Verdickung/Kräftigung des Herzmuskels, Gewichtszunahme des Herzens
 - Dilatation (Ausweitung) → Vermehrtes Schlagvolumen → Ökonomisierung (max. gefundene Werte 1700ml (Mann) / 1150ml (Frau))
 - Der Ausdauertrainierte steigert das HMV mehr über ein erhöhtes Schlagvolumen als über eine gesteigerte Herzfrequenz → hohes Schlagvolumen ist die Grundlage für ökonomische Herzarbeit im submaximalen Bereich, energetisch günstiger als Frequenzarbeit
 - Ausdauertrainierte kann HMV (Ruhe ca. 5l/min) etwa um das 8-fache steigern, Untrainierter nur um das 4-5 fache
 - Sportlerherz hat häufig eine sog. Ruhe-Bradykardie (verlangsamte Herzfrequenz)
 - Profi-Ausdauerathleten teils <30/min; bleibt auch Jahre nach Ende der Karriere erhalten;
 - Parallel zur Vergrößerung des Herzens kommt es auch zur Vergrößerung der Arterien/Vermehrung der Kapillaren
 - Bereits nach Trainingspausen von 6-10 Wochen kommt es jedoch zu einer weitestgehenden Rückbildung
- ACHTUNG:** akutes Entlastungssyndrom nach Beendigung von Hochleistungstraining → Abtrainieren;

Ausdauertraining

- Die psychophysische Ermüdungswiderstandsfähigkeit des Sportlers
 - Psychische Ausdauer: Fähigkeit, einem Reiz, der zum Abbruch der Belastung auffordert möglichst lange widerstehen zu können
 - Physische Ausdauer: Ermüdungswiderstandsfähigkeit des gesamten Organismus od. einzelner Teilbereiche
- Einteilung in Allgemeine – u. Lokale Ausdauer (Muskulaturspezifisch)
 - Aerobe- u. Anaerobe Ausdauer (Energiespezifisch)
 - Kurz-, Mittel- u. Langzeitausdauer (Zeitspezifisch)
 - Kraft-, Schnellkraft-, Schnelligkeitsausdauer (Hauptbeanspruchungsspezifisch)
- Skitouren i.d.R. Allgemeine aerobe Langzeitausdauer – Grundlagenausdauer
 - mehr als 1/6 der gesamten Skelettmuskulatur wird beansprucht
 - Belastungszeiten über 30min
 - Leistungsbegrenzend: maximale Sauerstoffaufnahme (VO₂ max), ihre Nutzbarkeit, und die anaerobe Schwelle

Sportliche Leistungsfähigkeit

- VO₂max – maximale Sauerstoffaufnahmefähigkeit
 - Maximale Sauerstoffaufnahme (in ml) pro Minute pro kg KG
 - Spiegelt die kardiopulmonal-metabolische Kapazität des gesamten Organismus wider
 - Abhängig von äußerer Atmung, Gasaustausch in der Lunge, H_{MV}, Sauerstoffaufnahme in der Muskulatur
 - Durch Training optimierbar: H_{MV}, äußere Atmung, Kapillarisation der Muskulatur
 - Durch Training nicht beeinflussbar: z.B. Gasaustausch in der Lunge
 - Höchstwerte VO₂max nur bei Beteiligung größtmöglicher Muskelmassen
 - Absolutwerte (l/min) – relevant z.B. Radfahren, Rudern, Schwimmen;
 - Relativwerte (ml/kg/min) – Laufen, Berglauf, Skimo;
- Aerobe/Anaerobe Schwelle
 - Bezeichnet die Schwelle an das Verhältnis von aerober /anaerober Energiebereitstellung wechselt
 - sog. „Steady-State“ Stadium zwischen Laktatbildung und -elimination
 - wird die Schwelle überschritten steigt das Laktat deutlich (exponentiell) an
 - durch wiederholte Laktatbestimmung unter steigender Belastung kann der Bereich abgeschätzt werden, in dem sich die individuelle anaerobe Schwelle befindet
 - U.a. Training knapp unter des individuellen Schwellenwertes steigert die Schwelle