

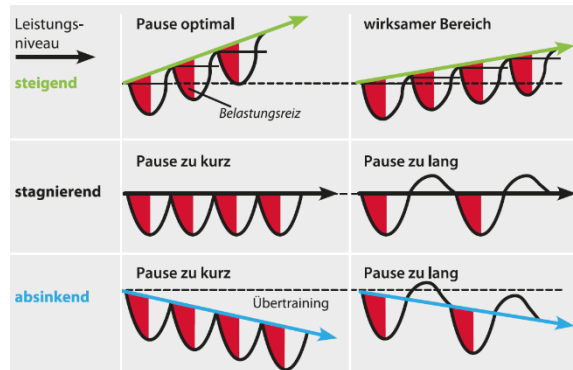
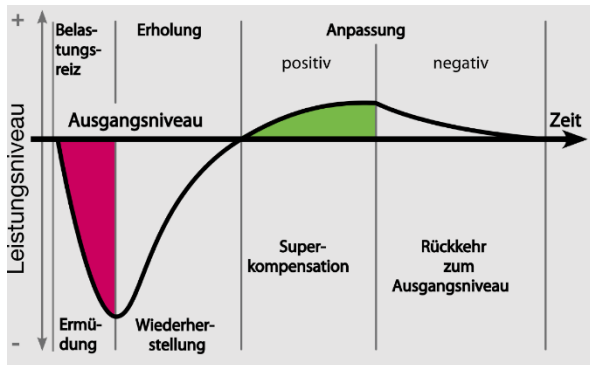
# Allgemeine Gesetzmäßigkeiten des Sports

**1. Qualitätsgesetz:** Spezifische Reize bewirken spezifische Anpassungsreaktionen

**2. Homöostase, Superkompensation:** Zwischen Belastung und Anpassungsreaktionen des Körpers besteht ein dynamisches Gleichgewicht (Homöostase). Die durch erhöhte Belastung ausgelösten Wiederherstellungsvorgänge verbessern das Leistungsniveau über den Ausgangswert hinaus (Superkompensation).

Beschreibungsgrößen/-merkmale

<b>Belastungsintensität</b>	Anstrengungsgrad; Art und Weise der Ausführung	Geschwindigkeiten in Zeit, Herzfrequenzen, Laktatwerte im Blut; kg, Watt, Prozentwert zur Bestmarke; maximal, submaximal, gering
<b>Belastungsumfang</b>	Gesamtumfang der Belastungen	km, kg; Anzahl der Wiederholungen; Stunden, Minuten
<b>Belastungsdauer</b>	Zeit der Belastungseinwirkung einer Übung (Übungsfolge)	Sek., Minuten, Stunden
<b>Belastungsdichte</b>	zeitliche Aueinanderfolge von Belastungen; Verhältnis von Belastung und Erholung	Zeitintervalle zwischen den Einzelbelastungen; Verhältnis von Belastungs- und Erholungszeit
<b>Trainingshäufigkeit</b>	ist bestimmt durch die Anzahl der wöchentlichen Trainingseinheiten (oder bezogen auf einen Mikrozyklus von 7-10 Tagen)	



### 3. Reizschwelligesetz:

Eine Superkompensation wird nur dann erreicht, wenn eine kritische Reizschwelle überschritten wird.

### 4. Trainierbarkeit, Leistungsfähigkeit

Die Trainierbarkeit ist abhängig vom Alter und Geschlecht.

## Energiebereitstellung in der Muskelzelle und Funktion des Herz-Kreislauf-Systems

Dauerleistungen vermag die Muskulatur aufgrund zweier Stoffwechselmechanismen zu vollbringen:

Entweder durch Verbrennung von Traubenzucker (Glukose) sowie die aus Fetten stammenden Fettsäuren unter Sauerstoffverbrauch - "aerob".

Oder durch den Abbau von Glukosemolekülen ohne Sauerstoff "anaerob".

Fließt mit dem Blut genug Sauerstoff heran, hat das aerobe System in den Kraftwerken der Zelle (Mitochondrien) Vorrang. Im Zusammenspiel einer großen Zahl biochemischer Reaktionen werden dort Kohlenhydrate und Fettsäuren zu Kohlendioxid abgebaut. Der dabei freigesetzte Wasserstoff wird zu Wasser und die gewonnene Energie als ATP (Adenosintriphosphat) gespeichert.

Verbraucht die Muskulatur mehr ATP als der aerobe Energiegenerator liefern kann, tritt der anaerobe Stoffwechsel in den Vordergrund: Die Zellen gewinnen ATP, indem sie Glukose über mehrere Zwischenstufen in das "Abfallprodukt" Milchsäure (Laktat) verwandeln. Die Säure reichert sich in den Muskelfasern und schließlich im Blut an. Die Folge: Der Organismus wird sauer und dem Sportler werden Arme und Beine schwer.

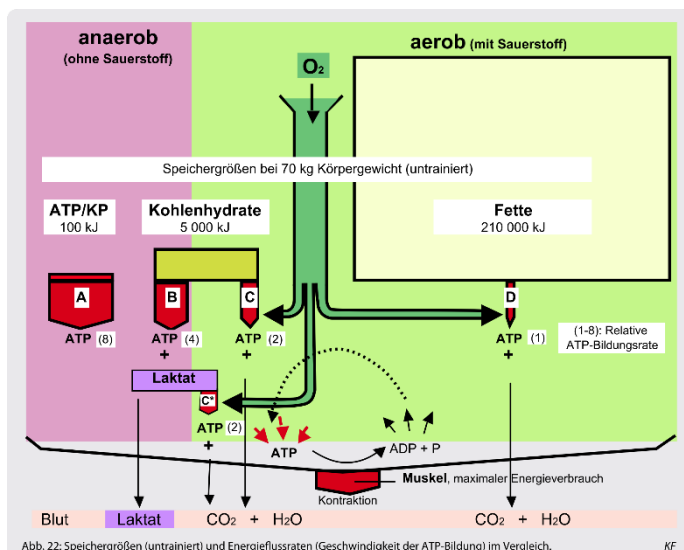


Abb. 22: Speichergößen (untrainiert) und Energieflussraten (Geschwindigkeit der ATP-Bildung) im Vergleich.

KF

### Belastungsanforderungen im Kraft-, Schnelligkeits- und Ausdauertraining

Belastungsmerkmale	Kraft	Schnelligkeit	Ausdauer
<b>Belastungsumfang</b>	1. die Last (kg) die in einer TE mit einer bestimmten Übungsform bewegt wird; 2. Häufigkeiten (f) Wiederholungen bestimmter Übungsformen (Sprünge, Würfe u.a.)	1. die Streckenlängen (m), deren Wiederholungen und Serien, die in einer TE mit einer bestimmten Übungsform absolviert werden; 2. Häufigkeiten (f) (Wiederholungen) bestimmter Übungsformen	1. die Streckenlänge (m, km), deren Wiederholungen und Serien, die in einer TE mit einer bestimmten Übungsform absolviert werden
<b>Belastungsintensität</b>	(1) die Größe des Impulses (Ns) einer Übungsform (2) Prozent (%) der konzentrischen Maximalkraft (3) Prozent (%) der isometrischen Maximalkraft (4) die Impulsqualität einer Übungsform (bei Sprüngen, Würfen u. a.: maximal, submaximal)	(1) Prozent (%), bezogen auf die höchsten Schnelligkeitswerte, bei einer bestimmten Übungsform (2) die Impulsqualität einer bestimmten Übungsform (maximal, submaximal) (3) die Bewegingsfrequenz (f) innerhalb einer vorgegebenen Zeit	(1) die Bewegungsgeschwindigkeit (m/s; km/min; km/h) (2) die durchschnittliche Herzfrequenz (HF/min), die auf einer Strecke eingehalten wird (3) Prozent (%) von einer bestimmten Leistung auf einer Strecke oder von einem anderen Wert
<b>Belastungsdauer</b>	(1) die Dauer (s; min) einer Übungsfolge mit oder ohne festgelegte Übungsfrequenz (z. B. beim Circuittraining)	(1) die Zeit (s) für das Absolvieren einer Strecke (2) die Zeit (s) für eine bestimmte oder unbestimmte Anzahl von Bewegungswiederholungen	(1) die Zeit (s; min; h) für das Absolvieren einer Strecke
<b>Belastungsdichte</b>	(1) die Pausenzeit (s; min) zwischen Wiederholungen, Serien	(1) Die Pausenzeit zwischen Teilstrecken, Wiederholungen, Serien (2) ein bestimmtes Verhältnis (1:2; 1:3) zwischen Belastungsdauer und Pausenzeit	(1) die Pausenzeit zwischen Teilstrecken, Wiederholungen, Serien (2) ein bestimmtes Verhältnis (1:2; 1:3) zwischen Belastungsdauer und Pausenzeit

**Maximales steady state:** (Die Sauerstoffmenge, die aufgenommen werden kann, reicht gerade aus, um den Gesamtenergiebedarf zu decken.)

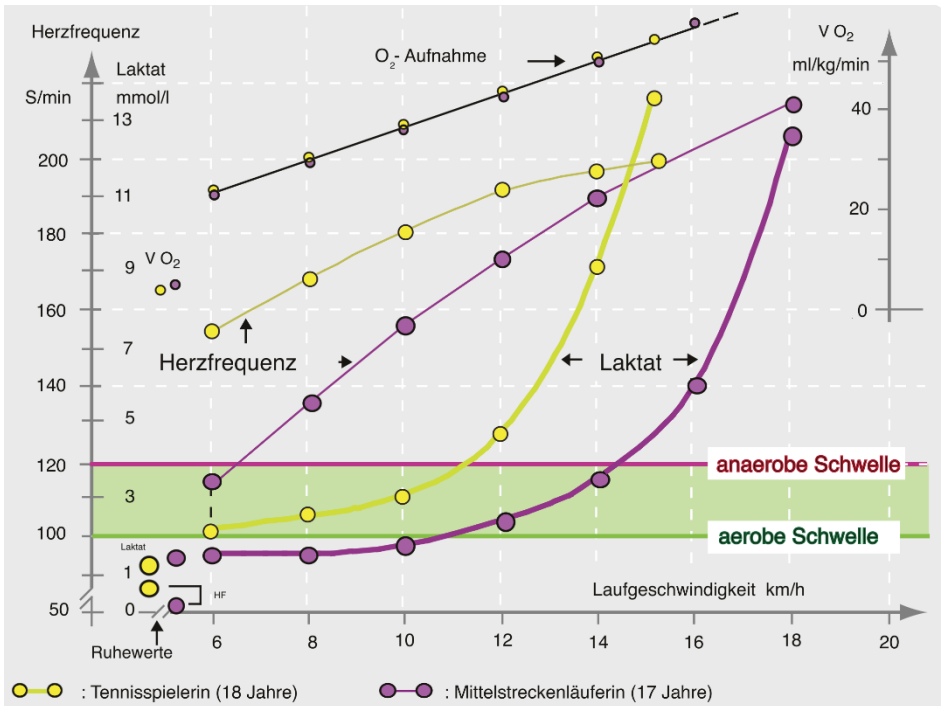


Abb. 25: Verhalten von Laktatspiegel, Herzfrequenz (HF) und Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>) bei ansteigender Belastung auf dem Laufband.

Die Unterschiede im Verlauf der Laktat- und Herzfrequenzkurven beruhen auf folgenden Trainingswirkungen:

**Anpassungen der Muskelzelle:**

- Die Enzymwirkung zum aeroben Abbau der Kohlenhydrate wird durch eine Zunahme und Vergrößerung der Mitochondrien verstärkt.
- Die Enzyme zum Abbau der Fette in Fettsäuren werden vermehrt gebildet.

**Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems:**

- Die absolute Zahl der Kapillaren pro Muskelfaser und der Querschnitt der Kapillaren wird vergrößert und dadurch die Muskeldurchblutung verbessert (**Kapillarisation**).
- Durch Ausdauertraining kommt es zu einer **Herzvergrößerung**, dabei werden die Innenräume erweitert und der Herzmuskel wird kräftiger. Dadurch kann sich das Schlagvolumen im Vergleich zum Untrainierten fast verdoppeln. Die maximale Herzfrequenz kann durch Training kaum gesteigert werden.

- Das **Blutvolumen nimmt zu**. Dadurch kann mehr Sauerstoff transportiert (ca. 30%) und die Übersäuerung durch Milchsäure hinausgezögert werden.

Die **Vergrößerung des Herzens** hat zusätzlich zur Verbesserung der Pumpleistung noch weitere Vorteile:

- **Ökonomische Herzarbeit:** Das größere Schlagvolumen ermöglicht eine geringere Herzfrequenz in Ruhe (Ruhepuls) und bei submaximalen Belastungen. Die Pausen zwischen den einzelnen Kontraktionen werden dadurch länger und der Herzmuskel kann besser durchblutet und mit Sauerstoff versorgt werden.
- **Abbau von Milchsäure, Erholungsfähigkeit:** Als Schutz vor Ermüdung sind Herzmuskelzellen darauf spezialisiert, ihre Energie unter Sauerstoffverbrauch aus Milchsäure und Fettsäuren zu gewinnen. Ein größeres Herz kann somit zum einen den Anstieg des Laktatspiegels im Blut verzögern und zum anderen durch raschen Abbau der Milchsäure nach der Belastung die Erholung beschleunigen.

**Welche Ausdauerfähigkeiten sind für Gesundheit und Fitness wichtig?**

Belastungssituationen, die fast ausschließlich eine anaerobe Energiebereitstellung erfordern, haben einen geringen gesundheitlichen Wert, da das Herz-Kreislauf-System und die Atmung nicht ausreichend belastet werden. Die entsprechende Ausdauerfähigkeit bezeichnet man als **1. allgemeine aerobe Ausdauer** (aerobe Kapazität). Sie kann folgendermaßen charakterisiert werden:

Die Belastungsintensität liegt unter der anaeroben Schwelle, Die Energiegewinnung ist vorwiegend aerob. Die aufgenommene Sauerstoffmenge reicht aus, um die benötigte Energiemenge bereitzustellen (Sauerstoffgleichgewicht = steady-state).

**Das Training der allgemeinen aeroben Ausdauer (allgemeines Ausdauertraining) hat ein breites Wirkungsspektrum. Die Belastungsreize erhalten und verbessern die Funktionsfähigkeit vieler Organe und Organsysteme:**

Extreme Belastungen beim Ausdauertraining im Hochleistungssport können sogar negative Auswirkungen auf das Immunsystem haben. Die Vorteile, die eine gut ausgebildete allgemeine aerobe Ausdauer mit sich bringt, sind in Abb. 13 u. 14 dargestellt.

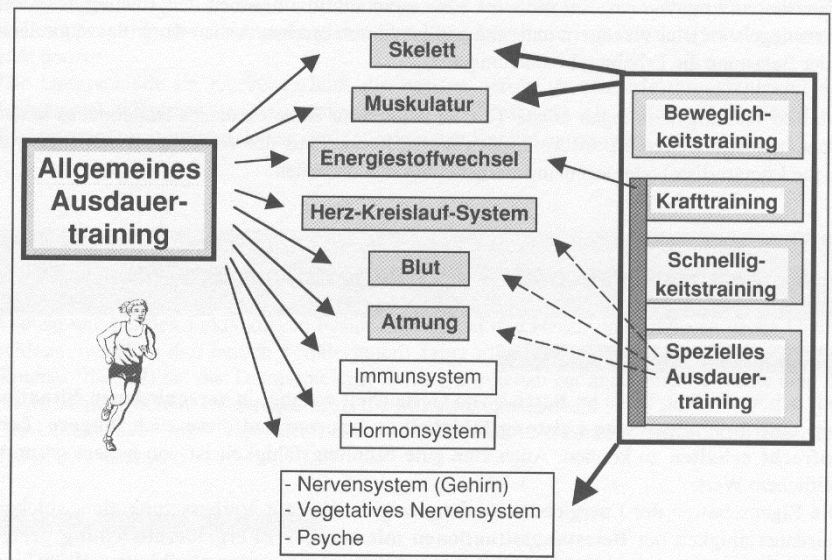


Abb. 12: Wirkungsspektrum eines allgemeinen Ausdauertrainings

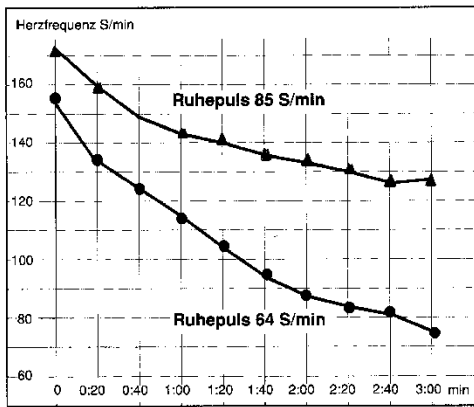


Abb. 13: Erholungspuls in Abhängigkeit vom Ruhepuls.

tung eine positive Wirkung.

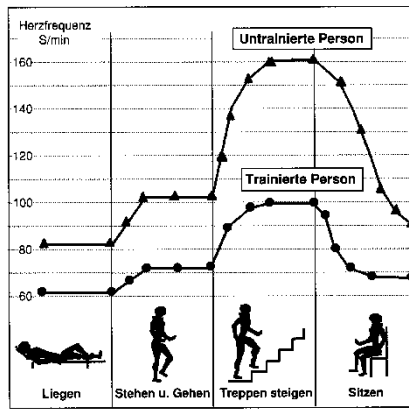


Abb. 14: Herzfrequenz in Alltagssituationen bei unterschiedlichem Trainingszustand.

## 2. Grundlagenausdauer:

Grundlagenausdauer ist die sportarten-unabhängige Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei Langzeitbelastungen unter dem Einsatz großer Muskelgruppen (Mehr als 1/7 der Skelettmuskulatur). Die Belastungsintensität reicht bis zur aeroben Schwelle. Die Energiegewinnung ist ausschließlich aerob.

Ausdauertraining, speziell das Training der Grundlagenausdauer, hat nicht nur für Gesundheit und Fitness, sondern für die Entwicklung jeder sportlichen Lei-

## 3. Allgemeine anaerobe Ausdauer und spezifische Ausdauerfähigkeiten

Wie die allgemeine aerobe Ausdauer lässt sich die allgemeine anaerobe Ausdauer durch die Art der Energiebereitstellung eingrenzen:

Die Belastungsintensität liegt über der anaeroben Schwelle. Die Energiegewinnung ist vorwiegend anaerob-laktazid und anaerob-laktazid. Es entsteht ein erhebliches Sauerstoffdefizit.

Für Gesundheit und Fitness hat diese Ausdauerfähigkeit aus den oben genannten Gründen keine Bedeutung. In Bezug auf die Verbesserung spezifischer sportlicher Ausdauerleistungen hat sich gezeigt, dass dieser Ausdauerbegriff zu unspezifisch ist. Die Anforderungen an den Energiestoffwechsel unterscheiden sich in diesem Belastungsbereich je nach Belastungszeit deutlich. Aus diesem Grund hat es sich bewährt, die Ausdauer in Abhängigkeit von der Belastungszeit zu strukturieren. Da bei allen dynamischen Bewegungsabläufen, die länger als 25 sec dauern, die Eigenschaften der Energiebereitstellung eine dominierende Rolle spielen, umfassen diese **spezifischen Ausdauerfähigkeiten** alle Belastungssituationen über 25 sec Dauer.

Spezifische Ausdauerfähigkeit	Belastungsdauer	Energiebereitstellung
Kurzzeitausdauer	25 sec – 2 min	hpts. anaerob-laktazid
Mittelzeitausdauer	2 – 10 min	anaerob-laktazid und aerob
Langzeitausdauer	über 10 min	hpts. aerob

Tab. 8: Strukturierung der Ausdauer im Sport.

Die Langzeitausdauer wird im Leistungssport zeitlich noch weiter differenziert als in der Tabelle angegeben. Beim 10 000-m-Lauf (30 min) werden z.B. bis zu 10 mmol Laktat pro Liter Blut gemessen, d.h. die anaerobe Energiegewinnung spielt hier noch eine wichtige Rolle. Bei längeren Belastungszeiten (über 40 min) überlappen sich Langzeitausdauer und allgemeine aerobe Ausdauer. Für nähere Informationen muss auf die weiterführende Literatur verwiesen werden.

## 4. Ausdauertraining

Für ein wirksames Training müssen die Belastungskomponenten Intensität, Dauer, Dichte und Umfang sowie die Häufigkeit der Trainingseinheiten aufeinander abgestimmt sein. Es gibt grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten der Trainingsgestaltung: - Dauermethoden  
- Intervallmethoden

### Dauermethoden:

#### 1. Kontinuierliche Methoden:

Wesentliches Ziel der extensiven Methode ist die Gesundheit und die Fitness für die intensive Methode.

#### 2. Fahrtspiel

### Intervallmethoden:

Wesentlich für die Intervallmethode ist, dass man keine vollständige Pausen macht, sondern bei einem Puls von ca. 130 der nächste Belastungsreiz gesetzt wird.

kontinuierliche DAUERMETHODEN	extensiv	intensiv
<b>Intensität</b>	aerobe Schwelle (ca. 60 - 80 % der Bestzeit)	aerob - anaerober Übergangsbereich (ca. 80 - 90 % der Bestzeit)
<b>Dauer</b>	ca. 80 min - 2 Stunden (Laufstrecken: ca. 15 - 30 km)	ca. 30 min - 60 min (Laufstrecken: ca. 6 - 15 km)
<b>Wirkung (wesentl.)</b>	<p>- Verbesserung der Herz-Kreislauf-Funktion</p> <p>- Verbesserung der aeroben Energiegewinnung</p> <p>aus Fetten ←   → aus Kohlenhydraten durch:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verb. d. O<sub>2</sub>-Ausnutzung im Muskel</li> <li>- Vergrößerung der Glykogenspeicher</li> </ul>	

### Möglichkeiten zur Steuerung der Belastungsintensität

○ Am gebräuchlichsten ist die Intensitätssteuerung über die **Herzfrequenz**..

○ Eine weitere Möglichkeit, die Belastungsintensität im aeroben Bereich zu steuern, bietet die **Atmung**. Nur wenn Atemfrequenz und Atemtiefe über längere Zeit konstant gehalten werden können, ist der Sauerstoffbedarf gedeckt (ruhige, tiefe Atmung = „Sauerstoffatmung“). Eine hechelnde und flache Atmung deutet auf ein Sauerstoffdefizit und damit auf eine zu hohe Intensität (anaerober Bereich) hin.

INTERVALLMETHODE	extensiv	intensiv
<b>Intensität</b> (% der Bestzeit)	60 - 80 %	80 - 90 %
<b>Dauer</b> (Einzelreiz, Streckenlänge)	ca. 1 - 8 min (ca. 300 - 2 000 m)	ca. 14 sec - 4 min (ca. 100 - 1 200 m)
<b>Umfang</b> (Wiederholungen)	4 - 20	3 - 12 (3 - 4 Wiederh. in 3 - 4 Serien)
<b>Pause</b>	1/3 Erholung (1,5 - 4 min)	2/3 Erholung (2 - 6 min, Serienpause ca. 10 min)
<b>Wirkung</b>	<p>- Verbesserung der Herz-Kreislauf-Funktion (max. O<sub>2</sub>-Aufnahme)</p> <p>- Verbesserung der Energiegewinnung aus Kohlenhydraten</p> <p>aerob ←   → anaerob-laktazid</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergröß. der Glykogenspeicher</li> <li>- Verbess. d. O<sub>2</sub> Ausnutzung</li> <li>- Verbess. der Säuretoleranz</li> <li>- Erhöht. der Pufferkapazität</li> </ul>	

### Als Merkgeln können gelten:

- 4 Schritt-Atemrhythmus (auf 4 Schritte einatmen, auf 4 Schritte ausatmen)  
⇒ Belastung an der aeroben Schwelle
- 3 Schritt-Atemrhythmus ⇒ Belastung im aeroben Bereich
- 2 Schritt Atemrhythmus ⇒ Belastung an der anaeroben Schwelle

○ Aussagekräftig bezüglich der richtigen (optimalen) Trainingsbelastung ist auch das Vermögen „während der Belastung zu sprechen“. Der Slogan **Laufen ohne zu schnaufen** garantiert automatisch eine Belastung im aeroben Bereich!

○ Das **subjektive Belastungsgefühl** während und nach dem Training gibt zusätzlich Auskunft über eine richtige (oder falsche) Trainingsbelastung. Man sollte seine „innere Stimme“, also ein gut geschultes und damit sensibel ausgeprägtes Körpergefühl nicht unterschätzen!

Beim Ausdauertraining muss berücksichtigt werden, dass die Herzfrequenz auch von der „Tagesform“ (Infekte, Stress) und von zahlreichen äußeren Faktoren (Hitze, Luftfeuchtigkeit, Höhe, Ernährung, Medikamente usw.) beeinflusst wird. Wenn die Belastung als zu anstrengend empfunden wird, sollte man die Intensität reduzieren.

Als Faustregel gilt **beim Laufen**:

$$\text{Maximale Herzfrequenz (Schläge/min)} = 220 - \frac{3}{4} \text{ Lebensalter}$$

Auf dieser Faustregel basierend lassen sich die Trainings-Herzfrequenzen für ein extensives Ausdauertraining abschätzen. Hollmann stellte für Belastungen im aeroben Bereich eine einfache Faustformel auf:

$$\text{Trainingspuls (Schläge/min)} = 180 - \text{Lebensalter}$$

Neuere Untersuchungen, die auch die Ruhe-Herzfrequenz berücksichtigen, führen zu folgender Formel für relativ untrainierte Personen (zu diesem Personenkreis dürften 90% unserer Schülerinnen und Schüler gehören):

$$\text{Trainings-HF (S/min)} = \text{Ruhe-HF} + (\text{Max. HF} - \text{Ruhe-HF}) * \frac{2}{3}$$

(LAGERSTRÖM 1994)

Für diejenigen, die auf die Mathematik verzichten wollen, noch eine weitere Grenzziehung:

**Ausdauertraining mit 65 – 85 % der maximalen Herzfrequenz**  
(NEUMANN et al. 1993)

**Trainingsprogramme:**

TRAININGS-PROGRAMM	Intensität (Herzfrequenz, S/min)	Häufigkeit/Dauer
<b>Minimalprogramm</b> (Anfänger)	<b>130</b> über 50 Jahre: 180 minus Lebensalter	<b>optim.: 3 x 20 min /Woche</b>  altern. - täglich 10 min - 4 x 15 min /Woche - 2 x 30 min /Woche
<b>Optimalprogramm</b> (Fortgeschrittene)	<b>(170 - 1/2 Lebensalter) ± 10 *</b> über 60 Jahre: 180 minus Lebensalter	<b>alternativ</b> - täglich 30-35 min - 5 x 40 min /Woche - 4 x 50 min /Woche - 3 x 70 min /Woche

**Trainingsmittel:**

\* Der Spielraum ergibt sich aus der Sportart, der Belastungsdauer und dem Trainingszustand.

**Tipps zum Ausdauertraining:**

- **Gesundheitsbewusstes Verhalten beginnt im Kopf.** Beschäftigen Sie sich mit dem Thema Gesundheit und Fitness, stellen Sie Fragen und sammeln Sie Informationen. Beobachten Sie sich selbst und Ihre Umgebung. Gewinnen Sie eine positive Einstellung zu Gesundheit und Fitness. Haben Sie das Handbuch bis hierher gelesen, dann war das der erste Schritt zu einer erfolgreichen Änderung ihrer bisherigen Verhaltensweisen.
- Eine dauerhafte Veränderung erreichen Sie nur, wenn Sie bereit sind, über längere Zeit, **eigene praktische Erfahrungen zu sammeln**. Tun Sie das nicht, dann bleibt alles Theorie und Vorurteil.
- **Heute ist besser als morgen.** Fangen Sie noch heute mit dem Training an, suchen Sie keine Ausreden und verschieben Sie es nicht.
- Setzen Sie sich **konkrete und erreichbare Ziele**, freuen Sie sich über jeden auch noch so kleinen Erfolg.
- Es muss nicht unbedingt ein Lauftraining sein, obwohl dies am effektivsten ist. Wählen Sie die Sportart, die Ihnen Spaß macht und die Sie mit anderen betreiben möchten. Achten Sie darauf, dass Sie sich **wohl fühlen**.
- **Trainieren Sie regelmäßig.** Größere Trainingspausen führen rasch zu einer Verringerung der Leistungsfähigkeit und oft auch zu einem Verlust der Motivation.
- **Trainieren Sie als Anfänger zunächst „unterdosiert“**, damit sich ihr Körper in den ersten Wochen an die Belastung gewöhnen kann.
- **Achten Sie auf einen moderaten Beginn** ("Aufwärmen") und auf ein Ausklingen des Trainings ("cool down").
- Wenn Sie ihr **Training steigern** wollen, dann erhöhen Sie erst die Belastungsdauer, dann die Häufigkeit und erst später die Belastungsintensität.
- **Kontrollieren Sie regelmäßig ihren Ruhepuls.** Eine Erhöhung kann auf einen fieberhaften Infekt hinweisen. In diesem Fall sollten Sie nicht trainieren.
- Achten Sie auf die **verschiedenen Rahmenbedingungen**, welche die Belastbarkeit herabsetzen können: Nahrungsaufnahme, Alkohol, wenig Schlaf, Smog, Ozon, hohe Luftfeuchtigkeit, hohe Temperatur, Stress und Erkrankungen.
- **Nutzen Sie im Alltag möglichst viele Möglichkeiten zur Bewegung:** Fahren Sie Rad, gehen Sie zu Fuß, benutzen Sie Treppen und unterbrechen Sie längeres Sitzen durch Bewegungspausen. Werden Sie ein aktiver Mensch, bewegen Sie sich, wo Sie können.

Sportart Trainingsmittel	Belastungs- intensität (S/min)	Belastungs- dauer (min)	Charakteristische Merkmale
<b>Laufen</b>	Laufpuls = <b>170 - 1/2 LA</b>	20 - 60	Voraussetzung: Belastungsfähiger Bewegungsapparat
<b>Radfahren</b> Fahrrad-Ergometer Skilanglauf (freie Techn.) Rollski	Laufpuls - <b>10</b>	40 - 90	gelenkschonend gute Fettverbrennung  Ganzkörperbewegung
<b>Schwimmen</b> Inline-Skating	Laufpuls - <b>20</b>	20 - 45 40 - 90	gelenkschonend gute Fettverbrennung
<b>Schnelles Gehen</b> (Power-walking)	Laufpuls - <b>30</b>	60 - 75	
<b>Zügiges Gehen</b> (Walking)	Laufpuls - <b>40</b>	90 - 120	