

3

*Grundlagen
der Sportwissenschaft*

**Grundlagen der
Trainingswissenschaft
und -lehre**

Norbert Olivier
Franz Marschall
Dirk Büsch

2., überarbeitete Auflage

hofmann.



Inhalt

Vorwort zu den „Grundlagen der Sportwissenschaft“	9
Vorwort zur 1. Auflage	11
Vorwort zur 2. Auflage	12
Hinweise zur Nutzung des Buches und des Online-Kurses	13
1 Begriffsbestimmungen	17
1.1 Training	17
1.2 Trainingswissenschaft und -lehre	20
2 Theoretische Basis sportlichen Trainings	23
2.1 Belastungs-Beanspruchungs-Konzept	23
2.2 Eine Beanspruchungstheorie sportlichen Trainings	27
2.3 Trainingsfelder und -ziele	36
3 Allgemeine Grundlagen sportlichen Trainings	39
3.1 Physiologische Grundlagen	39
3.1.1 Muskelkontraktion	39
3.1.2 Energiebereitstellung	46
3.2 Leistungssteuerung	55
3.2.1 Begriffe	55
3.2.2 Schritte der Leistungssteuerung	56
3.3 Periodisierung	65
3.3.1 Überblick	65
3.3.2 Zyklen der Periodisierung	65
3.3.3 Periodisierung aus neuerer Sicht	76
3.3.4 Periodisierung in verschiedenen Praxisfeldern	77

3.4	Exkurs: Trainingsprinzipien	77
3.4.1	Überblick	77
3.4.2	Beispiele vorliegender Trainingsprinzipien	79
3.4.3	Allgemeine praktische Trainings- empfehlungen	84
4	Spezielle Grundlagen sportlichen Trainings	89
4.1	Trainierbare Einflussgrößen sportlicher Leistungen	89
4.2	Krafttraining	93
4.2.1	Begriffsbestimmung der Kraft	93
4.2.2	Arbeitsweisen der Muskulatur	94
4.2.3	Dimensionen der Muskelkraft	99
4.2.4	Diagnose der Muskelkraft	106
4.2.5	Adaptationen durch Krafttraining	115
4.2.6	Methoden des Krafttrainings	120
4.2.7	Periodisierung des Krafttrainings	131
4.2.8	Alters- und geschlechtsspezifische Aspekte des Krafttrainings	134
4.3	Ausdauertraining	141
4.3.1	Ausdauer und Ausdauerarten	141
4.3.2	Adaptationen durch Ausdauertraining	145
4.3.3	Ausdauer-Diagnostik	148
4.3.4	Methoden des Ausdauertrainings	153
4.3.5	Alters- und Geschlechtsspezifik	163
4.4	Koordinationstraining	168
4.4.1	Begriffsbestimmungen	168
4.4.2	Adaptationen (Lernen) durch Koordinationstraining	170
4.4.3	Ziele von Koordinationstraining	171
4.4.4	Methoden des Koordinationstrainings	176
4.4.5	Alters- und Geschlechtsspezifik	201

McArdle, Katch & Katch (2001, 226), Bar-Or (1978) und Hollmann & Hettinger (2000) beschriebene Test erfolgt über einen Zeitraum von 30 s bei drehzahlabhängiger Erfassung der mittleren Leistung. In der Folge wurden zahlreiche Varianten dieses Belastungsprotokolls entwickelt, um möglichst sportartspezifisch die anaerobe Ausdauer-Leistungsfähigkeit feststellen zu können (Hollmann & Hettinger, 2000).

4.3.4 Methoden des Ausdauertrainings

Anders als im [Krafttraining](#) werden die unterschiedlichen begrifflichen Bezeichnungen der Trainingsmethoden nicht am Trainingsziel, sondern an der Trainingsgestaltung festgemacht. 4.2

4.3.4.1 Grundmethoden des Ausdauertrainings

Als Grundmethoden des Ausdauertrainings werden Dauermethoden und Intervallmethoden unterschieden.

Die Grundmethoden des Ausdauertrainings, Dauer- und Intervallmethoden, unterscheiden sich im Wesentlichen durch die Pausengestaltung. Dauermethoden sind durch eine kontinuierliche Belastung und das Fehlen einer Pause gekennzeichnet. Das Training mit Intervallmethoden beinhaltet Pausen zur teilweisen Erholung zwischen aufeinanderfolgenden Belastungsphasen.

Dauermethoden sind durch eine kontinuierliche Belastung ohne Pausen bei konstanter oder variabler Beanspruchungsintensität gekennzeichnet.

Dauermethoden werden sowohl im Leistungssport als auch im Fitness- und Gesundheitssport angewendet.

Nach den Dauermethoden wird in einem Zeitraum von ca. 20 Minuten bis zu mehreren Stunden mit kontinuierlicher Belastung und konstanter oder variabler Beanspruchung trainiert, was einer aeroben Energiestoffwechsellage bis zur anaeroben Schwelle entspricht.

4.3.3 Mit einer geeigneten **Ausdauer-Diagnostik** kann der entsprechende Bereich der Herzfrequenz ermittelt werden (s. Abb. 34). Vom trainierenden Sportler kann die aktuelle Herzfrequenz mit einer „Puls-Uhr“ kontrolliert werden. Die Belastungsintensität (z. B. Laufgeschwindigkeit) kann über die gegebene Dauer z. B. geländeabhängig variieren.

Intervallmethoden sind durch abwechselnde Belastungsphasen und Pausen gekennzeichnet. Belastungsphasen und Pausen führen zu kontinuierlichen, aber nicht konstanten anpassungsrelevanten Beanspruchungen.

Intervallmethoden werden vorrangig im Leistungssport angewendet. Im Fitness- und Gesundheitssport werden intermittierende Belastungen gewählt, falls aufgrund zu geringer Leistungsfähigkeit kontinuierliche Belastungen von ausreichender Dauer nicht bewältigt werden können (Zintl & Eisenhut, 2004, S. 137-138).

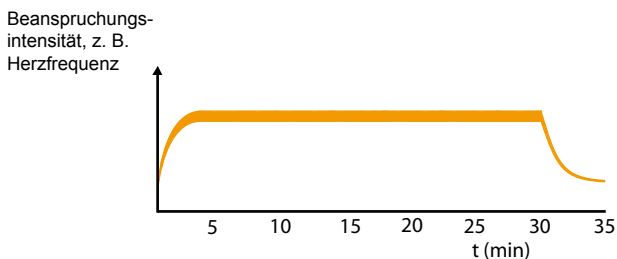


Abb. 34. Vereinfachte Darstellung der Dauermethoden

Bei den Intervallmethoden wechseln sich Belastungsintervalle von wenigen Sekunden bis zu mehreren Minuten mit Pausen von 2 bis 8 Minuten ab (s. Abb. 35).

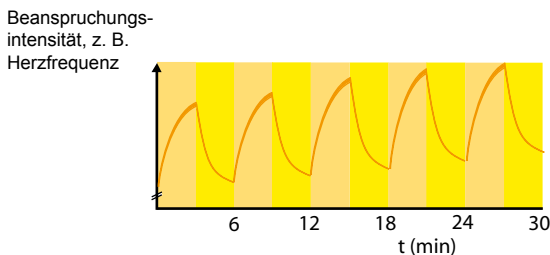


Abb. 35. Vereinfachte Darstellung der Intervallmethoden

Die Intensität während der Belastungsphasen wird meist als Belastungsintensität angegeben. Dies kann z. B. bei einem Lauftraining die Geschwindigkeit sein, die vom Trainierenden im Bereich der anaeroben Schwelle erreicht wird. Häufig wird die Belastungsintensität auch in Prozent der auf dieser Strecke möglichen Maximalgeschwindigkeit oder der entsprechenden Dauer für die gegebene Strecke angegeben.

Die Beanspruchungsintensität in den Belastungsphasen variiert stark. Der Energiestoffwechsel ist meist als gemischt aerob und anaerob zu beschreiben, hängt aber stark von der Belastungsdauer ab (s. Abb. 36). Die Sauerstoffaufnahme und die Herzfrequenz können schnell bis in den Maximalbereich ansteigen (s. Abb. 37).

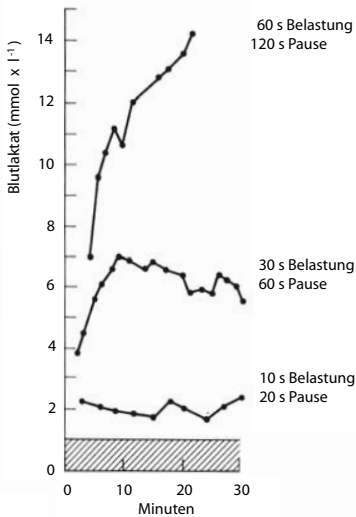


Abb. 36. Blutlaktatkonzentration bei einer Belastungsintensität von 412 W (Fahrradergometrie) und einer vorgegebenen Gesamtarbeit von 247 kJ in 30 Minuten, bei verschiedenen Belastungs- und Pausendauern. Schraffierter Bereich: Ruhelaktatkonzentration (modif. nach Åstrand, Åstrand, Christensen et al., 1960; aus Åstrand, 1993, S. 23)

Die Pausen dienen in Abhängigkeit von ihrer Dauer der unterschiedlich starken Erholung. In dieser Zeit findet durch die mit der Erholung einhergehenden ATP-Resyntheseprozesse eine aerobe Beanspruchung statt.

Kürzere Pausen (2-3 Minuten) werden auch als „lohnende Pausen“ beschrieben. Mit den „lohnenden Pausen“ soll eine teilweise Erholung ermöglicht werden. Die Dauer der Pause kann durch Messung der Herzfrequenz kontrolliert werden. Sie soll auf ca. 120-130 Schläge/min absinken, bevor die

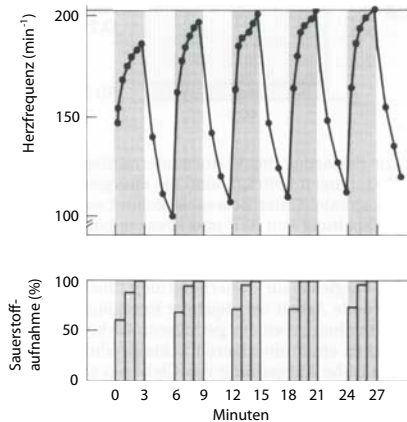


Abb. 37. Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme einer Versuchsperson bei einem Intervalltraining auf dem Laufband mit dreiminütigen Belastungsphasen und dreiminütigen Pausen (modif. nach Saltin, Blomquist, Mitchell et al., 1968; aus Åstrand, 1993, S. 24)

nächste Belastungsphase beginnt (Zintl & Eisenhut, 2004, S. 121).

Längere Pausen (5-8 Minuten) werden fälschlicherweise auch als „vollständige Pausen“ bezeichnet. Hier soll eine fast vollständige Erholung ermöglicht werden. Die Beanspruchung liegt ebenfalls im aeroben Bereich. Die Dauer der Pause kann auch hier durch Messung der Herzfrequenz kontrolliert werden. Sie soll auf ca. 100 Schläge/min absinken, bevor die nächste Belastungsphase beginnt. Diese Varianten der Intervallmethoden werden an anderer Stelle als „Wiederholungsmethoden“ bezeichnet (Zintl & Eisenhut, 2004, S. 124). Absolute Herzfrequenz-Angaben müssen jedoch mit großer Vorsicht betrachtet werden, da die maximale Herzfrequenz interindividuell variiert. Die angegebenen Absolutwerte sind zudem nicht alterskorrigiert. Sie gelten nur für 20- bis 30-Jährige.

4.3.4.2 Varianten der Grundmethoden des Ausdauertrainings

Varianten der Grundmethoden des Ausdauertrainings werden im Wesentlichen nach der Beanspruchungsintensität unterschieden. Bei den Intervallmethoden wird zusätzlich die Dauer der Belastungsphasen und Pausen unterschieden.

Varianten der Dauermethoden sind die extensive, die intensive und die variable Dauermethode sowie das Fahrtspiel.

Dauermethoden			
Konstante Beanspruchung		Variable Beanspruchung	
Extensive Dauermethoden	Intensive Dauermethoden	Variable Dauermethoden	Fahrtspiel

Abb. 38. Varianten der Dauermethode

Die extensive Dauermethode ist geeignet für ein gesundheitsorientiertes Ausdauertraining sowie für das Training der Grundlagen-Ausdauer im leistungsorientierten Sport.

[www4342a](#)

Die extensive Dauermethode ist durch Beanspruchungen im Bereich der **aeroben Schwelle** und des aerob-anaeroben Übergangs gekennzeichnet. Die Herzfrequenz kann in Abhängigkeit vom Trainingszustand und Alter des Sportlers ca. 110 bis 160 Schläge/min betragen, die Dauer von ca. 20 Minuten bis zu mehreren Stunden. Gesundheitsorientiertes Ausdauertraining und das Training der Grundlagen-Ausdauer

im leistungsorientierten Sport stellen die wichtigsten Anwendungsbereiche der extensiven Dauerethode dar.

Wenn man sie im leistungsorientierten Sport mit den Bewegungstechniken der Hauptsportart durchföhrt, wird mit der **Ökonomisierung** dieser Bewegungstechniken auch die spezielle Ausdauer beeinflusst. Bei sehr niedriger Beanspruchung wird die extensive Dauerethode im Leistungssport auch als Regenerationstraining durchgeföhrt.

4.3.2

Für einen 50-jährigen mäßig ausdauertrainierten Mann wird mit einem Laktat-Stufentest an der anaeroben Schwelle eine Herzfrequenz von 131 Schlägen/min ermittelt. Trainingsempfehlung für ein gesundheitsorientiertes Ausdauertraining könnte dann sein, dreimal in der Woche ein Lauftraining von ca. 30 Minuten bei einer Herzfrequenz von 110-125 Schlägen/min zu absolvieren.

Bei einer 25-jährigen Volleyballspielerin liegt die anaerobe Schwelle bei einer Herzfrequenz von 153 Schlägen/min. Für das Training ihrer Grundlagen-Ausdauer könnte eine Empfehlung lauten, dreimal wöchentlich für eine Stunde bei ca. 135-145 Schlägen/min zu laufen.

Ein 18-jähriger Nachwuchs-Radrennfahrer mit der anaeroben Schwelle bei einer Herzfrequenz von 170 Schlägen/min kann seine spezielle Ausdauer durch tägliche Trainingsfahrten von 2-6 Stunden bei einer Herzfrequenz von 145-155 Schlägen/min trainieren.

Die intensive Dauerethode ist für ein fitnessorientiertes Ausdauertraining Fortgeschrittener geeignet sowie für das Training der Grundlagen-Ausdauer im leistungsorientierten Sport.

Die intensive Dauerethode ist durch Beanspruchungen im Bereich der anaeroben Schwelle gekennzeichnet. Die Herz-

frequenz kann in Abhängigkeit vom Trainingszustand und Alter des Sportlers ca. 130-190 Schläge/min betragen, die Dauer von ca. 30-90 Minuten variieren.

Fitnessorientiertes Ausdauertraining Fortgeschrittener und das Training der Grundlagen-Ausdauer im leistungsorientierten Sport stellen die wichtigsten Anwendungsbereiche der intensiven Dauerethode dar.

Ein fitnessorientiertes Ausdauertraining nach der intensiven Dauerethode ist ab einem Ausgangszustand von ca. 45 ml/kg/min bzw. 38 ml/kg/min VO_2 max (relative maximale

4.3.5.1

Sauerstoffaufnahme, Männer bzw. Frauen) empfehlenswert (Zintl, 1990, S. 120). Es kann bei dieser Zielstellung immer mit der extensiven Dauerethode abgewechselt werden, um den Fettstoffwechsel stärker zu beanspruchen. Dies gilt auch dann, wenn leistungsorientiert ein Training der Grundlagen-Ausdauer durchgeführt werden soll. Im Zusammenhang mit sportspezifischer Bewegungstechnik wird die spezielle Ausdauer trainiert.

Unser 50-jähriger, inzwischen etwas besser ausdauertrainierter Mann, soll für ein fitnessorientiertes Ausdauertraining dreimal in der Woche ein Lauftraining von ca. 30 Minuten bei einer Herzfrequenz von 130-140 Schlägen/min absolvieren. Ergänzt wird dieses Training durch dreimal 30-minütiges Training nach der extensiven Dauerethode, so dass eine Gesamt-Trainingsdauer von 3 Stunden/Woche erreicht wird.

Unsere 25-jährige Volleyballspielerin könnte einen oder zwei ihrer drei wöchentlichen Läufe nach der intensiven Dauerethode für 45 Minuten bei einer Herzfrequenz von ca. 140-155 Schlägen/min durchführen.

Der 18-jährige Nachwuchs-Radrennfahrer kann sein spezielles Ausdauertraining dadurch ergänzen, dass er zweimal pro Woche für 60-90 Minuten bei einer Herzfrequenz von 170-185 Schlägen/min fährt.

Die variable Dauermethode und das Fahrtspiel sind geeignet für ein Training der Grundlagen-Ausdauer und der speziellen Ausdauer im leistungsorientierten Sport.

Die variable Dauermethode ist durch systematisch wechselnde Beanspruchung, das Fahrtspiel durch unsystematisch wechselnde Beanspruchung im Bereich der aeroben Schwelle bis zur anaeroben Schwelle gekennzeichnet. Die Herzfrequenz kann in Abhängigkeit von der aktuellen Beanspruchung stark variieren und je nach Trainingszustand und Alter des Sportlers ca. 110-170 Schläge/min betragen. Die Dauer hängt von der Relation der Intensitäten ab und kann von ca. 30 Minuten bis zu mehreren Stunden betragen.

Die Trainierenden kombinieren die extensive und intensive Dauermethode. Ein 30-minütiges Lauftraining wird z. B. in sechs 5-minütige Phasen mit unterschiedlicher Beanspruchung (extensiv bzw. intensiv) eingeteilt.

Varianten der Intervallmethode sind die extensive und die intensive Intervallmethode. Nach der Dauer der Belastungen und der Pausendauer werden die Intervallmethoden zusätzlich differenziert.

Belastungs- dauer	Intervallmethode			
	Extensive Intervallmethode		Intensive Intervallmethode	
	Lohnende Pause	Vollständige Pause	Lohnende Pause	Vollständige Pause
6 -9 s			x	
15-60 s			x	x
1-3 min	x		x	x
3-15 min	x			x

Abb. 39. Varianten der Intervallmethoden

Die extensiven und intensiven Intervallmethoden sind geeignet zur Verbesserung der Grundlagen-Ausdauer und der speziellen Ausdauer im leistungsorientierten Sport.

[www4342b](#) Die **extensiven Intervallmethoden** sind gekennzeichnet durch Beanspruchungen im Bereich der anaeroben Schwelle oder leicht darüber. Die Intensitätssteuerung wird bei den Intervallmethoden in der Trainingspraxis häufig über die Belastungsgröße „Geschwindigkeit“ realisiert. Die Trainingsgeschwindigkeit liegt in Abhängigkeit von der geplanten Dauer der Belastungsphasen (ca. 1-15 min) im Bereich der Geschwindigkeit an der anaeroben Schwelle oder leicht darüber. Die Anzahl der Belastungsphasen richtet sich ebenfalls nach der Dauer der Belastungsphasen und kann ca. 4-15 Wiederholungen betragen. Die Pausen betragen ca. 2-3 Minuten („lohnende Pausen“).

[www4342c](#) Die **intensiven Intervallmethoden** sind gekennzeichnet durch Trainingsgeschwindigkeiten von 90-100 % der Wettkampfgeschwindigkeit, bei sehr kurzen Belastungsintervallen auch darüber. Die Anzahl der Belastungsphasen richtet sich nach

der Dauer der Belastungsphasen und kann ca. 3-15 Wiederholungen betragen. Die Pausen dauern von ca. 2-3 Minuten („lohnende Pausen“) bis ca. 3-8 Minuten („vollständige Pausen“). Belastungsphasen und „lohnende Pausen“ können auch in Serien mit „vollständigen“ Pausen eingeordnet sein.

Die Volleyballspielerin könnte 50-m-Sprints (maximale Geschwindigkeit) mit dreiminütigen Pausen kombinieren. Nach einer Serie von drei Sprints wird eine Pause von 5 Minuten eingehalten. Es werden 5 Serien durchgeführt.

4.3.5 Alters- und Geschlechtsspezifik

Die Alters- und Geschlechtsspezifik des Ausdauertrainings wird zuerst für die aerobe Ausdauer, dann für die anaerobe Ausdauer behandelt. Es wird jeweils auf Unterschiede in der Leistungsfähigkeit und der Trainierbarkeit eingegangen.

4.3.5.1 Aerobe Ausdauer

Die absolute aerobe Ausdauer-Leistungsfähigkeit nimmt bei Untrainierten im Kindes- und Jugendalter rasch zu, bleibt im frühen Erwachsenenalter stabil und fällt im mittleren und späten Erwachsenenalter allmählich ab. Spätestens ab der Pubertät haben männliche Personen eine deutlich höhere aerobe Ausdauer-Leistungsfähigkeit als weibliche Personen.

Die absolute aerobe Ausdauer-Leistungsfähigkeit wird meist als maximale Sauerstoffaufnahme ($VO_2\max$) gemessen. Abb. 40 zeigt den Verlauf der $VO_2\max$ von untrainierten Personen über die Lebensspanne.