

# Ausdauertraining (Kurztheorie)

Ausdauer, wie sie für Sportarten wie Laufen, Velofahren, Langlaufen etc. nötig ist, wird nur bei "richtigem" Training optimal gefördert. Es ist nicht zwangsläufig so, dass die Leistungsfähigkeit umso mehr zunimmt, je mehr und je härter trainiert wird. Diese Kurzdarstellung soll helfen, einen Einblick in die Grundlagen des Ausdauertrainings zu gewinnen. Darauf aufbauend werden einige Folgerungen für ein möglichst optimales Training abgeleitet.

## 1. Grundsätzliches

Während Ausdauerleistungen verbraucht unser Körper beträchtliche Energiemengen. Die Energie wird grundsätzlich aus der Nahrung gewonnen, zwischengespeichert und dann über verschiedene Mechanismen verfügbar gemacht. Die dazu notwendigen "Verbrennungsvorgänge" sind grösstenteils auf Sauerstoff angewiesen (= **aerob**) und können lange aufrechterhalten werden. Ausnahmen bilden kurzfristige Belastungsspitzen von einigen Sekunden Dauer. Die Energie wird dann **anaerob**, d.h. ohne Sauerstoff verfügbar gemacht.

Soll die Leistungsfähigkeit im Bereich Ausdauer erhöht werden, muss das ganze Energieliefersystem trainiert werden. Entscheidend ist die Verbesserung der **Sauerstoffaufnahme und -verarbeitung (= aerobe Leistungsfähigkeit)**, ferner die Fähigkeit eine hohe **Leistung lange durchzuhalten (= aerobe Kapazität)**. Durch Training soll die Funktion der Lungen, das Herz-/Kreislaufsystems, aber auch die Sauerstoff-Verwertungsfähigkeit der Muskelzellen verbessert werden.

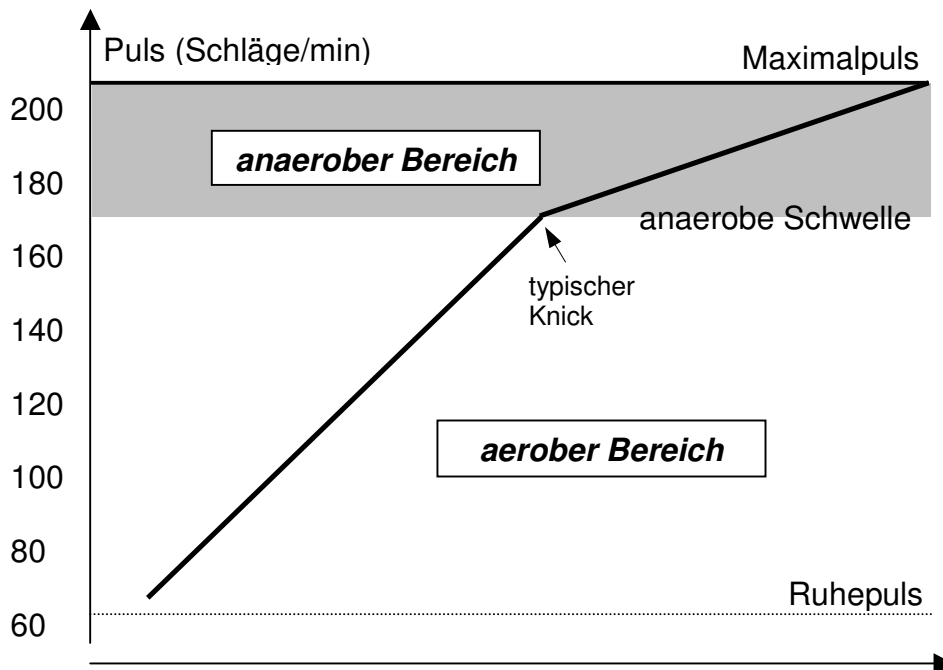
## 2. Zusammenhang Leistung/Puls und Milchsäuregehalt

Je höher die geforderte Leistung ist, desto mehr Energie wird verbraucht. Damit steigt der Sauerstoffbedarf entsprechend an, und das Herz/Kreislaufsystem muss härter arbeiten. Bei "normalen" Belastungen kann genügend Sauerstoff bereitgestellt werden um den Sauerstoffbedarf der Muskeln zu decken. Der Sportler befindet sich im **Sauerstoffgleichgewicht**, im **aeroben Bereich**. Jetzt steigt der Puls im gleichen Mass wie die Belastung an (geradlinig).

Bei ganz intensiven Belastungen der Muskulatur (z.B. Hügel, Endspurts) wird so viel Energie benötigt, dass diese nicht mehr durch normale "Verbrennung", d.h. aerob gewonnen werden kann. Der Kreislauf arbeitet zwar nahe an der Belastungsgrenze (Maximalpuls), aber trotzdem "kommt er nicht mit", es ist ein Sauerstoffdefizit vorhanden. Die Muskeln arbeiten nun im **anaeroben Bereich (Sauerstoffmangel)**. Sie gewinnen Energie nach einem anderen chemischen Verfahren und produzieren dabei **Milchsäure (Laktat)**. Diese beeinträchtigt die Muskeltätigkeit schon nach wenigen Sekunden, die Leistung sinkt automatisch ab ("schwere Beine") und die vorher erreichte Geschwindigkeit kann nicht mehr eingehalten werden. Anhand der **Puls/Belastungskurve** ist der Übergang in den anaeroben Bereich, die **anaerobe Schwelle**, an einem Knick in der Kurve festzustellen. Das heisst der Puls kann nicht mehr im gleichen Mass wie die Leistung steigen (Abflachung).

**Abbildung 1:**

Puls-/Belastungskurve mit zeichnerischer Darstellung der Leistungsbereiche:

**Genauere Beschreibungen der verwendeten Begriffe:****aerober Bereich:**

Bereich der Ausdauerfähigkeit, in dem die Energiebereitstellung durch Fett- und Kohlenhydratverbrennung *ohne Sauerstoffschuld* erfolgt (= Ausdauerbereich). Die Leistung in diesem Bereich kann lange einigermassen aufrecht erhalten werden (>>30 min). Der Puls (Herzfrequenz) hat den Knickpunkt in der Belastungskurve nicht erreicht, die Milchsäurewerte (Laktat) liegen unter 4 mmol/l.

**aerobe Schwelle:**

Grenze bei der der Körper von hauptsächlich Fett- auf Kohlenhydratverwertung umstellt (ca. in der Mitte des aeroben Bereichs zunehmend mehr Kohlenhydrate). Für unsere Betrachtung ist die aerobe Schwelle nicht wichtig.

**anaerobe Schwelle:**

Belastungsgrenze, bei der der Übergang in den anaeroben Bereich erfolgt. Die Herzfrequenz erreicht den "Knickpunkt"; die Milchsäurewerte erreichen ca. 4 mmol/l.

**anaerober Bereich:**

Leistungsbereich mit Sauerstoffschuld. Die aerobe Leistungsfähigkeit (maximale Ausdauerfähigkeit, siehe unten) ist überschritten. Dieser Leistungsbereich wird auch Stehvermögen genannt. Die Energiebereitstellung geschieht durch Kohlenhydratabbau ohne Sauerstoffzufuhr. Als Folge davon entsteht Milchsäure (Lak-

tat). Die gleiche Leistung in diesem bereits nahe an der absoluten Maximalleistungsfähigkeit liegenden Bereich kann höchstens 2-3 min aufrechterhalten werden. Die Herzfrequenz hat den "Knickpunkt" überschritten und die Milchsäurewerte liegen über 4 mmol/l.

**aerobe Leistungsfähigkeit:** Maximale Leistung die aerob (= ohne Sauerstoffschuld) erbracht werden kann. Die aerobe Leistungsfähigkeit ist abhängig von vielen Faktoren (vgl. 3.) und kann anhand des Pulses oder der Geschwindigkeit beim "Knickpunkt" ausgedrückt werden (100% Belastung).

**aerobe Kapazität:** Fähigkeit die maximale aerobe Leistung lange aufrecht zu erhalten. Ausdauer im herkömmlichen Sinn, Langzeitausdauer.

### Bestimmung der anaeroben Schwelle:

Das Wissen um die Höhe der anaeroben Schwelle und damit um die aerobe Leistungsfähigkeit ist für eine gezielte Trainingsplanung wichtig (vgl. 4.). Sie kann grundsätzlich auf zwei Arten ermittelt werden:

1. **Laktatetest:** Bestimmung des Milchsäuregehalts (Laktat) des Blutes. Die Schwelle liegt bei ca. 4 mmol/l Laktat. Die entsprechende Geschwindigkeit wird in einer Folge von Messungen mit steigender Belastung ermittelt.
2. **Conconi-Test:** Hier wird der "Knickpunkt" in der Puls/Belastungskurve ermittelt. Der entsprechende Pulswert oder die Geschwindigkeit wird als 100% aerobe Belastung oder „Schwelle“ bezeichnet. Andere Puls- oder Geschwindigkeitswerte können dann entsprechend als %-Werte des Pulses oder der Geschwindigkeit an der Schwelle angegeben werden.

### 3. Einflüsse auf die aerobe Leistungsfähigkeit

Die aerobe Leistungsfähigkeit ist von vielen Faktoren abhängig. Nimmt man als Maß dafür den Pulswert, der bei einer bestimmten Geschwindigkeit erreicht wird, ergeben sich folgende Abhängigkeiten (in Klammer die Art der Auswirkung auf den Puls).  
Anmerkung: Eine Erhöhung des Pulses bei gleicher Belastung führt zu einer Verschlechterung der Leistungsfähigkeit.

- Vererbung, "Talent"
- Geschlecht (bei Frauen generell ca. 10 höher)
- Alter (sinkend mit Alter)
- Gesundheitszustand, auch psychisch (schlecht ⇒ höher)
- Medikamente (meist erhöhend)
- Ernährungsart (schlecht, d.h. Kohlenhydratarm ⇒ höher)
- Flüssigkeit (Flüssigkeitsmangel ⇒ höher)
- Tageszeit (am Morgen tiefer)

- Temperatur (warm  $\Rightarrow$  höher)
- Höhe über Meer (Höhenlage  $\Rightarrow$  höher)
- Erholung (ungenügend  $\Rightarrow$  höher)
- Tagesform (Zusammenfassung verschiedener Faktoren)
- Sportart (Velo ca. 6-10 tiefer als Laufen)
- Training

#### 4. Ausdauertraining mit Berücksichtigung der sportmedizinischen Erkenntnisse

##### a Angestrebter Zustand

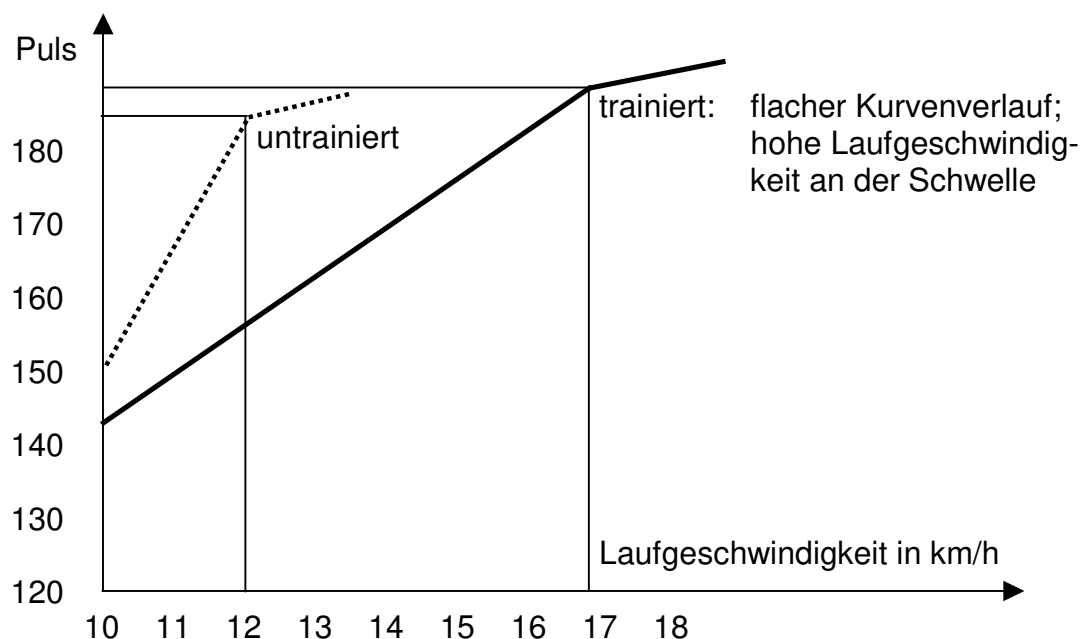
Das Ausdauertraining soll so gestaltet werden, dass zuerst die aerobe Leistungsfähigkeit, anschliessend auch die aerobe Kapazität gefördert wird.

Die Erhöhung der **aeroben Leistungsfähigkeit** soll zu einer Anhebung der Schwelle und einer Anhebung der Geschwindigkeit bei gleichen Pulswerten führen. An der Puls/Belastungskurve lässt sich das an einer Rechtsverschiebung der Kurve, sowie an einem flacheren Verlauf ablesen. Das heisst, der/die Sportler(in) mit einer hohen aeroben Leistungsfähigkeit ist im Stande, eine höhere Geschwindigkeit ohne Sauerstoffschuld zu laufen als ein(e) Anfänger(in), respektive ist bei der gleichen Geschwindigkeit weniger belastet. Ein Nebeneffekt ist die Absenkung des Ruhepulses.

Die **aerobe Kapazität** kann aus einer einzigen Puls/Belastungskurve nicht abgelesen werden. Sie würde sich aber in einer zunehmenden Linksverschiebung der Kurve äussern, wenn der Test nacheinander mehrfach wiederholt wird (Super-Conconi-Test).

##### Abbildung 2:

Vergleich zweier Puls/Belastungskurven von untrainierten und trainierten Ausdauer-sportler(innen).



## b Wie Trainieren?

Wichtigste Grundsätze:

- Fortgeschrittene sollten zuerst die aerobe Leistungsfähigkeit, dann erst die aerobe Kapazität verbessern. (Anfänger müssen vorgängig eine gewisse Zeit laufen können).
- Die **aerobe Leistungsfähigkeit** wird mit mittleren und intensiven Belastungen **über 85%** (im Vergleich zur anaeroben Schwelle) gefördert.
- Die **aerobe Kapazität** (Langzeitausdauer) wird mit geringeren, lang anhaltenden Belastungen **unter 85%** gefördert.
- Achtung!: Anaerobe Belastungen über 100% **verschlechtern** die aerobe Kapazität. Der Effekt wird "Übertraining" genannt.

Trainingsformen:

Nach diesen Grundsätzen unterscheiden wir 4 Varianten von aerobem Ausdauertraining, sowie das anaerobe Stehvermögen-Training:

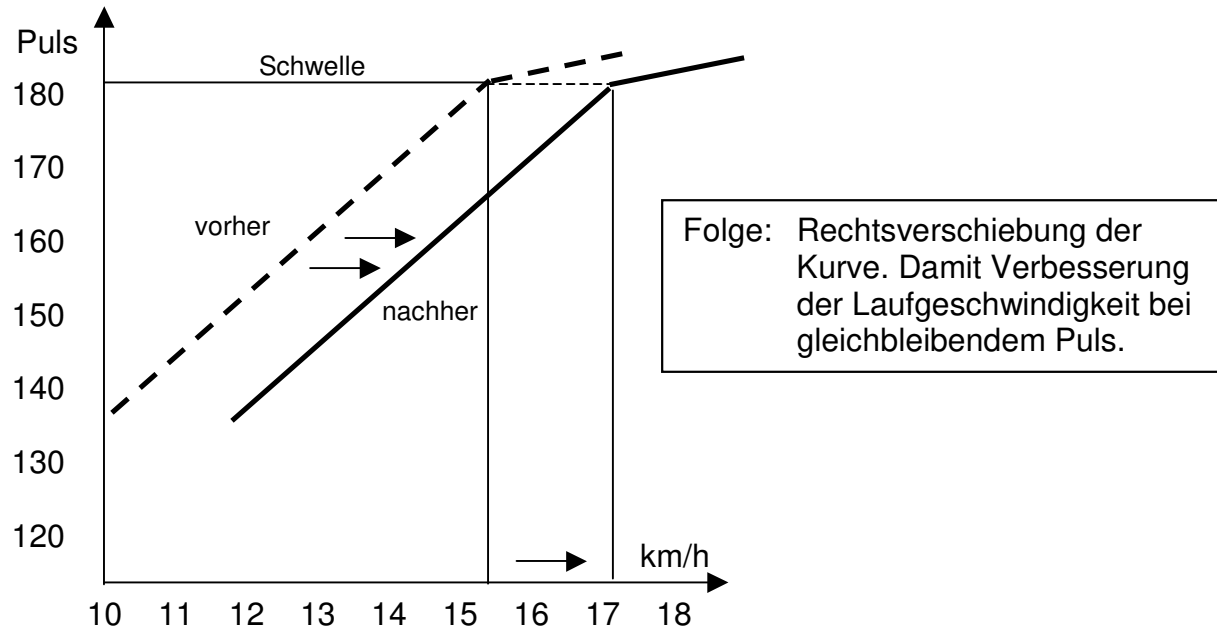
- 1) Zur Gewichtsreduktion durch erhöhte **Fettverbrennung** angestrebt sollte die Belastung **65%** oder weniger betragen! Gefühl: Sehr lockerer aber möglichst langer Dauerlauf (möglichst 120 min).
- 2) **75%** Belastung = **langsame Ausdauer**. Eine Trainingseinheit sollte 90-120 Minuten dauern, um den gewünschten Effekt einer Steigerung der aeroben Kapazität (Langzeitausdauer) zu haben. Wenig Einfluss auf die aerobe Leistungsfähigkeit! Gefühl: lockerer Dauerlauf.
- 3) **90%** Belastung = **mittlere Ausdauer**. Eine Trainingseinheit sollte 30-50 Minuten dauern (eventuell in Blöcken mit Belastungspausen). Effekt: Steigerung der aeroben Leistungsfähigkeit, vor allem durch eine Rechtsverschiebung der Puls/Belastungskurve. Gefühl: angestrenzter Dauerlauf. Vgl. Abbildung 3.
- 4) **95-97%** = **schnelle Ausdauer**: Effekt: Steigerung der aeroben Leistungsfähigkeit durch ein Abflachen der Puls/Belastungskurve bei gleichem Basiswert. Gefühl: hart, Wettkampftempo. Dauer ca. 20-30 Minuten. Vgl. Abbildung 4.
- 5) **103%** = **Stehvermögen**: Anaerob! kann nur wenige Minuten durchgehalten werden. Effekt: Wettkampf-Härte aufbauen (Steigungen, Endspurts). Vgl. Abbildung 5.

Abbildungen, vgl. folgende Seiten!

Lang andauernde Trainings im Bereich der langsamen Ausdauer (75%) verbessern die aerobe Kapazität (Langzeit-Ausdauer).

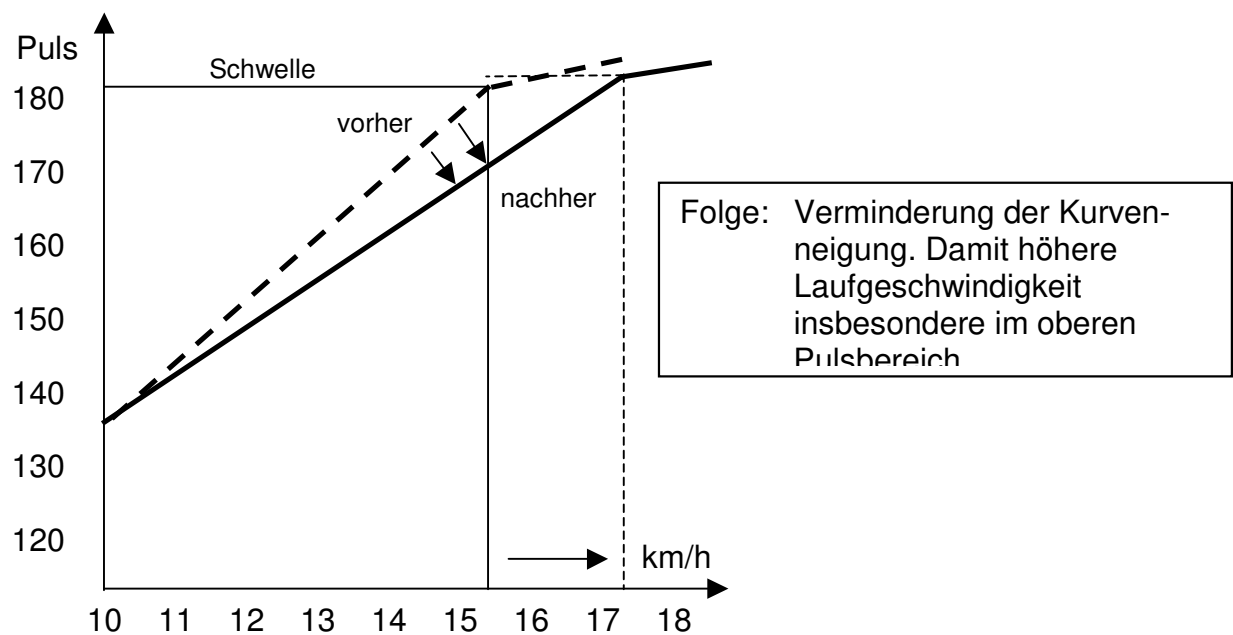
### Abbildung 3:

Einfluss von Training im Bereich der mittleren Ausdauer (85-90%)

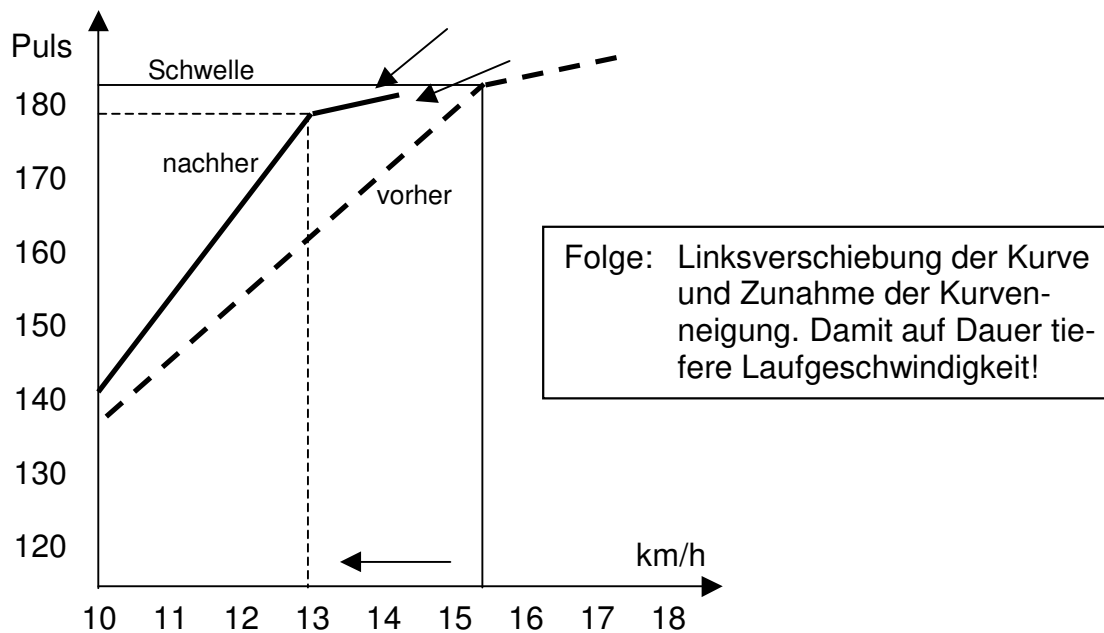


### Abbildung 4:

Einfluss von Training im Bereich der schnellen Ausdauer (95-97%, „Schwellentraining“)



**Abbildung 5:**  
Einfluss von Training im Bereich des Stehvermögens (>100%)



Wird mehrmals pro Woche trainiert, sollten alle Formen der Ausdauer einbezogen werden, Stehvermögen jedoch nur sehr wenig und unmittelbar vor oder in Wettkampf-Phasen. Sonst besteht die Gefahr einer Verschlechterung der Leistung (Übertraining)! Langsame Ausdauer bildet die Basis im Wintertraining und beansprucht immer mehr als 50% der Trainingszeit. Sie wird am besten in Form des unerlässlichen **langen Dauerlaufs** trainiert. Die mittlere und schnelle Ausdauer dient dem Formaufbau mit einem Anteil von deutlich unter 50%. Sie wird in Form von **Fahrtenspielen, Intervall-Formen** oder **Zeitläufen** trainiert. Stehvermögen wird nur in einem sehr kleinen Anteil während der Wettkampfphase trainiert und dient der Verbesserung der Übersäuerungsfähigkeit sowie des Spurtvermögens während dem Wettkampf. Diese Trainingsart ist nur für Mittelstreckenläufer sehr wichtig.

Untersuchungen zeigen, dass gerade unerfahrene Läufer dazu neigen, allzu intensiv zu trainieren!

Zur Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit sind im allgemeinen mindestens 3 Trainingseinheiten pro Woche nötig. Weniger Training kann den körperlichen Zustand höchstens aufrechterhalten, nicht verbessern. Mehr aber kürzere Trainingseinheiten wirken besser als wenige lange! Aber Achtung: Der Erholung muss ebenfalls genügend Zeit eingeräumt werden. 24-48 Stunden Pause zwischen zwei Trainings sind die Norm. Allzu häufiges Training führt zu einem Formeinbruch!

Vor jedem Training muss genügend eingelaufen werden, danach Stretching. Nach dem Training immer auslaufen und wieder Stretching!

Der **Pulsmesser** ist ein ideales Hilfsmittel das Training auf die gewünschte Trainingsbelastung auszurichten. Damit kann auch das **Gefühl** für die Belastung gefördert werden, ein "Einteilen" des Pensums wird erleichtert.

Die Führung eines Trainingstagebuches ermöglicht die Ursachenfindung für einen bestimmten Formstand. Auch regelmässige **Conconi-Tests** können der Überprüfung der Fortschritte und einer gezielten Trainingsplanung dienen!