

Ausdauer, Ausdauertraining und Belastungssteuerung

Dr. Hans Hermann Müller

Mai 2025

1 Inhaltsverzeichnis

2	Grundbegriffe	3
2.1	Arten der Ausdauer	3
2.2	Grundlagenausdauer	5
2.2.1	Allgemeine Grundlagenausdauer	5
2.2.2	Spezifische Grundlagenausdauer	5
2.2.3	Azyklische Grundlagenausdauer	6
2.3	Spezielle Ausdauer	7
2.3.1	Kurzzeitausdauer (KZA, 35 s - 2 min)	8
2.3.2	Mittelzeitausdauer (MZA, 2-10 min)	9
2.3.3	Langzeitausdauer (LZA, über 10 min)	10
3	Anpassungen an Trainingsbelastungen	11
3.1	Ablauf der Anpassung	11
3.2	Trainingsadaptationen in Funktionssystemen	14
3.2.1	Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems	14
3.2.2	Anpassungen des Blutes	14
3.2.3	Anpassungen des Atmungssystems	15
3.2.4	Maximale Sauerstoffaufnahme	15
3.2.5	Anpassungen des Energiestoffwechsels	16
3.2.6	Anpassungen der Muskulatur	18
3.2.7	Anpassungen des neuromuskulären Systems	19

4	Grundlagen des Ausdauertrainings.....	20
4.1	Trainingsbereiche	20
4.1.1	Grundlagenausdauertraining	20
4.1.2	Wettkampfspezifisches Ausdauertraining	21
4.1.3	Training der allgemeinen Leistungsgrundlagen (Athletiktraining)	21
4.2	Methoden des Ausdauertrainings	23
4.2.1	Dauermethoden	24
4.2.2	Intervallmethoden	26
4.2.3	Wiederholungsmethode	27
4.2.4	Wettkampfmethode.....	28
4.3	Training der allgemeinen Grundlagenausdauer	28
4.3.1	Grundlagenausdauertraining im Gesundheitssport/Fitnesssport	28
4.3.2	Grundlagenausdauertraining im Leistungssport (Nichtausdauer-Disziplinen).....	30
4.4	Training der azyklischen Grundlagenausdauer.....	30
5	Trainingssteuerung	31
5.1	Aktuelle Belastungssteuerung.....	32
5.1.1	Herzfrequenzmessung.....	32
5.1.2	Laktatmessung	35
5.1.3	Geschwindigkeitsmessung	37
5.1.4	Messung der Herzfrequenzvariabilität.....	37
5.1.5	Training nach Gefühl.....	37
5.2	Tägliche Trainingssteuerung.....	39
5.3	Mittelfristige Trainingssteuerung	40
6	Trainingsplanung.....	42
6.1	Trainingsproportionen	42
6.2	Zyklisierung.....	44

2 Grundbegriffe

Im Sport versteht man unter **Ausdauer** die **physische** und **psychische Widerstandsfähigkeit gegen Ermüdung** bei relativ lang dauernden Belastungen und die **rasche Wiederherstellungsfähigkeit** nach der Belastung.

Ausdauer als **Ermüdungswiderstandsfähigkeit** ist notwendig für

- die **Beibehaltung** einer möglichst **hohen Belastungsintensität**,
- eine **schnelle Erholung** in kurzen Wettkampfpausen, in Phasen mit geringer Belastungsintensität und zwischen einzelnen Trainingseinheiten und Wettkämpfen.

Die Ermüdungsprozesse betreffen nicht nur die Muskelfunktion (physische Ermüdung), sondern auch Konzentration, Sinneswahrnehmung und Motivation (psychische / kognitive Ermüdung).

Im Folgenden beschäftigen wir uns mit der physischen Ausdauer und bezeichnen diese aus Gründen der Vereinfachung mit Ausdauer.

2.1 Arten der Ausdauer

Je nach Interessenlage (sportmedizinische Untersuchung, Trainingsmethodik, Tests usw.) wird der physische Leistungsfaktor Ausdauer in der Literatur nach verschiedenen Kriterien in einzelne Fähigkeiten strukturiert (siehe Abb. 1 aus BLUM/FRIEDMANN 2002, 37). HOLLMANN & HETTINGER z.B. beschreiben mit den drei Begriffspaaren allgemein-lokal, statisch-dynamisch und aerob-anaerob acht verschiedene Ausdauerfähigkeiten (vgl. WEINECK 2008, 90).

Schon die (unvollständige) Auflistung in der Abbildung zeigt, dass es **die** Ausdauer schlechthin nicht gibt, sondern der Gesamtkomplex Ausdauer nur über mehrere Ausdauerfähigkeiten zu erfassen ist, die in einer Vielzahl von sportartspezifischen Formen vorliegen. In der Trainingspraxis hat sich gezeigt, dass viele dieser Strukturierungen für ein gezieltes, disziplinspezifisches Training wenig hilfreich sind. Für jede Disziplin ist z.B. ein spezifischer Anteil von Kraft und Schnelligkeit sowie von aerober und anaerober Energiegewinnung charakteristisch. Dieses Verhältnis ist abhängig von der Belastungsintensität und somit auch von der Belastungszeit. Gezielte Maßnahmen sind deshalb eher möglich, wenn die Ausdauer nach der jeweiligen Belastungszeit strukturiert wird. Dieser **speziellen Ausdauer** wird die von der Sportart und Disziplin unabhängige **Grundlagenausdauer** gegenübergestellt. Beide Arten lassen sich nach der Zielsetzung bzw. der Belastungsdauer weiter differenzieren (Abb. 2).

Einteilungskriterien	AUSDAUERFÄHIGKEITEN	
Umfang der beanspruchten Muskulatur	lokale Ausdauer	(weniger als 1/7 der Skelettmuskulatur)
	allgemeine Ausdauer	(mehr als 1/7 der Skelettmuskulatur)
Arbeitsweise der Muskulatur	statische Ausdauer	(Dauerspannung)
	dynamische Ausdauer	(kontinuierlicher Wechsel von Spannung und Entspannung)
Energiegewinnung	aerobe Ausdauer	(ausreichendes O ₂ - Angebot)
	anaerobe Ausdauer	(ohne O ₂ bzw. unzureichendes O ₂ - Angebot)
Belastungszeit und Belastungsintensität	Schnellkraftausdauer	Intensität 
	Kraftausdauer	
	Schnelligkeitsausdauer	
	Kurzzeitausdauer	
	Mittelzeitausdauer	(2 bis 10 min)
	Langzeitausdauer	(mehr als 10 min)
Sportdisziplin	Grundlagenausdauer	(aerobe Ausdauer, disziplinunabhängig)
	spezielle Ausdauer	(Mischform aus verschiedenen Fähigkeiten mit aerober und anaerober Energiegewinnung)

Abb. 1

Arten	Grundlagenausdauer (GLA)	spezielle Ausdauer (spA)
Merkmal	Basischarakter für Gesundheit, Fitness und für die Entwicklung anderer sportmotorischer Fähigkeiten	disziplinspezifische Belastungsstruktur in den Ausdauersportarten; optimales Verhältnis von Belastungsintensität und Belastungsdauer
Typen	<ul style="list-style-type: none"> - allgemeine Grundlagenausdauer = übungsneutrale Grundaesdauer des Gesundheits- und Fitnessbereichs - spezifische Grundlagenausdauer = übungsgebundene Basisausdauer der Ausdauerdisziplinen - azyklische Grundlagenausdauer = Basisausdauer für die unregelmäßig wechselnde (= azyklische) Beanspruchung in den Spiel- und Kampfsportarten 	<ul style="list-style-type: none"> - Kurzzeitausdauer* (35 s–2 min) - Mittelzeitausdauer* (2–10 min) - Langzeitausdauer I** (10–35 min) - Langzeitausdauer II (35–90 min) - Langzeitausdauer III** (90 min–6 h) - Langzeitausdauer IV (> 6 h)
<p>* Der Kurz- und Mittelzeitausdauer sind inhaltlich die Begriffe Schnelligkeitsausdauer (mit submaximalen Geschwindigkeiten), Schnellkraftausdauer und submaximale Kraftausdauer zuzuordnen.</p> <p>** In den Langzeitausdauerarten tritt aerobe Kraftausdauer in Erscheinung.</p>		

Abb. 2 (aus EISENHUT/ZINTL 2013, 45)

2.2 Grundlagenausdauer

2.2.1 Allgemeine Grundlagenausdauer

Sie ist die **sportartunabhängige Ermüdungswiderstandsfähigkeit** bei Langzeitbelastungen unter dem Einsatz großer Muskelgruppen (mehr als 1/7 der Skelettmuskulatur). Die Belastungsintensität ist gering bis mittel, d.h. im Bereich der aeroben Schwelle (2-3 mmol/l Laktat), die Energiegewinnung ist (im Durchschnitt) stabil aerob. Im Sinne von HOLLMANN/HETTINGER handelt es sich dabei um die allgemeine aerobe dynamische Ausdauer mit durchschnittlichem Niveau.

Das Training ist unabhängig von Übungsformen, deshalb kann die Grundlagenausdauer mit allen Sportarten trainiert werden. Die Übertragbarkeit (= positiver Transfer) zwischen verschiedenen Disziplinen ist relativ groß.

Bedeutung der allgemeinen Grundlagenausdauer (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 92):

- Gesundheit bzw. körperliche Fitness erhalten oder wiedergewinnen
- In Nichtausdauersportarten eine gute Ausgangsbasis für das Training konditioneller und koordinativer Fähigkeiten schaffen, die Verträglichkeit für physische und psychische Belastungen (v.a. im Wettkampf) erhöhen und die Regeneration in Wettkampfpausen sowie nach Trainingseinheiten beschleunigen.

Als Basis für das Leistungstraining, als Voraussetzung für eine schnelle Erholungsfähigkeit und zur Vermeidung ermüdungsbedingter Leistungseinbußen (konditionell, koordinativ, technisch, taktisch) spielt die Grundlagenausdauer daher in praktisch allen Sportarten eine wichtige Rolle (vgl. WEINECK 2008, 90f.).

2.2.2 Spezifische Grundlagenausdauer

Die spezifische Grundlagenausdauer ist die **sportartabhängige Basisfähigkeit für Ausdauerdisziplinen**. Im Unterschied zur allgemeinen Grundlagenausdauer rühren Verbesserungen der spezifischen Grundlagenausdauer nicht nur von Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems, sondern zum großen Teil auch von Verbesserungen des Bewegungsprogramms und von Anpassungen innerhalb der beanspruchten Muskulatur her. Die Belastungsintensität ist mittel bis hoch, d.h. im Bereich der anaeroben Schwelle (3-6

mmol/l Laktat), die Energiegewinnung ist gemischt aerob-anaerob. Im Sinne von HOLLMANN/HETTINGER handelt es sich dabei um die allgemeine aerobe dynamische Ausdauer mit hohem bis sehr hohem Niveau.

Die spezifische Grundlagenausdauer muss tätigkeitsspezifisch trainiert werden, d.h. es müssen die Disziplinbewegungen oder strukturverwandte Übungen zum Einsatz kommen. Auf andere Ausdauersportarten ist die spezifische Grundlagenausdauer nur gering übertragbar (kein positiver Transfer).

Bedeutung der spezifischen Grundlagenausdauer:

- Optimale Ausgangsbasis für das spezielle Training der einzelnen Ausdauerdisziplinen schaffen
- Neue Reserven für weitere Leistungssteigerungen im speziellen Bereich erschließen
- Neben der Verbesserung der vegetativ gesteuerten Systeme auch muskuläre Anpassungen (Energiebereitstellung, Koordination, Muskeldynamik) erzeugen
- Bewegungstechniken der Ausdauerdisziplinen ökonomisieren und stabilisieren

(Vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 92 f.)

2.2.3 Azyklische Grundlagenausdauer

Die Belastungsintensitäten wechseln, wie z.B. in Spiel- und Kampfsportarten, sehr stark und unregelmäßig. In Phasen mit hoher Intensität dominieren Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeiten, in Phasen mit geringerer Intensität ist für eine schnelle Erholung die Grundlagenausdauer von entscheidender Bedeutung. Eine gute Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei derartigen Belastungen hängt u.a. von einer relativ hohen aeroben Kapazität ab. Die Energiebereitstellung erfolgt gemischt aerob-anaerob (2-8 mmol/l Laktat), allerdings bei unregelmäßigem Wechsel von alaktaziden, laktaziden und aeroben Phasen. Im Sinne von HOLLMANN/HETTINGER handelt es sich dabei um die allgemeine aerobe dynamische Ausdauer mit überdurchschnittlichem Niveau.

Für ihre optimale Ausbildung muss das Training auch den Intervallcharakter der Belastungsintensität und die typischen Bewegungsformen der Sportart berücksichtigen. Die Übertragbarkeit ist innerhalb der Spiel- und Kampfsportarten relativ hoch (positiver Transfer), auf zyklische Ausdauersportarten jedoch relativ gering.

Bedeutung der azyklischen Spielausdauer:

- Grundlage für umfangreiches Konditions-, Technik- und Taktiktraining in den Spiel- und Kampfsportarten sowie in den Mehrkämpfen schaffen
- Erholungsfähigkeit in den Phasen geringerer Belastung im Wettkampf erhöhen
- Psychische Belastungstoleranz steigern

(Vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 93f.)

2.3 Spezielle Ausdauer

Im Leistungssport benötigen Ausdauerathleten über die Grundlagenausdauer hinaus eine Anpassung an die disziplinspezifische Belastungsstruktur und Beanspruchungsstruktur, d.h. eine spezielle Ausdauer. Deren Training zielt unmittelbar auf die Entwicklung der spezifischen Wettkampfleistung ab. Dabei ist u.a. die sportart- bzw. disziplinspezifische Ausbildung folgender Komponenten zu berücksichtigen: spezielle aerobe/anaerobe Ausdauer, spezielle Kraft- und Schnelligkeitsausdauer, Renntempo mit möglichst ökonomischer Technik, Renntaktik, psychisches Durchhaltevermögen (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 44).

Wegen der disziplinspezifischen Ausprägung dieser Komponenten ist die spezielle Ausdauer im Unterschied zur Grundlagenausdauer gar nicht bzw. nur bedingt übertragbar.

Innerhalb der speziellen Ausdauer werden verschiedene Typen nach der Wettkampflänge differenziert, da die Belastungsintensität, die Art der Energiebereitstellung und das vorrangig energieliefernde Substrat unmittelbar mit der Belastungsdauer zusammenhängen. Bei der Strukturierung in Kurz-, Mittel- und Langzeitausdauer muss man beachten, dass die Übergänge fließend und in den Übergangsbereichen die Anforderungen an den Stoffwechsel sehr spezifisch sind (Abb. 3 aus BLUM/FRIEDMANN 2002, 41). Die zeitliche Abgrenzung von Kurz-, Mittel- und Langzeitausdauer bezieht sich nur auf dynamische Belastungen. Bei statischer Arbeitsweise wird die Muskeldurchblutung mit zunehmendem Kraftaufwand verringert, deshalb ist der Anteil der anaeroben Energiegewinnung erhöht. Statische Belastungen im Kurzzeitausdauerbereich gibt es z.B. im Ringen, Schießen und Skiabfahrtslauf. Hier ist vor allem die Kraftausdauer leistungsbestimmend.

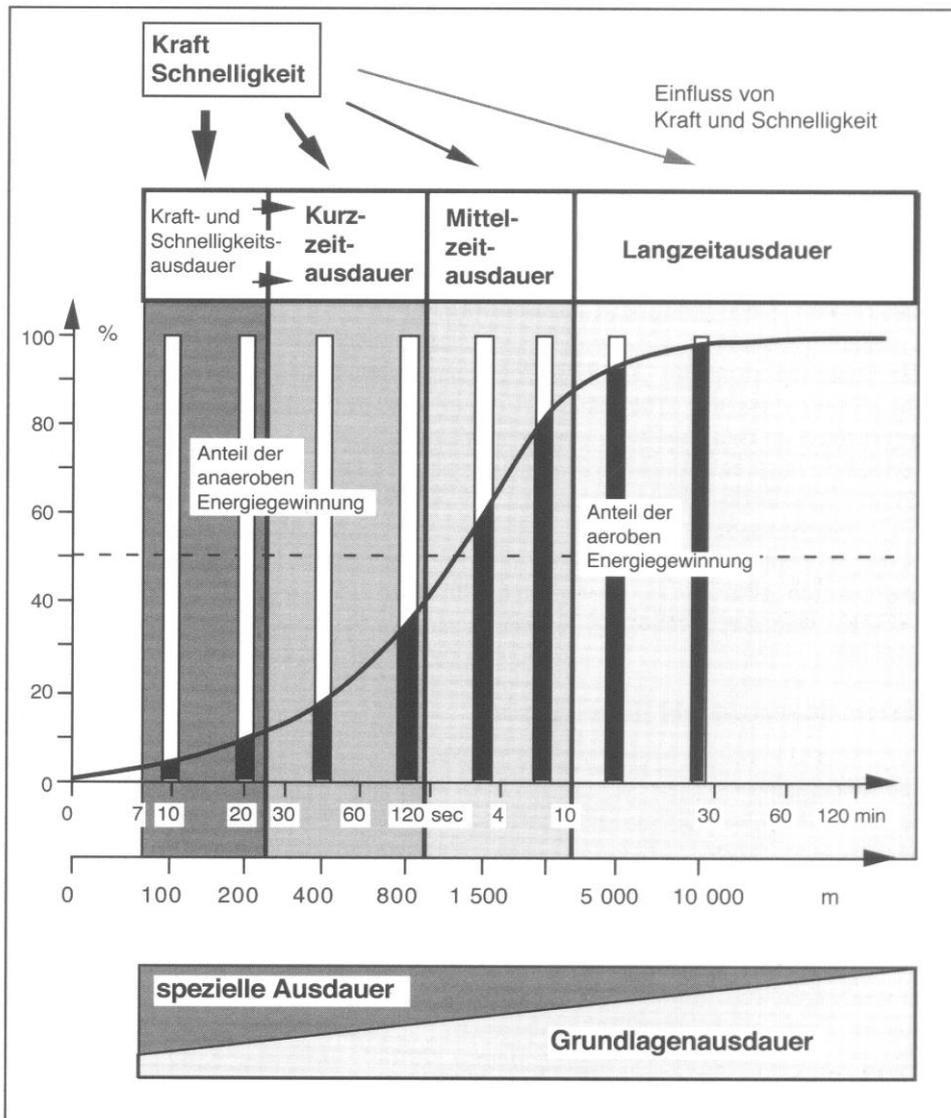


Abb. 3

2.3.1 Kurzzeitausdauer (KZA, 35 s - 2 min)

In diesen Bereich werden Disziplinen eingeordnet, bei denen die anaerob-laktazide Energiegewinnung dominiert. Bei kürzeren Ausdaueranforderungen ist vor allem der anaerob-laktazide Anteil als leistungsbestimmender Faktor von Bedeutung, die bedeutendere Rolle spielen aber andere konditionelle Faktoren. Daher werden die sog. Sprintausdauer und die Maximalkraftausdauer dem Schnelligkeits- bzw. Kraftbereich zugeordnet.

Der Energiebedarf pro Zeiteinheit ist sehr hoch. Die Belastungsintensität liegt weit über der anaeroben Schwelle, der Laktatspiegel steigt deshalb sehr schnell und führt schließlich durch Übersäuerung zur Erschöpfung. Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeiten haben hier etwa die gleiche Bedeutung wie die leistungsbestimmenden Faktoren der Ausdauer.

Die Kurzeitenausdauer wird im Wesentlichen durch folgende Faktoren beeinflusst:

1. Aufgrund der hohen Belastungsintensität ist das Niveau von **Maximalkraft**, **Schnellkraft** und **Aktionsschnelligkeit** leistungsbestimmend.
2. Ebenso ist die Fähigkeit zu hoher Energiebereitstellung pro Zeiteinheit und damit die **anaerobe Kapazität** von großer Bedeutung:
 - a) **Laktatbildungsfähigkeit** (anaerobe Glykolyse)
 - b) **Pufferkapazität des Blutes**: Die starke Übersäuerung durch die Laktatanhäufung kann durch Puffersubstanzen im Blut hinausgezögert werden.
 - c) **Säuretoleranz**: Fähigkeit des Muskels, trotz Übersäuerung (physiologisch) und trotz Schmerzgefühl (psychologisch) die Muskelarbeit aufrecht zu erhalten
3. Bei Belastungen **über 90 s** gewinnt auch zunehmend die aerobe Kapazität, insbesondere die **maximale Sauerstoffaufnahme**, an Bedeutung.
4. Bewegungstechnik (intermuskuläre Koordination)
5. Psychisches Aktivierungsniveau (Mobilisation von Stresshormonen)

(Vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 95f.)

2.3.2 Mittelzeitausdauer (MZA, 2-10 min)

Die Energiegewinnung erfolgt etwa zu gleichen Teilen anaerob und aerob mit starken Akzentverschiebungen je nach Belastungsdauer (s. Abb. 3). Durch die volle Ausschöpfung der Funktionsbreite des Herz-Kreislauf-Systems und die noch maximale Belastungsintensität (100% $VO_2\max$) werden die aerobe Kapazität voll und die anaerobe Kapazität nahezu voll in Anspruch genommen. Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeiten spielen eine geringere Rolle.

Leistungsbestimmende Faktoren sind:

1. Aerobe Kapazität: **maximale Sauerstoffaufnahme** und aerobe **Glykogenverwertung**
2. Anaerobe Kapazität: **Säuretoleranz** und **Pufferkapazität**
3. Vollständige Füllung der Glykogenspeicher
4. Bewegungstechnik mit erforderlichem Schnelligkeits- bzw. Kraftniveau

(Vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 96f.)

2.3.3 Langzeitausdauer (LZA, über 10 min)

Die Energie wird überwiegend und mit zunehmender Belastungszeit fast ausschließlich durch die aerobe Energiegewinnung geliefert. Kraft- und Schnelligkeitsfähigkeiten spielen nur noch bei kurzzeitiger Erhöhung der Belastungsintensität eine wichtige Rolle.

Für den Leistungssport ist die weitere Unterteilung der Langzeitausdauer nützlich:

a) LZA I: 10-35 min

Der noch wesentliche anaerobe Anteil der Energiebereitstellung (von 20-30%) führt zu einer mäßigen Anreicherung von Laktat im Blut (8-14 mmol/l). Leistungsbestimmend sind:

- Aerobe Kapazität: **maximale Sauerstoffaufnahme**, dauerhafte Nutzung eines hohen Prozentsatzes der $VO_2\max$ (90-95%) und aerobe **Glykogenverwertung**
- Anaerobe Kapazität: **Säuretoleranz** und **Laktatelimination**
- Vollständige Füllung der Glykogenspeicher

b) LZA II: 35-90 min

Der anaerobe Anteil der Energiebereitstellung sinkt auf 10-20%, die Blutlaktatwerte erreichen etwa 4-12 mmol/l. Durch die submaximale Belastungsintensität werden vorwiegend die ST-Fasern angesteuert. Leistungsbestimmend sind:

- Aerobe Kapazität: **dauerhafte Nutzung eines möglichst hohen Prozentsatzes der $VO_2\max$** (80-95%), maximale Sauerstoffaufnahme, aerobe Glykogenverwertung und Nutzung der Fettverbrennung
- **Größe der Glykogenspeicher**
- Thermoregulation (bei hohen Temperaturen) und Flüssigkeits-/Elektrolytverlust

c) LZA III: 90 min – 6 Std.

Die anaerobe Glykolyse wird v.a. für Tempoerhöhungen und Endspurt mobilisiert, davon abgesehen ist deren Anteil an der Energiebereitstellung gering (ca. 2-4 mmol/l Laktat). Die Glykogenspeicher reichen nicht mehr aus.

- Aerobe Kapazität: **dauerhafte Nutzung eines möglichst hohen Prozentsatzes der $VO_2\max$** (60-90%), Nutzung der Fettverbrennung, weniger wichtig: $VO_2\max$
- Größe der **Glykogenspeicher** und **Glukoneogenese** (Wiederaufbau von Glukose aus Eiweißen in der Leber)
- Elektrolyt-/Wasserhaushalt und Thermoregulation

d) **LZA IV: über 6 Std.**

Trainingsmethodisch wäre die Unterscheidung einer Ultra-LZA von der LZA III kaum notwendig, die leistungsbegrenzenden Faktoren jedoch rechtfertigen eine solche:

- **Nutzung der Fettverbrennung**
- **Wasser-/Elektrolythaushalt**
- **Kohlenhydratzufuhr**
- Belastbarkeit des Binde- und Stützgewebes

Zusammenfassend lassen sich je nach charakteristischer Intensität des einzelnen LZA-Typus Akzentverschiebungen beobachten: Mit zunehmender Belastungsdauer nimmt die Bedeutung der maximalen Sauerstoffaufnahme ab, entscheidender wird dagegen, welcher Prozentsatz der $VO_2\max$ im Wettkampf genutzt werden kann. Ebenso spielt die möglichst ökonomische Verwertung der Energiespeicher durch Nutzung von Fettverbrennung und Glukoneogenese sowie durch begleitende Kohlenhydrataufnahme eine immer wichtigere Rolle. Des Weiteren nimmt auch die Bedeutung der **Bewegungsökonomie** als Fähigkeit, Arbeit mit einem hohen Wirkungsgrad zu vollbringen, zu (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 98ff.).

3 Anpassungen an Trainingsbelastungen

3.1 *Ablauf der Anpassung*

Um eine höhere Belastbarkeit und eine bessere Ausdauerleistungsfähigkeit zu erreichen, löst man durch Trainingsbelastungen Anpassungen des Organismus (**Adaptationen**) aus. Diese benötigen meist eine längere Zeit als gemeinhin angenommen wird. Bevor es nach vier bis sechs Wochen kontinuierlichen Trainings zur Anpassung kommt, werden verschiedene **Phasen der Zustandsänderung** durchlaufen (vgl. NEUMANN 2013, 35f.):

- **Phase der aktuellen Umstellung**

Auf eine Leistungsanforderung reagieren die Funktionssysteme des Organismus mit Umstellungen, um diese Leistungsanforderung zu bewältigen. Die durch das Training ausgelösten abbauenden (katabolen) Prozesse rufen organismische Gegenreaktionen hervor. Die Stärke der Gegenreaktion bestimmt letztlich die Höhe der Anpassung.

- **Phase der Regeneration (Wiederherstellung)**

Der durch die Trainingsbelastung gestörte Gleichgewichtszustand (Homöostase) in den

Körperfunktionen wird wiederhergestellt. Die Regeneration läuft in den einzelnen Systemen extrem unterschiedlich schnell ab (Minuten bis Wochen). Im Regenerationszeitraum setzen die aufbauenden (anabolen) Prozesse ein. Im Leistungstraining trifft der nächste Trainingsreiz in der Regel auf einen noch unvollständig wiederhergestellten Organismus. Daher ist die nachwirkende Restermüdung ein permanenter Bestandteil des Leistungstrainings. Der Anpassungsprozess wird dadurch verlangsamt.

- **Phase der Anpassung**

Durch Umstrukturierungen versucht der Organismus, den Bewältigungsaufwand bei wiederholter Störeinwirkung zu senken. Erst als Ergebnis eines **regelmäßigen** und **über Wochen durchgeführten Trainings** entwickelt sich ein höheres Belastungsbeanspruchungs-Niveau. Der an die Belastung angepasste Organismus bewältigt die durch Sport hervorgerufenen Störreize besser.

Das Modell der Superkompensation ist demnach so stark vereinfacht, dass es die Wirklichkeit **im Leistungstraining der Ausdauersportarten** nicht adäquat abbilden kann. Erst nach einem längeren Zeitraum und entsprechenden Erholungsphasen kommt es zu einer Anpassung auf einem höheren Leistungsniveau. Nach NEUMANN verläuft die Anpassung schrittweise und lässt sich durch ein **4-Stufen-Modell** strukturieren:

1. **Anpassungsstufe: Veränderungen im Bewegungsprogramm (7.-10. Tag)**

Durch die wiederholten motorischen Anforderungen des Trainings kommt es zunächst zu Veränderungen des sportartspezifischen Bewegungsprogramms (Abbau überschüssiger Bewegungen und unnötiger Mitbewegungen, zweckmäßigere Muskelfasertypenaktivierung etc.). Durch die zweckmäßigere Bewegungssteuerung wird bei gleicher Belastung das Herz-Kreislauf-System entlastet, die Herzfrequenz sinkt. Diese Anpassung ist nur vorübergehend und nimmt bei Ausbleiben der Belastungsreize schnell wieder ab.

2. **Anpassungsstufe: Kapazitätsvergrößerung (10.-20. Tag)**

Werden die Energiespeicher durch die trainingsbedingten Belastungen weitgehend ausgeschöpft, zwingt der Energiemangel den Organismus dazu, die Speicher selektiv zu vergrößern: Kreatinphosphat, Glykogen bzw. Fettsäuren (Triglyzeride) werden vermehrt in die beanspruchte Muskulatur eingelagert. Sind die Trainingsreize widerstandsbetont, werden die am Kontraktionsvorgang beteiligten Proteine so umgebaut, dass sie den sportartspezifischen Kraftausdaueranforderungen besser entsprechen, der Muskel wird stärker bzw. hypertrophiert.

3. Anpassungsstufe: Optimierung geregelter Systeme und Strukturen (20.-30. Tag)

Durch eine System-Autoregulation kommt es zu einer Funktionsoptimierung der umgebauten und neu gebildeten muskulären Strukturen und funktionellen Systeme im Hinblick auf die sportartspezifischen Anforderungen. Die nach etwa 3 Wochen ablaufende Optimierung ist ein störanfälliger Zustand und sollte daher durch eine Verminderung der Gesamtbelastung (Trainingsumfang) gestützt werden (Abb. 4 aus NEUMANN 2013, 42):

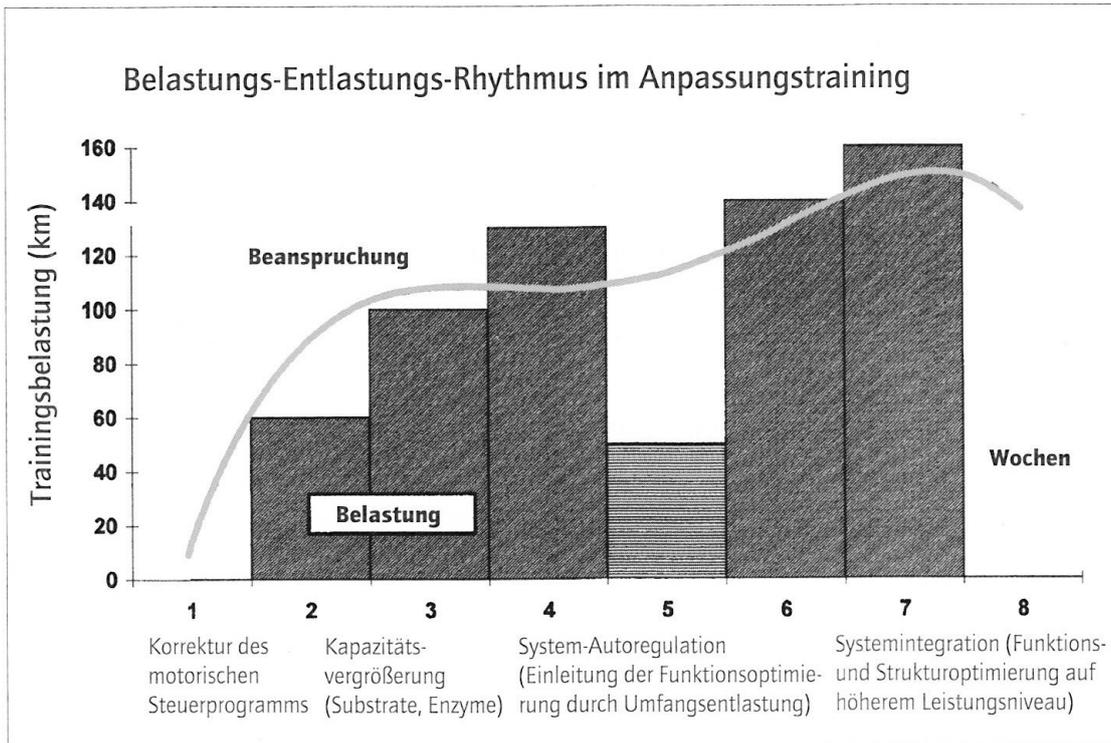


Abb. 4

4. Anpassungsstufe: Systemintegration auf höherem Leistungsniveau (30.-40. Tag)

Alle leistungsbeeinflussenden Systeme (ZNS, vegetatives Nervensystem, Herz-Kreislauf- und Atmungssystem, Stoffwechsel, Hormonsystem, Immunsystem u.a.) werden auf dem aufgebauten, höherem Leistungsniveau in ihrer Funktion und Struktur optimiert und koordiniert. Nur ihre abgestimmte Funktionsweise macht die Anpassung perfekt und stabil.

Die dargestellten Anpassungsprozesse überlagern sich im Training, dennoch wird frühestens nach 4-6 Wochen Leistungstraining eine neue Anpassungsstufe mit harmonischem Zusammenwirken aller Funktionssysteme und Strukturen erreicht. Die Missachtung der fest vorgegebenen Zeiträume, welche die Anpassung benötigt, ist einer der häufigsten Fehler in der Trainingspraxis.

Ist eine bestimmte Anpassungsstufe erreicht, dann muss die Belastung insgesamt oder in bestimmten Inhalten weiter erhöht werden, um neue Reize für die Entwicklung eines höheren Leistungsniveaus oder das Halten eines erreichten, individuell hohen Niveaus zu setzen.

Ausbleibende oder nachlassende Belastungsreize führen in kurzer Zeit zum Formabbau, der schneller abläuft als der Leistungsaufbau (vgl. NEUMANN 2013, 37-45).

3.2 Trainingsadaptationen in Funktionssystemen

Jeder Belastungsreiz greift primär an der Muskelzelle an. Das Herz-Kreislauf-System hat die Aufgabe, die Bedürfnisse des Zellstoffwechsels zu erfüllen. Weitere Funktionssysteme dienen der Unterstützung. Es kommt stets zu einer Anpassung aller beteiligten Strukturen und Prozesse, wobei die jeweilige Höhe der Anpassung von der Gesamtbelastung abhängt.

3.2.1 Anpassungen des Herz-Kreislauf-Systems

Alle Anpassungen bewirken eine bessere Versorgung der Muskelzelle mit Sauerstoff und Glukose und eine bessere Entsorgung von Kohlendioxid und Milchsäure (vgl. BLUM/FRIEDMANN 2002, 51f.):

1. Kapillarisierung

Die absolute Zahl der Kapillaren pro Muskelfaser und der Querschnitt der Kapillaren wird vergrößert und dadurch die **Muskeldurchblutung verbessert**. Das Blut strömt infolgedessen langsamer durch den Muskel. Durch die längere Kontaktzeit kann der Muskel dem Kapillarblut mehr Sauerstoff entnehmen: Die arterio-venöse Sauerstoffdifferenz vergrößert sich.

2. Herzvergrößerung

Ein solches **Sportherz** bringt zusätzlich zur größeren Leistungsfähigkeit (bis zu doppelt so großes Schlagvolumen) noch weitere Vorteile:

- Ökonomischere Herzarbeit: geringere Herzfrequenz in Ruhe und bei submaximalen Belastungen
- verstärkter Abbau von Milchsäure

3.2.2 Anpassungen des Blutes

Das Blutvolumen nimmt zu, tendenziell v.a. das Blutplasma (vgl. BLUM/FRIEDMANN 2002, 52f.; DE MARÉES 2002, 334f.).

- Durch Zunahme des Blutvolumens erhöht sich die Gesamthämoglobinmenge. Dadurch wird die **Sauerstofftransportkapazität** um ca. 30 % verbessert.

- Das größere Blutvolumen erhöht die **Pufferkapazität** des Blutes, damit wird die Übersäuerung hinausgezögert.
- Das größere Plasmavolumen stellt eine „Wasserreserve“ für das Schwitzen dar.
- Die besseren Fließeigenschaften in Folge des höheren Anteils des Plasmas verringern die Herzarbeit und begünstigen den kapillaren Gasaustausch.

3.2.3 Anpassungen des Atmungssystems

Normalerweise ist das Atmungssystem nicht leistungsbegrenzend für die Ausdauerleistungsfähigkeit. Dennoch gibt es Anpassungen (vgl. NEUMANN 2013, 60ff.):

- Kräftigung der Atemmuskulatur
- Verbesserte **Atemökonomie**: tiefere Atmung mit geringerer Frequenz
- Verdoppelung des maximalen Atemminutenvolumens möglich

3.2.4 Maximale Sauerstoffaufnahme

Die Anpassungen des Herz-Kreislauf- und Atmungssystems bewirken insgesamt eine Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme (Abb. 5):

	rel. $\dot{V}O_2\text{max}$
Untrainierte	
Frauen (20–30 LJ.)	32–38 ml/kg/min*
Männer (20–30 LJ.)	40–55 ml/kg/min**
hochtrainierte Ausdauersportler	
Frauen	65–75 ml/kg/min
Männer	80–90 ml/kg/min
Normwerte für Fitnesszustand	
Frauen	35–38 ml/kg/min
Männer	45–50 ml/kg/min
Ausdauertrainierte	55–65 ml/kg/min
Ausdauerleister (internationales Niveau)	65–80 ml/kg/min
Ausdauerleister (internationales Spitzenniveau)	85–90 ml/kg/min
* bezogen auf fettfreie Muskelmasse 44–48 ml	
** bezogen auf fettfreie Muskelmasse 46–49 ml	

Abb. 5 (aus EISENHUT/ZINTL 2013, 65)

In der Regel wird für eine Beurteilung der allgemeinen Ausdauerleistung statt der maximalen Sauerstoffaufnahme

$$\dot{V}O_2 \text{ max} = \frac{\text{Sauerstoffaufnahme (ml)}}{\text{Zeit (min)}}$$

die auf das Körpergewicht bezogene **relative maximale Sauerstoffaufnahme** angegeben:

$$\text{rel. VO}_2 \text{ max} = \frac{\text{Sauerstoffaufnahme (ml)}}{\text{Zeit (min)} \cdot \text{Körpergewicht (kg)}}$$

Eine Zunahme der VO₂max ist für alle Ausdauerdisziplinen leistungsbestimmend. Sie wird durch intensive Einheiten (über 6 mmol/l Laktat) gesteigert, wenn der Anteil dieser Einheiten über Monate hinweg bei mindestens 5-15% liegt (vgl. NEUMANN 2013, 73ff.).

Bei längeren Ausdauerleistungen (LZA II bis IV) rückt statt der VO₂max mehr die **aerobe Leistungsfähigkeit auf submaximalen Belastungsstufen** in den Vordergrund, d.h. welcher Prozentsatz der VO₂max dauerhaft genutzt werden kann. Entscheidend ist dafür v.a., wie hoch die aerobe und die anaerobe Schwelle liegen (Abb. 6 aus PETERS, 1998, 74). Diese Fähigkeit wird optimal durch ein Grundlagenausdauertraining mit hohem Gesamtumfang gefördert.

Leistungsniveau	aerobe Schwelle (% von VO ₂ max)	anaerobe Schwelle (% von VO ₂ max)
Untrainierte	45–50	50–70
Trainierte	60–65	70–80
Hochtrainierte	–	85–95

Abb. 6

Um stabile aerobe Leistungsgrundlagen zu entwickeln, müssen beide Fähigkeiten trainiert werden. Wegen der unterschiedlichen Trainingsanforderungen können aber nicht beide gleichzeitig gefördert werden. Das erfordert eine differenzierte Trainingsplanung. Sonst kann sich eine Leistungsfähigkeit herausbilden, die nicht der sportartspezifischen Leistungsstruktur entspricht. Ein undifferenziertes Mischtraining endet auf einem zu niedrigem Leistungsniveau (vgl. NEUMANN 2013, 80).

3.2.5 Anpassungen des Energiestoffwechsels

In Abhängigkeit von der Art der Trainingsreize und der Ausschöpfung der Energiespeicher passt sich der Organismus durch Vergrößerung der jeweiligen Speicher und durch Steigerung der Enzymaktivitäten an.

- **Energieriche Phosphate:** Wiederholte intensive Trainingsreize von maximal 6 s Dauer führen zur **Vergrößerung der Kreatinphosphatspeicher** um bis zu 20%. Der gleiche Effekt (ohne eine unmittelbare Leistungsverbesserung) lässt sich – allerdings nur bei 80% der Athleten – auch durch eine Kreatinzufuhr erzielen (vgl. NEUMANN 2013, 85ff.).

- **Kohlenhydrate:** Das **anaerobe Potenzial** ist in kürzerer Zeit trainierbar als das aerobe. Durch sportartspezifisches Intensitätstraining mit hoher Bewegungsfrequenz und hoher Geschwindigkeit kann die **Laktatbildungsfähigkeit** über eine Zunahme der Enzymaktivitäten gesteigert werden. Monotone Ausdauerbelastungen bewirken das Gegenteil.
- Dagegen benötigt die Zunahme der Aktivität der Enzyme des **aeroben Energiestoffwechsels** mehrere Wochen. Nur ihr Aktivitätsanstieg garantiert eine stabile aerobe Leistungsfähigkeit.
- Aerob-anaerobe Belastungen von über 60 min oder aerobe Belastungen von über 120 min erschöpfen die Glykogenvorräte und führen mittelfristig zur erheblichen **Vergrößerung der Glykogenspeicher**, aber nur in der beanspruchten Muskulatur sowie in der Leber. (Eine Umlagerung des Glykogens ist nicht möglich.) Beim Trainierten reichen die Speicher dann für etwa 90-minütige Wettkampfbelastungen. Bei längerer Dauer müssen Kohlenhydrate aufgenommen werden. Tägliches Training erfolgt nur mit etwa der Hälfte der Glykogenspeicher, da die Wiederbelastung die volle Auffüllung verhindert. Für die optimale Glykogensuperkompensation sind daher Belastungsreduktion und diätetische Maßnahmen erforderlich (vgl. NEUMANN 2013, 92ff.)
- **Fettsäuren:** Der aerobe Abbau von Fettsäuren wird nur bei geringer Belastungsintensität (weniger als 60% der VO_2max) und zunehmender Belastungsdauer zur Hauptquelle der Energie. Fettstoffwechseltraining erfordert daher intensive Belastungen über 90 min Dauer oder mit 60-80% der VO_2max über 120 min Dauer. Es hat eine **Zunahme der Enzyme** der Fettverwertung und eine **Vergrößerung der intramuskulären Triglyzeridspeicher** von 50g auf bis zu 200-300g zur Folge. Eine Erhöhung des Anteils des Fettstoffwechsels lässt sich auch durch Nüchternbelastungen (Vorsicht! Sehr belastend!) oder durch vorherige Entleerung der Glykogenspeicher (intensive Vorbelastung über 30min bei täglichem Training) erreichen (vgl. NEUMANN 2013, 97ff.).
- **Proteine:** Proteine werden ausschließlich bei Langzeitbelastungen (z.B. Marathon) verstoffwechselt, um der Entleerung der Glykogenspeicher durch den Aufbau von Glykogen aus Aminosäuren in der Leber (**Glukoneogenese**) zu begegnen. Da der Großteil der Aminosäuren fest in Strukturen eingebaut ist, sind Mitochondrien- und Muskelfaserstrukturzerstörungen die Folge. Zunehmende Ausdauerleistungsfähigkeit verringert den Proteinabbau während der Belastung, da die Energiebereitstellung über Kohlenhydrate und Fette länger stabil bleibt (vgl. NEUMANN 2013, 103ff.).

Energiespeicher bei 70 kg Körpergewicht				
Kohlenhydrate				
	Untrainiert		Trainiert	
Leberglykogen	80 g	328 kcal	120 g	492 kcal
Muskelglykogen	250 g	1.025 kcal	400 g	1.640 kcal
Glukose (Körperflüssigkeiten)	15 g	62 kcal	18 g	74 kcal
Fette				
Unterhautfett	8.000 g	74.400 kcal	6.000 g	55.800 kcal
Intramuskulär	50 g	465 kcal	200-300 g	1.860-2.790 kcal
Proteine				
Aminosäurenpool	100 g	410 kcal	110 g	451 kcal
Strukturproteine (Muskel)	6.000 g		7.000 g	

Abb. 7 aus
NEUMANN 2013, 119

3.2.6 Anpassungen der Muskulatur

Lange Zeit glaubte man, dass die Ausdauer entscheidend durch die Sauerstofftransportfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems und der Atmung bestimmt sei. Dabei gehen bessere Leistungen in Wettkämpfen nicht zwingend mit einer höheren $VO_2\text{max}$ einher, diese sinkt in der Wettkampfperiode teilweise sogar leicht ab. Zudem stieg in den letzten Jahrzehnten die Ausdauerleistungsfähigkeit der Weltspitze deutlich, jedoch vergrößerte sich weder deren Herzgröße noch deren $VO_2\text{max}$. Folglich wird die Ausdauer nicht in dem Maße von der $VO_2\text{max}$ bestimmt, wie man angenommen hatte. Vielmehr sind für die Ausdauer auch die Anpassungen der Skelettmuskulatur entscheidend (vgl. MARQUARDT 2014, 144).

Die Anpassungen in der beanspruchten Muskulatur finden auf mehreren Ebenen statt:

1. **Verstärkung der Enzymaktivitäten**

Wie oben beschrieben vermehren sich in Abhängigkeit von der Art des Trainingsreizes die Enzyme der anaeroben Glykolyse, des aeroben Glukoseabbaus bzw. der aeroben Fettverbrennung. Durch aerobes Training nehmen außerdem die Zahl, das Volumen und die Oberfläche der gefalteten inneren Membran der **Mitochondrien** zu. Dabei ist zu beachten: Eindeutig gerichtete Trainingsbelastungen führen nachhaltiger zu

Stoffwechselveränderungen in der Muskulatur als mittelmäßiges Mischtraining (vgl. NEUMANN 2013, 118ff.).

2. **Vergrößerung der Energiespeicher**

Die KP-Speicher können um 20% vergrößert, die Glykogenspeicher fast verdoppelt und die Triglyzeridspeicher sogar versechsfacht werden (s.o. und Abb. 7).

Zusätzlich kann die Myoglobinmenge (O₂-Speicher in der Muskelzelle) um ca. 80% gesteigert werden und bei Belastungsbeginn den noch langsamen Sauerstofftransport kompensieren helfen.

3. **Zunahme der Muskelfaserfläche**

Durch widerstandsbetontes Training, d.h. spezifisches Kraft- und Kraftausdauertraining, kann die Muskelfaser an Kraft (Verbesserung der intramuskulären Koordination) sowie an Dicke zunehmen (Hypertrophie). Für das Erzielen höherer Geschwindigkeiten im Wettkampf ist die Entwicklung der Kraftausdauer eine Leistungsreserve, denn nur diese garantiert die Zunahme der Vortriebsleistung (vgl. NEUMANN 2013, 115).

4. **Muskelfaserkapillarisation** (s.o.)

5. **Veränderungen der Muskelfasertypenverteilung**

6. **Verbesserung der Regulationsvorgänge**

Die Umschaltung von Ruhe auf Belastung und umgekehrt läuft schneller ab (vgl. BLUM/FRIEDMANN 2002, 51).

3.2.7 Anpassungen des neuromuskulären Systems

Ein integraler Bestandteil des modernen Ausdauertrainings ist die Arbeit an der Bewegungsqualität, die ebenfalls leistungsbestimmenden Einfluss auf Ausdauerleistungen besitzt und entscheidend für das Auftreten von Verletzungen und Überlastungsbeschwerden ist (diese bedeuten Trainingsreduktion oder -ausfall!). Wenn die verbesserte Bewegungstechnik und die optimierte Bewegungssteuerung durch entsprechendes Training auch für lange Belastungen stabil verfügbar werden, d.h. sich ein stabiles Bewegungstereotyp entwickelt, dann kann das neben einer unmittelbar erhöhten Fortbewegungsgeschwindigkeit auch eine höhere Bewegungseffektivität und Bewegungsökonomie zur Folge haben, d.h. einen geringeren Energieverbrauch, eine verzögerte Ermüdung und eine höhere Belastungsverträglichkeit (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 87f. und MARQUARDT 2014).

4 Grundlagen des Ausdauertrainings

4.1 Trainingsbereiche

Schon eingangs der Betrachtungen wurde deutlich, dass sich der Gesamtkomplex Ausdauer aus mehreren Fähigkeiten zusammensetzt: Der **Grundlagenausdauer (GA)** und der speziellen Ausdauer, deren Spezifik nicht nur von der Sportart, sondern auch von der Belastungszeit und damit der Belastungsintensität im Wettkampf abhängt. Die spezielle Ausdauer wird daher in der Trainingsliteratur auch als **Wettkampfspezifische Ausdauer (WSA)** bezeichnet. Darüber hinaus sollten **allgemeine Leistungsgrundlagen** wie Kraft, Beweglichkeit und Koordination entwickelt werden, um zum einen die Leistungsfähigkeit in der Ausdauersportart und zum anderen die Belastbarkeit im Training zu erhöhen (Abb. 8).

4.1.1 Grundlagenausdauertraining

Die Entwicklung der Grundlagenausdauer nimmt im Trainingsprozess eine Schlüsselstellung ein. Eine stabile GA ist die Voraussetzung für die Bewältigung immer höherer Geschwindigkeiten im Wettkampf und die Steigerung der Trainingsbelastung. Mit einem Anteil von 60-85% am Gesamttrainingsumfang ist das GA-Training der Schwerpunkt, der die weitere Entwicklung bestimmt. Nach NEUMANN hat das GA-Training drei entscheidende Qualitäten aufzuweisen:

1. Das GA-Training ist auf **Dauer** orientiert.
2. Das GA-Training ist **geschwindigkeitsorientiert**.
3. Das GA-Training beinhaltet **Widerstandskomponenten**.

Dementsprechend besteht das Grundlagenausdauertraining aus einem umfangsbetonten **GA1-Training** und einem **GA2-Training** mit höheren Geschwindigkeiten. Ausdauertraining mit erhöhten Widerständen wird als Kraftausdauertraining bezeichnet. Analog zum GA-Training unterscheidet man dabei umfangsbetontes **KA1-Training** und intensitätsbetontes **KA2-Training**. Je nach Sportart kann das widerstandsbetonte Ausdauertraining bis zu 50% des GA-Trainings ausmachen.

Das GA1-Training und das KA1-Training werden **in aerober Stoffwechsellage** durchgeführt. Beim GA2-Training (auch Entwicklungsbereichstraining = EB-Training genannt) und beim KA2-Training ist das Überschreiten der aktuellen aeroben Leistungsfähigkeit beabsichtigt, um höhere Geschwindigkeiten zu erzielen und die wettkampfspezifische Ausdauerleistungsfähigkeit vorzubereiten (vgl. NEUMANN 2013, 131ff.).

4.1.2 Wettkampfspezifisches Ausdauertraining

Die WSA repräsentiert einen Komplex von Fähigkeiten, der es ermöglicht, eine Distanz mit höchstmöglicher Geschwindigkeit in einer Sportart zu bewältigen. Dies erfordert – entsprechend der Leistungsstruktur der Ausdauerdisziplin – die Inanspruchnahme aller Stoffwechselwege sowie ein optimiertes sportartspezifisches Bewegungsprogramm, das auch die Ansteuerung von hohen Anteilen der schnell kontrahierenden Muskelfasern (FT-Fasern) beinhaltet. Die drei Hauptbestandteile des WSA-Trainings sind:

1. Wettkampfausdauertraining (WA)
2. Schnelligkeitsausdauertraining (SA)
3. Kraftausdauertraining (KA)

Das **WA-Training** erfolgt nach der Kontroll- und Wettkampfmethode in wettkampfnahen Geschwindigkeiten und Distanzen (auch Unter-/Überdistanz). Mit dem **SA-Training** (auch Spitzenbereichstraining = SB-Training genannt) wird versucht, durch höhere Geschwindigkeiten als das angestrebte Wettkampftempo eine Vorhalteanpassung in der individuellen Schnelligkeit zu erzielen. Das **KA-Training** im Rahmen der WSA zielt auf die Entwicklung der disziplinspezifischen Schnellkraftausdauer und der maximalen Mobilisationsfähigkeit für Start-, Zwischenspur- und Endspurtsituationen ab (vgl. NEUMANN 2013, 134ff.).

4.1.3 Training der allgemeinen Leistungsgrundlagen (Athletiktraining)

Das Training grundlegender Leistungsvoraussetzungen ist für die Entwicklung der spezifischen Leistungsfähigkeit und für ein stabileres Niveau aerober Ausdauer- und Kraftfähigkeiten, Schnelligkeitsfähigkeiten sowie technisch-koordinativer Grundlagen erforderlich. Sie tragen außerdem zur Erhöhung der Belastbarkeit des Organismus und zur Optimierung der Regeneration bei (vgl. NEUMANN 2013, 138).

Zentrale Bestandteile dieses Trainings sind spezifisches und unspezifisches allgemeines **Kraftausdauertraining**, insbesondere das **Training der Rumpfstabilität**, das Training der **Beweglichkeit**, der **Dehn- und Lockerungsfähigkeit** sowie das sportartspezifische **Koordinationstraining**, beispielsweise das Lauf-ABC (vgl. MARQUARDT 2014, 141ff.).

Eine Überblick über die zu trainierenden Fähigkeiten im Rahmen des Ausdauertrainings vermittelt folgende Abb. 8 (aus NEUMANN 2013, 130):

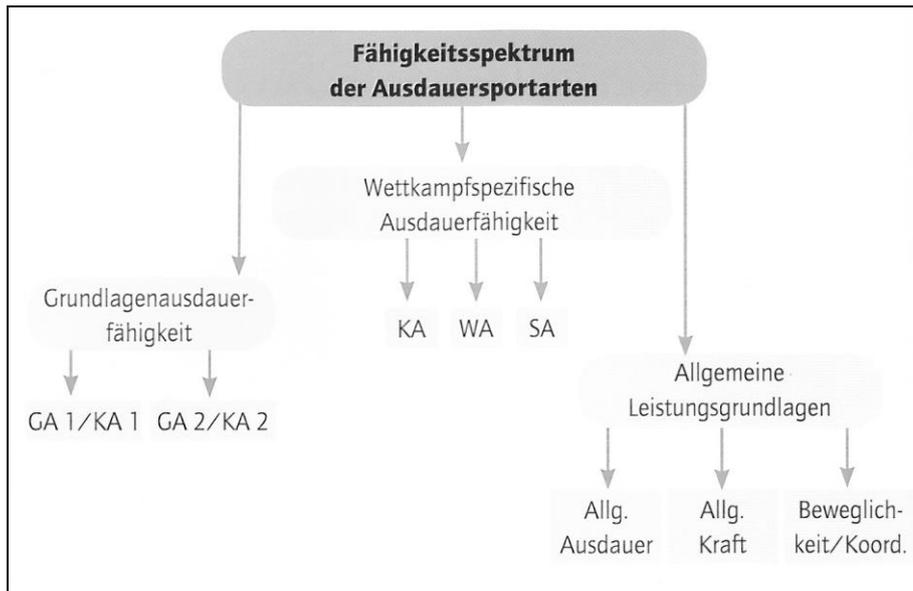


Abb. 8

Diesen Fähigkeiten wird jeweils eine Trainingsform zugeordnet, für die eine bestimmte **Zielsetzung** und ein jeweils passender abgestufter **Intensitätsbereich** charakteristisch sind. Daher werden diese Trainingsformen als **Trainingsbereiche** bezeichnet. Ergänzt werden diese durch das v.a. für das Leistungstraining bedeutsame **Kompensationstraining (KOMP)**, oft auch als REKOM-Training (Regeneration und Kompensation) bezeichnet (Abb. 9).

Fähigkeitsentwicklung im Ausdauertraining		
Fähigkeiten	Trainingsbereiche	Intensitätsbereiche
Wettkampfausdauer (WA)	Wettkampfausdauertraining	100%
Schnelligkeitsausdauer (SA)	Schnelligkeitsausdauertraining	95-120%
Kraftausdauer (KA)	Kraftausdauertraining	85-95%
Grundlagenausdauer 2 (GA 2)	Grundlagenausdauertraining 2	90-95%
Grundlagenausdauer 1 (GA 1)	Grundlagenausdauertraining 1	75-90%
<i>Kompensation/Regeneration (KOMP)</i>	<i>Kompensationstraining</i>	< 70%

Abb. 9 (verändert nach NEUMANN 2013, 129; Prozentangaben bezogen auf die Wettkampfdistanz)

Die Bezeichnungen für die Trainingsbereiche sind in den einzelnen Sportarten historisch gewachsen und noch uneinheitlich. Bei den Trainingsbereichen handelt es sich um festgelegte Regulationsbereiche für die Entwicklung leistungsbestimmender Funktionssysteme, d.h. sie stehen dafür, mit welcher Art von Belastung man welchen Effekt erzielt. Dabei erweisen sich für jeden Trainingsbereich bestimmte Trainingsmethoden als besonders geeignet (Abb. 10 aus NEUMANN 2013, 141):

	WSA- Training	GA 2- Training	KA 2- Training	GA 1- Training	KA 1- Training	KOMP- Training
Z I E L	<ul style="list-style-type: none"> • Ausprägung der wett-kampfspezifischen Ausdauerfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der Grundlagenausdauerfähigkeit • Erhöhung der aerob/ anaeroben Leistungsfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung der aerob/ anaeroben Kraftausdauerfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Stabilisierung und Entwicklung der Grundlagenausdauerfähigkeit • Erhöhung der aeroben Leistungsfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Stabilisierung der aeroben Kraftausdauerfähigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> • Unterstützung der Wiederherstellung • Erhöhung der Belastbarkeit für nachfolgendes intensives Training
M E T H O D E	<ul style="list-style-type: none"> • Wettkampfmethode • Intensive Intervallmethode • Wiederholungsmethode 	<ul style="list-style-type: none"> • Extensive Intervallmethode • Fahrtspielmethode • Wechselhafte Dauer-methode 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensive Intervallmethode • Wiederholungsmethode • Fahrtspielmethode 	<ul style="list-style-type: none"> • Dauer-methode • Fahrtspielmethode 	<ul style="list-style-type: none"> • Dauer-methode • Wechselhafte Dauer-methode • Extensive Intervallmethode 	<ul style="list-style-type: none"> • Kürzere Dauer-methode
I N T E N S I T Ä T	<ul style="list-style-type: none"> • Hoch bis sehr hoch • Laktat: über 6,0 mmol/l • Herzfrequenz (HF) > 90 % der Hf max 	<ul style="list-style-type: none"> • Mittel-hoch • Laktat: 3,0-6,0 mmol/l • HF 80-90 % der HF max 	<ul style="list-style-type: none"> • Hoch • Laktat: 4,0-7,0 mmol/l • HF 75-95 % der HF max 	<ul style="list-style-type: none"> • Niedrig-mittel • Laktat: 1,5-2,5 mmol/l • HF 65-80 % der HF max 	<ul style="list-style-type: none"> • Mittel • Laktat: 2,0-3,0 mmol/l • HF 75-85 % der HF max 	<ul style="list-style-type: none"> • Sehr niedrig • Laktat: unter 2,0 mmol/l • HF 60-70 % der HF max

Abb. 10

4.2 Methoden des Ausdauertrainings

Zur Gestaltung einer Trainingseinheit in einem bestimmten Trainingsbereich bedient man sich ausgewählter Trainingsmethoden. Die einzelnen Methoden sind in sehr unterschiedlicher Weise für die verschiedenen Trainingsbereiche geeignet (vgl. Abb. 10). Für das Ausdauertraining lassen sich vier Grundmethoden unterscheiden: Dauermethoden, Intervallmethoden, Wiederholungsmethode und Wettkampfmethode. Die Belastungsparameter dieser Methoden unterscheiden sich vor allem in der Art der Pausengestaltung zwischen den

einzelnen Reizen und Reizserien (Abb. 11 aus BLUM/FRIEDMANN 2002, 44). Die Ausführungen zu den Trainingsmethoden basieren auf EISENHUT/ZINTL (2013, 114-126).

METHODEN des AUSDAUERTRAININGS	Intensität	Pause
Dauermethoden	unter der anaeroben Schwelle	keine
Intervallmethoden	über der anaeroben Schwelle	lohnend (unvollständige Erholung)
Wiederholungsmethode	annähernd maximal (jeweilige Bestzeit)	lang (vollständige Erholung)

Abb. 11

4.2.1 Dauermethoden

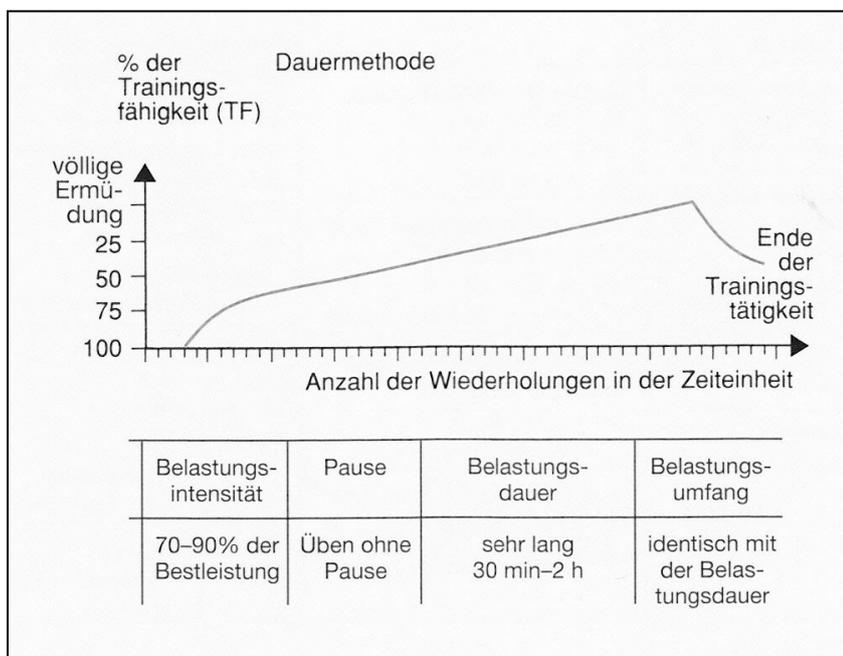


Abb. 12 aus EISENHUT/ZINTL 2013, 114

Bei den Dauermethoden liegt eine **ununterbrochene Belastung** vor. Der Trainingsgewinn ist vorrangig aus der langen Zeitdauer (bis zu 6 Stunden), in der die physiologischen Prozesse ziemlich konstant laufen, zu erwarten. Man unterscheidet mehrere Varianten: die kontinuierlichen Methoden mit gleichmäßigem Tempo, die variable Methode und das Fahrtspiel.

1. Kontinuierliche Methoden

Die Belastungsintensität ist konstant und liegt entweder im Bereich der aeroben Schwelle (**extensive DM**) oder nahe der anaeroben Schwelle (**intensive DM**). Sie darf nicht über der anaeroben Schwelle liegen. Ansonsten würde die für einen trainingswirksamen Reiz notwendige Belastungsdauer aufgrund zu früher Ermüdung nicht erreicht werden (Abb. 13).

kontinuierliche DAUERMETHODE	extensiv	intensiv
Intensität	aerobe Schwelle (ca. 60 - 80 % der Bestzeit)	aerob - anaerober Übergangsbereich (ca. 80 - 90 % der Bestzeit)
Dauer	ca. 80 min - 2 Stunden (Laufstrecken: ca. 15 - 30 km)	ca. 30 min - 60 min (Laufstrecken: ca. 6 - 15 km)

Abb. 13

verändert nach
BLUM/FRIEDMANN
2002, 45

Besondere Bedeutung haben die Dauermethoden – wegen ihrer langen Belastungsdauer – zum einen für Anpassungen des Stoffwechsels (Fettverbrennung, Vergrößerung der Glykogenspeicher) und zum anderen für die Ausbildung eines stabilen Bewegungstereotyps. Das Ziel ist dabei v.a. eine höhere Bewegungseffektivität und Bewegungsökonomie. Im ungünstigen Fall können sich aber auch unerwünschte Bewegungstereotypen stabilisieren. Um dies zu verhindern, kann die Ausprägung stabiler Stereotypen durch die Anwendung variabler Dauermethoden (Tempowechselmethode, Fahrtspiel) unterbrochen werden.

2. Tempowechselmethode

Die **Intensität** wird bei dieser Methode innerhalb einer gewissen Bandbreite zwischen niedrig und submaximal (z.B. Hf 140–170) **planmäßig variiert**. Nach einer kurzen Phase mit einer Intensität an der anaeroben Schwelle folgt eine längere Phase mit einer Intensität deutlich unterhalb der anaeroben Schwelle (etwa im Bereich der aeroben Schwelle). In dieser Zeit kann das Laktat im Blut wieder abgebaut werden.

3. Fahrtspiel

Beim Fahrtspiel (=Spiel mit der Geschwindigkeit) wird die **Intensität unsystematisch** (oder auch geländeangepasst) von niedrig bis maximal **variiert**. Das könnte beispielsweise so aussehen (Abb. 14 aus BLUM/FRIEDMANN 2002, 46):

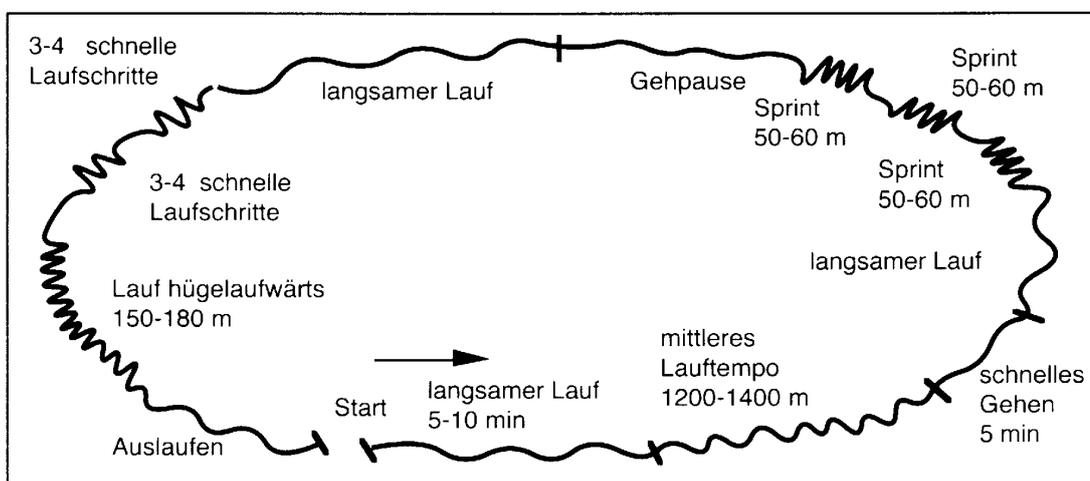


Abb. 14

4.2.2 Intervallmethoden

Für Intervallmethoden ist der planmäßige Wechsel von Belastungs- und Entlastungsphasen (aktiven Pausen) charakteristisch (lateinisch: intervallum = Zwischenraum, Pause). „Intervall“ steht daher für die Pausen, nicht für die Belastungsabschnitte! Zwischen den einzelnen Belastungen wird keine vollständige Erholung abgewartet. Da die Erholung logarithmisch verläuft, erholt sich der Körper im ersten Drittel der Erholungszeit etwa zu zwei Dritteln. Bei der unvollständigen Erholung der Intervallmethode wird nur dieses erste Drittel genutzt, man bezeichnet dies als **lohnende Pause** (Abb. 15).

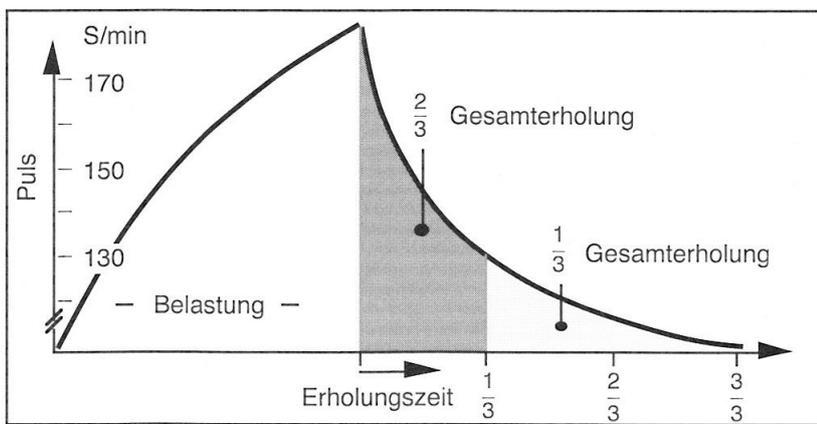


Abb. 15 aus BLUM/FRIEDMANN 2002, 47

Die Pausenlänge kann stark variieren. Sie ist umso kürzer, je besser der Trainingszustand (Grundlagenausdauer) und je kürzer die Belastung ist. Als **Orientierungshilfe** kann die **Herzfrequenz** dienen. Nach Erreichen einer Herzfrequenz von etwa 120-140 S/min kann der nächste Belastungsreiz gesetzt werden (Abb. 16 und 17 aus EISENHUT/ZINTL 2013, 115).

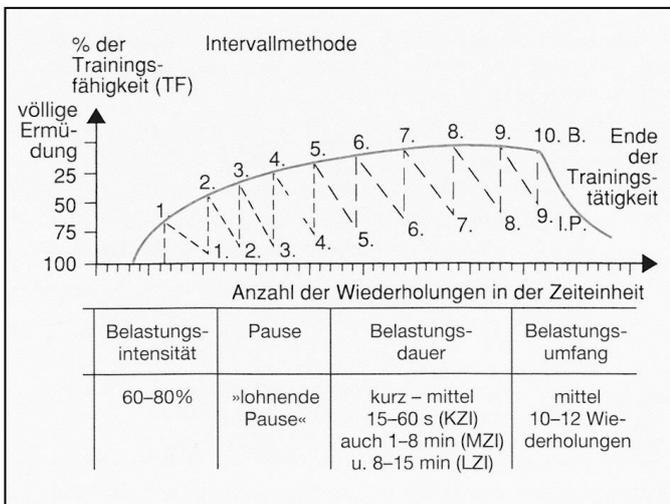


Abb. 16

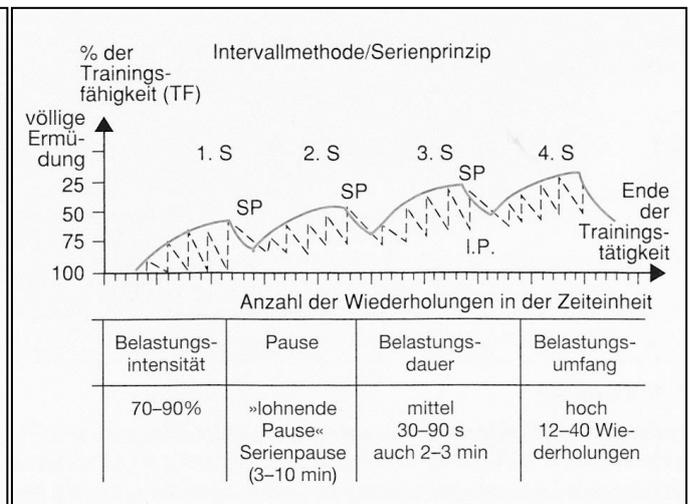


Abb. 17

Wird im Serienprinzip vorgegangen (Abb. 17), dann liegen zwischen den Serien (mit meist 3-6 Wiederholungen) sogenannte Serienpausen von längerer Dauer, um die sich schnell aufstockende Ermüdung zu verzögern.

In Abhängigkeit von der Belastungsintensität unterscheidet man die **extensive** und die **intensive Intervallmethode**:

INTERVALLMETHODE	extensiv	intensiv
Intensität (% der Bestzeit)	60 - 80 %	80 - 90 %
Dauer (Einzelreiz, Streckenlänge)	ca. 1 - 8 min (ca. 300 - 2 000 m)	ca. 14 sec - 4 min (ca. 100 - 1 200 m)
Umfang (Wiederholungen)	4 - 20	3 - 12 (3 - 4 Wiederh. in 3 - 4 Serien)

Abb. 18
verändert nach
BLUM/FRIEDMANN
2002, 45 (Intensitäts-
angaben bzgl. der
Bestzeit über die
jeweilige Teilstrecke.)

4.2.3 Wiederholungsmethode

Charakteristisch für die Wiederholungsmethode sind die maximale Intensität (90 - 100%), der geringe Umfang (3-6 Wiederholungen) und die **vollständige Erholungspause** (4 - 30 min).

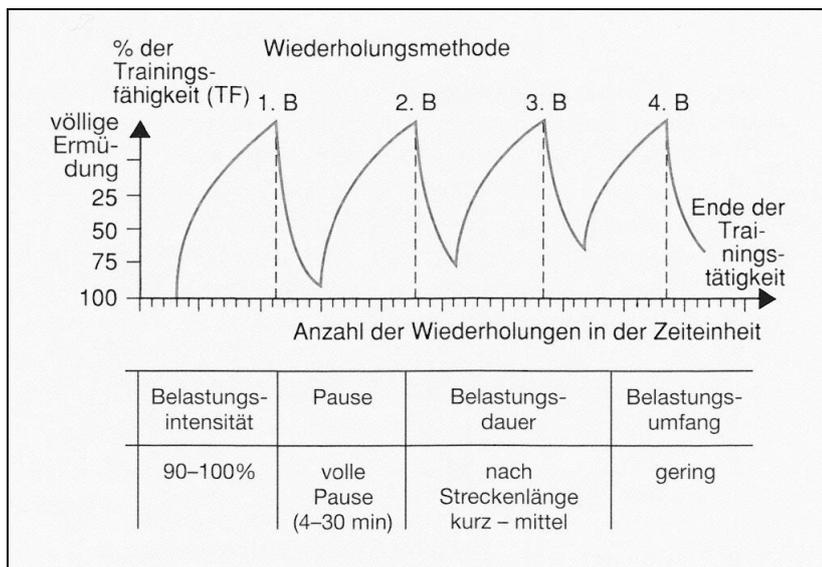


Abb. 19 aus EISENHUT/ZINTL 2013, 116

Die Herzfrequenz sollte bis zum Pausenende auf unter 100/min absinken. Die Belastungsdauer bzw. Streckenlänge kann beliebig variiert werden, so dass mit der Wiederholungsmethode sehr gezielt verschiedene Trainingswirkungen angesteuert werden können (Abb. 20). Allerdings wird diese Methode wegen der hohen Intensität nur im Leistungssport angewandt.

WIEDERHOLUNGSMETHODE	
Belastungsdauer	wesentliche Trainingswirkung
bis 20 sec	- Vergrößerung der Phosphatspeicher - Verbesserung der anaerob-laktaziden Energiegewinnung
30 - 60 sec	- Verbesserung der anaerob-laktaziden Energiegewinnung - Erhöhung der Säuretoleranz und Pufferkapazität
2 - 10 min	- Verbesserung der anaerob-laktaziden Energiegewinnung - Verbesserung der aeroben Energiegewinnung
über 10 min	- Verbesserung der aeroben Energiegewinnung

Abb. 20 aus BLUM/FRIEDMANN 2002, 48

4.2.4 Wettkampfmethode

Bei dieser Methode liegt eine einmalige wettkampftypische Beanspruchung vor (Abb. 21):

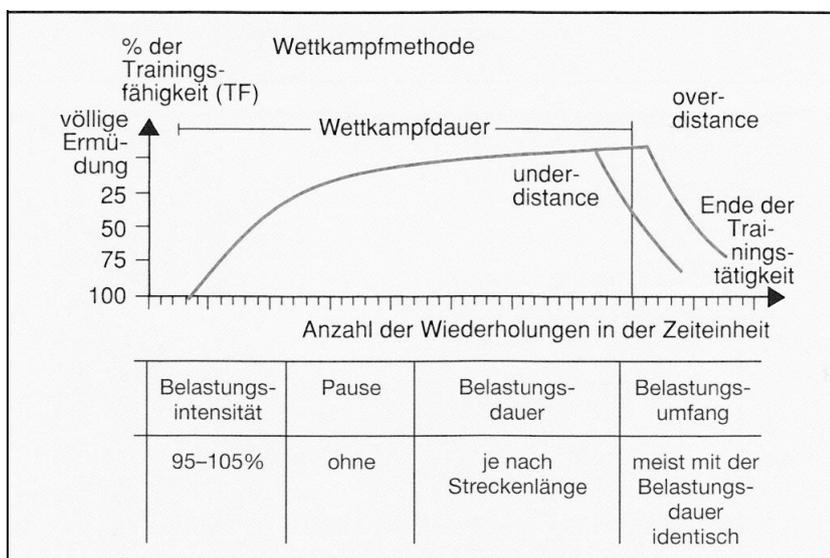


Abb. 21 aus EISENHUT/ZINTL 2013, 116

Es wird entweder die **Wettkampfdistanz**, eine **Unterdistanz** (mit etwas höherer Geschwindigkeit) oder eine **Überdistanz** (mit leicht reduzierter Geschwindigkeit) absolviert. Dies kann im Training mit Wettkampfsimulation oder wirkungsvoller als Testwettkampf (Aufbauwettkampf) durchgeführt werden. Eine weitere Variante ist die Aufteilung der Wettkampfdistanz in Teilstrecken („**gebrochene Strecke**“) mit sehr kurzen Unterbrechungen (Pausen) und maximaler bis supramaximaler Wettkampfgeschwindigkeit.

4.3 Training der allgemeinen Grundlagenausdauer

4.3.1 Grundlagenausdauertraining im Gesundheitssport/Fitnesssport

Eine gute körperliche Verfassung, die auf einer soliden Grundlagenausdauer basiert, gilt als ausgezeichnete gesundheitlicher Schutzfaktor. Regelmäßiges Ausdauertraining steigert die Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislaufsystems und intensiviert die Verbrennung von Körperfetten. Es kann Herz-Kreislauf-Erkrankungen (Bluthochdruck, erhöhter Blutfettspiegel,

Herzinfarkt etc.), Organleistungsschwächen und Übergewicht verhindern bzw. verzögern oder auch reduzieren. Unmittelbar nach (ausdauer)sportlicher Aktivität wird meist eine Verbesserung der Befindlichkeit bzw. der Stimmung beobachtet („feeling-better“-Phänomen). Langfristig ist bei regelmäßigem Training eine Zunahme der Infektabwehr zu erwarten.

Für das Ausdauertraining eignen sich neben dem Laufen z. B. auch Schwimmen, Radfahren, Mountainbiking, Inline-Skating, Skilanglauf, Wandern, Bergwandern, (schnelles) Walking, Nordic Walking, Aquajogging sowie nicht zu intensive Lauf- und Ballspiele längerer Dauer (Fußball, Badminton, Feldhockey, Geländespiele etc.).

Für die volle präventiv-gesundheitliche Wirkung müssen durch Training Anpassungen im Herz-Kreislauf-System, im Stoffwechsel und in der Blutgerinnung ausgelöst werden. Mit einem reduzierten Trainingsaufwand (vgl. **Minimalprogramm** in Abb. 22 aus BLUM/FRIEDMANN 2002, 49) werden meist nur die Wirkungen auf das Herz-Kreislauf-System erreicht:

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

Abb. 22

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

Im Minimalprogramm ist GA 1-Training nach der kontinuierlichen extensiven Dauermethode physiologisch am wirksamsten. Zu Trainingsbeginn können aber auch intermittierende Belastungen (Gehen und Laufen im Wechsel) durchgeführt werden.

Für hohe Gesundheitsstabilität und allgemeine Fitness müssen Intensität und Umfang nach einiger Zeit erhöht werden. Ein **Optimalprogramm** für Fortgeschrittene erfordert Belastungen zwischen aerober und anaerober Schwelle, d.h. GA 1/2-Training (extensive Dauermethode bei einstündiger Belastung, intensive und variable DM bei kürzerer Belastung), und einen Gesamtumfang von etwa 3 Stunden (2-4 Stunden) pro Woche (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 135-145).

Vor allem für das Gesundheitstraining gilt: **Lieber lang als intensiv** trainieren. Der Anteil der Fettverbrennung im Körper sinkt bei höherer Intensität, außerdem werden dann zunehmend mehr Stresshormone ausgeschüttet.

Belastungssteuerung im Gesundheitstraining:

Die Belastung wird in der Regel über die Pulsfrequenz gesteuert. Es weisen jedoch auch gewisse körperliche Zustände auf eine entsprechende Belastungsintensität hin:

- Können problemlos ganze Sätze gesprochen werden (Sprechtest), so liegt eine geringere Belastung (Puls meist unter 150-160) vor, welche die Fettverbrennung begünstigt. Dasselbe gilt, wenn beim Laufen je 4 Schritte lang eingeatmet und ausgeatmet wird.
- Atemnot und ein zunehmendes Ziehen (Brennen) in der beanspruchten Muskulatur deuten auf die Anhäufung von Laktat (Milchsäure) in der Muskulatur und damit auf eine sehr intensive Belastung hin. Im Gesundheitstraining sollte dies vermieden werden!

4.3.2 Grundlagenausdauertraining im Leistungssport (Nichtausdauer-Disziplinen)

Um ein hohes Trainingspensum, lange Wettkampfdauern und Wettkampfstress ohne wesentliche Leistungseinbußen überstehen zu können, ist auch in Sportarten mit geringerer Bedeutung der Ausdauer (z.B. Kraftsport, Gerätturnen, Eiskunstlauf, Ski alpin, leichtathletische Sprint-, Sprung-, Wurf- und Stoßdisziplinen) ein Training der allgemeinen Grundlagenausdauer von Bedeutung. Um überhaupt Anpassungen zu erzielen, hat sich dieses Grundlagenausdauertraining am Minimalprogramm im Gesundheitssport zu orientieren. Um negative Auswirkungen auf das Fasertypenmuster der Skelettmuskulatur zu vermeiden, ist eine Ausrichtung auf das Optimalprogramm nicht unbedingt sinnvoll. Aus dem gleichen Grund kommen neben der extensiven Dauer- auch die extensive Intervallmethode mit Mittelzeitintervallen (1-3 min, 9-15 Wdh.) sowie die intensive Intervallmethode mit extremen Kurzzeitintervallen und hohem Umfang (6-9s, 9-15 Wdh.) zur Anwendung, um die aerobe Stoffwechsellkapazität zu verbessern.

Um deutliche Trainingsanpassungen zu erreichen, sind etwa 10-15 Wochen Grundlagenausdauertraining erforderlich. Bei kürzeren Trainingsphasen sind die Anpassungen instabil und gehen in wenigen Wochen wieder verloren (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 145f.).

4.4 Training der azyklischen Grundlagenausdauer

Azyklische Grundlagenausdauer wird vor allem benötigt in den **Spielen** Fußball, Handball, Basketball, Eishockey, Hockey, Wasserball, Badminton und Volleyball sowie in den **Zweikampfsportarten** Boxen, Ringen, Judo und Fechten.

Um stabile Verbesserungen der Grundlagenausdauer zu erzielen, ist in der Phase des forcierten Ausdauertrainings mit einem effektiven **Wochenumfang von 2-3 Stunden** und einem **Trainingszyklus von 8-12 Wochen** zu planen. Zum Erhalt eines ausreichenden Niveaus ist in Verbindung mit dem sonstigen Training eine TE pro Woche ausreichend.

Azyklisches Grundlagenausdauertraining bewegt sich überwiegend zwischen aerober und anaerober Schwelle, d.h. im GA 1/2-Bereich. Dem intervallartigen Charakter und dem starken Intensitätswechsel kommen die variable Dauermethode, die intensive Intervallmethode mit extremen Kurzzeitintervallen und hohem Umfang (6-9s, 9-15 Wdh.) sowie die intensive Intervallmethode mit Kurzzeitintervallen (20-40s, 6-10 Wdh.) besonders entgegen. Die extensive Dauermethode kommt mehr zur Regeneration und zur Stabilisierung des allgemeinen Konditionsniveaus zum Einsatz.

Trotz der azyklischen Bewegungsstruktur in den Wettkämpfen wird die azyklische Grundlagenausdauer mit zyklischen Bewegungen trainiert, die der Sportdisziplin nahe stehen: z.B. für Fußball Laufen und Springen, für Handball Laufen und Werfen, für Volleyball Springen und Schlagen, für Wasserball Schwimmen, für Boxen Laufen, Seilspringen, Sandsackboxen und Schattenboxen, für Ringen und Judo einfaches Bodenturnen und Zirkelübungen. Eine besondere Bedeutung hat das Kreistraining mit intensiver Intervallbelastung (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 147ff.).

5 Trainingssteuerung

„Den richtigen Trainingsbereich zur richtigen Zeit einzusetzen – das ist der Kern der Trainingssteuerung“ (MARQUARDT 2014, 87). Daraus ergeben sich drei zentrale Aufgaben der Trainingssteuerung:

- Durch Maßnahmen der **aktuellen Belastungssteuerung** soll während der Trainingseinheit sichergestellt werden, dass ein bestimmter Trainingsbereich eingehalten wird.
- Die **tägliche Trainingssteuerung** soll helfen, für jede Trainingseinheit bzw. jeden Trainingstag die optimalen Trainingsbereiche auszuwählen und die Reizwirksamkeit der Einheiten zu beurteilen.
- Mit Hilfe der **mittelfristigen Trainingssteuerung** soll die Leistungsentwicklung in größeren Zeitabschnitten kontrolliert und beurteilt werden, um gegebenenfalls korrigierend in die tägliche Trainingssteuerung eingreifen zu können.

5.1 Aktuelle Belastungssteuerung

Jeder Trainingsbereich stellt – im Zusammenhang mit der gewählten Methode – eigene Anforderungen an die Belastungsintensität, die Belastungsdauer und den Belastungsumfang. Während sich die Dauer und der Umfang einfach messen lassen (z.B. per Uhr), ist die Bestimmung der für den jeweiligen Trainingsbereich entscheidenden Intensität bzw. zugehörigen Geschwindigkeit ungleich schwieriger. Bewährte Messgrößen sind die Herzfrequenz (HF), das Laktat im Blut und die Fortbewegungsgeschwindigkeit, neuerdings ergänzt durch die Herzfrequenzvariabilität. Eine weitere Möglichkeit ist das Training nach Gefühl. Das zeitengesteuerte Training richtet sich nach Splitzeiten für die unterschiedlichen Trainingsstrecken, die zuvor aus der Zielzeit des Athleten über seine Wettkampfdistanz berechnet wurden. Diese Methode gehört in die Hände von sehr erfahrenen Trainern, da sonst eine Überlastung im Trainingsprozess droht. Freizeitsportler und selbst Leistungssportler haben hierfür in der Regel nicht die notwendigen Rahmenbedingungen!

5.1.1 Herzfrequenzmessung

Die HF benötigt nur kurze Zeit (1-2 min bei Trainierten), um sich auf das vorgegebene Belastungsniveau einzuregulieren. Vor allem bei überwiegend aerober Stoffwechsellage ist die HF geeignet, die Intensität zu beurteilen. Sie bietet unmittelbare Rückmeldung über den biologischen Aufwand bei der Bewältigung der Leistung: Je größer der biologische Aufwand, desto höher die HF.

Die Höhe der HF erlaubt (auf der Basis eines Laktatleistungstests) auch Rückschlüsse auf die Laktatbildung. Erreicht die HF etwa 90% des individuellen Maximalwerts (HF_{max}), dann kann daraus nicht mehr auf die Höhe der Laktatbildung geschlossen werden, da in stark anaerober Stoffwechsellage fortwährend Laktat angehäuft wird.

Die Messung der HF ist im Zeitalter der Pulsuhren kein Problem. Wesentlich schwieriger ist die Zuordnung der gemessenen HF zur Belastungsintensität, d.h. zum Trainingsbereich, weil die Pulswerte verschiedener Athleten individuell höchst unterschiedlich sein können, obwohl eine vergleichbare Intensität vorliegt. Pauschale Herzfrequenzbereiche für bestimmte Intensitäten, die in vielen Büchern aufgeführt werden (z.B. HF 125-140/min für niedrige Intensität beim Laufen), sind daher äußerst problematisch. Was für den einen passt, unterfordert oder überfordert einen anderen. Insbesondere nimmt mit fortschreitendem Lebensalter die maximale HF ab. Damit sinken auch die Pulswerte der Trainingsbereiche!

Wesentlich genauer ist es, wenn die Trainings-HF von der **maximalen Herzfrequenz** abgeleitet wird. Die einfachste Möglichkeit dafür sind Faustformeln für die HF_{max} (Abb. 23):

Empfohlene Schätzung für HF_{max}	Beispiele	
220 – Lebensalter	20 Jahre = 200/min	50 Jahre = 170/min
200 – ½ Lebensalter	20 Jahre = 190/min	50 Jahre = 175/min
210 – 0,8 Lebensalter	20 Jahre = 194/min	50 Jahre = 170/min

Abb. 23 verändert nach NEUMANN 2013, 208 (Abweichungen von ± 10 Schlägen/min gelten als normal)

Aber auch hier sind erhebliche individuelle Abweichungen von diesen Durchschnittswerten häufig. Eine vernünftige Belastungssteuerung ist so nicht erreichbar. Die weitaus zuverlässigere Methode ist ein **Test**, mit dem die HF_{max} für die jeweilige Sportart bestimmt wird. Dazu muss eine vollständige Ausbelastung erfolgen. Menschen mit einer Vorerkrankung des Herz-Kreislauf-Systems können diesen Test daher nicht durchführen. Für den Leistungssportler ist dies jedoch eine ausreichend genaue und kostenlose Methode.

Die zu den jeweiligen Trainingsbereichen gehörenden Herzfrequenzen hängen allerdings noch von der Sportart ab (s.u.). Für das Laufen lassen die Trainingsbereiche nach MARQUARDT (2014, 92) in Abhängigkeit von der maximalen Herzfrequenz wie folgt berechnen (Abb. 24):

Trainingsbereich	KOMP	GA 1	GA 1/2	GA 2	WSA
% der HF_{max}	< 65%	65-80%	80-85%	85-95%	> 95%

Abb. 24 Ableitung der Trainingsbereiche für das Laufen von der HF_{max}

Allgemeine Angaben für „alle“ Ausdauersportarten finden sich in obiger Abb. 10:

Trainingsbereich	KOMP	GA 1	KA 1	GA 2	KA 2	WSA
% der HF_{max}	60-70%	65-80%	75-85%	80-90%	75-95%	> 90%

Abb. 25 Ableitung der Trainingsbereiche von der HF_{max} nach NEUMANN 2013, 141.

Bei der **KARVONEN-Formel** (nach Martti J. Karvonen) wird neben der maximalen Herzfrequenz auch die Herzfrequenz in Ruhe (Ruhepuls) zur Bestimmung der Trainingsbereiche berücksichtigt: Die Differenz zwischen der HF_{\max} und der HF_{Ruhe} ergibt die sogenannte Herzfrequenz-Reserve (HFR), also den Wert, um den die Herzfrequenz bei Belastung höchstens ansteigen kann. Die Zielherzfrequenz im Training wird berechnet:

$$\text{Zielherzfrequenz} = \text{Ruheherzfrequenz} + (\text{Herzfrequenzreserve} \times \text{Intensität})$$

Kurz: $HF_{\text{train}} = HF_{\text{Ruhe}} + (HF_{\max} - HF_{\text{Ruhe}}) \times \text{Faktor}_{\text{Intensität}}$

Für den Intensitätsfaktor wird bei Untrainierten 0,5 empfohlen, also z.B.

$$HF_{\text{train}} = 72 + (200 - 72) \times 0,5 = 136 \text{ für einen Untrainierten mit } HF_{\max} = 200 \text{ und } HF_{\text{Ruhe}} = 72$$

Bei Ausdauertrainierten werden höhere Intensitätsfaktoren vorgeschlagen, z.B. 0,6 für extensives Ausdauertraining und 0,8 für intensives Ausdauertraining. Verfügbare Tabellen für die Trainingsbereiche sind kritisch zu betrachten, weil dabei die Intensität oft als Prozentsatz der HF_{\max} angegeben ist und nicht als für die Karvonen-Formel angepasster Faktor. Auch die Karvonen-Formel berücksichtigt nicht sportartspezifische und geschlechtsspezifische Unterschiede.

Als sicherste Methoden zur Bestimmung der Herzfrequenzbereiche für die verschiedenen Trainingsbereiche gelten die Laktatleistungsdiagnostik und die Spiroergometrie (s.u.). Beide Verfahren sind aber mit erheblichen Kosten verbunden und müssen für zuverlässige Werte sportartspezifisch durchgeführt werden.

Dies hängt zum einen mit der sportartspezifischen Anpassung der Leistungsfähigkeit zusammen und zum anderen mit den unterschiedlichen Trainingsherzfrequenzen für vergleichbare Belastungsstufen in verschiedenen Sportarten. Erfahrungsgemäß liegen diese beim Radfahren und Skilanglaufen etwa 8-10%, beim Schwimmen etwa 6-7% niedriger als beim Laufen (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 177ff.; MARQUARDT 2014, 92f., 106f.; NEUMANN 2013, 205ff.).

Somit bleibt als praktikabler Weg ohne spezifische Leistungsdiagnostik die Verwendung moderner Sportuhren, die in der Lage sind, die individuellen Herzfrequenzbereiche anhand der eingegebenen und gemessenen Größen relativ zuverlässig zu bestimmen.

5.1.2 Laktatmessung

Im leistungssportlichen Training ist neben der Steuerung über die Herzfrequenz die Festlegung der Intensität mittels der Messgröße Laktat verbreitet. Durch die Laktatkonzentration im Blut (niedriger als die im arbeitenden Muskel) wird ein Einblick in die Stoffwechselverhältnisse gewonnen. Steigt die Intensität über ein gewisses Niveau an, sodass die erforderliche Energie nur über eine erhöhte Glykolyse bereitgestellt werden kann, dann hat dies einen fortwährend ansteigenden Blutlaktatspiegel zur Folge (Abb. 26):

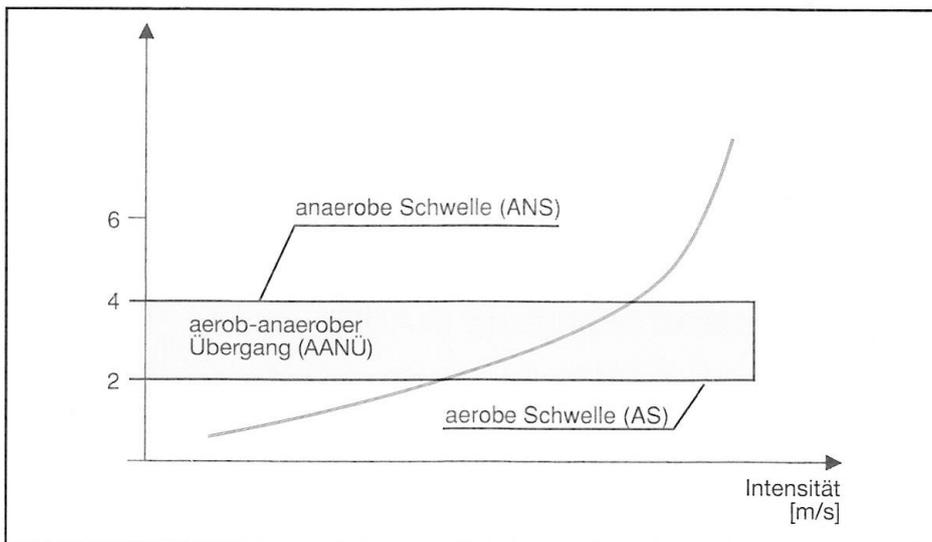


Abb. 26 Laktatleistungskurve mit Laktatschwellenbereichen (aus EISENHUT/ZINTL 2013, 72)

Anhand der Blutlaktatwerte kommt man zu einer Einteilung der Ausdauerleistung in verschiedene Intensitätsgrade (Abb. 27):

dominant aerober Belastungsbereich			anaerobe Schwelle	dominant anaerober Belastungsbereich
stark aerober Belastungsbereich	aerobe Schwelle	aerob-anaerober Übergangsbereich		

Abb. 27 (aus PETERS 1998, 73)

Die **aerobe Schwelle** (AS) ist allgemein festgesetzt auf 2 mmol Laktat pro Liter Blut und entspricht somit einer Belastungsintensität, bei welcher der Laktatspiegel diesen Wert gerade übersteigt. Bei Belastungsintensitäten unterhalb dieser Schwelle erfolgt die Energiegewinnung fast ausschließlich aerob; der Laktatspiegel bleibt in der Nähe des Ruhewertes von ca. 1 – 1,8 mmol/l (Laktat wird immer gebildet! Vgl. Kap. 7). Ausdauerbelastungen, die eine Laktatkonzentration unterhalb der aeroben Schwelle auslösen, kann man über eine sehr lange Zeit hinweg aushalten. Deshalb wird die aerobe Schwelle auch *Dauerleistungsgrenze* genannt.

Der **aerob-anaerobe Übergangsbereich** (AANÜ) ist der Bereich zwischen der aeroben und anaeroben Schwelle. Die Laktatbildung nimmt mit steigender Belastungsintensität zu. Das im

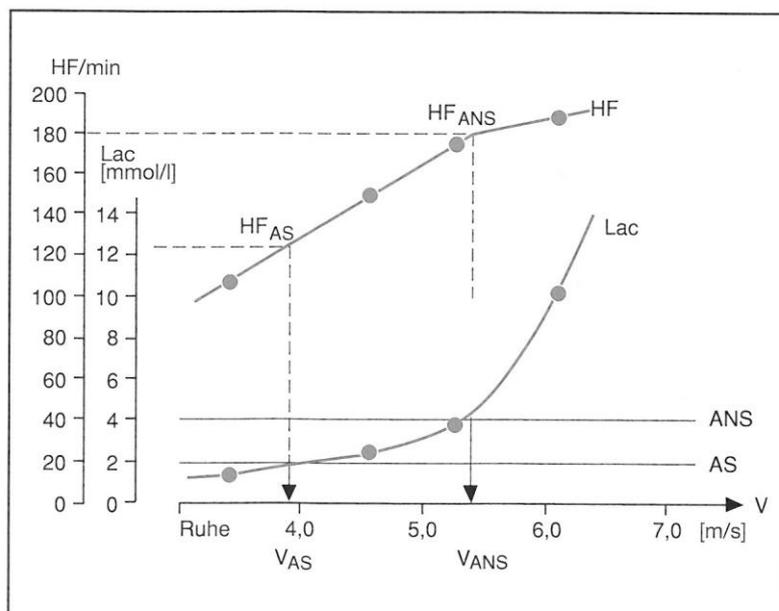
Muskel anfallende Laktat tritt in das Blut über, wo es gepuffert und zu Organen abtransportiert wird, die Laktat abbauen können (Herzmuskel, Leber, wenig arbeitende Muskulatur). Insgesamt bleiben Laktatbildung und Laktatabbau im Gleichgewicht (*Laktat-Steady-state*).

Die **anaerobe Schwelle** (ANS) liegt etwa bei 4 mmol Laktat/l Blut, sie ist jedoch abhängig vom Trainingszustand. Bei Belastungsintensitäten an dieser Schwelle liegt ein maximales Laktatgleichgewicht vor, d.h. Laktatbildung und Laktatabbau stehen gerade noch im Gleichgewicht: *maximales Laktat-Steady-state*.

Eine höhere Belastungsintensität führt zu einem starken Anstieg des Laktatspiegels. Die Sauerstoffaufnahme reicht nicht mehr aus, den Gesamtenergiebedarf zu decken, es kommt zur schnellen Erschöpfung durch Übersäuerung.

Anmerkung: Der Zahlenwert „4 mmol/l“ zur Trennung dominant aerober von dominant anaerober Leistung ist nur von statistischer Aussagekraft. Die **individuelle anaerobe Schwelle** (iANS) ist von der Veranlagung, besonders aber vom Trainingszustand der getesteten Person abhängig. Bei Ausdauer-Leistungssportlern liegt sie meist tiefer (2,5-3 mmol/l), bei untrainierten Personen eher höher (5-6 mmol/l).

Um diese Laktatschwellen zu bestimmen, muss eine **Laktatleistungskurve** aus einem sportartspezifischen Stufentest mit ansteigender Belastung erstellt werden. Zur Belastungssteuerung im Training werden aber nicht laufend die Laktatwerte gemessen, sondern andere Leistungsparameter genutzt, die mit den Schwellenwerten zusammenhängen (Abb. 28): die Herzfrequenz (HF/min), die Fortbewegungsgeschwindigkeit oder die Leistung (in Watt). Aus der Laktatleistungskurve und der gleichzeitig mitbestimmten Pulskurve können die



Herzfrequenzbereiche bzw. die Geschwindigkeitsbereiche oder die Leistungsbereiche abgelesen werden, die mit den jeweiligen Schwellenwertbereichen korrespondieren und so die Trainingsbereiche (vgl. Abb. 10) bestimmt werden (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 71-74; 180-186).

Abb. 28 (aus EISENHUT/ZINTL 2013, 170)

5.1.3 Geschwindigkeitsmessung

Eine weitere Möglichkeit der Festlegung der Trainingsintensität ist die Ableitung der zum Trainingsbereich passenden Fortbewegungsgeschwindigkeit aus der Wettkampfgeschwindigkeit. Weil dafür die Streckenlänge mitentscheidend ist, unterscheiden sich die Richtwerte nicht nur sportartspezifisch, sondern auch disziplinspezifisch. Denn mit zunehmender Wettkampfdauer (KZA bis LZA IV) werden die Wettkampfgeschwindigkeiten ja immer niedriger (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 186f.).

Abb. 29: Beispiel für das Langstrecken-Lauftraining im Freizeitsport (verändert nach EISENHUT/ZINTL 2013, 187)

<i>Trainingsbereich</i>	<i>Geschwindigkeit</i>
GA 1	75-80% der WK-Geschwindigkeit
GA 2	85-95% der WK-Geschwindigkeit
WSA	95-105% der WK-Geschwindigkeit

Von Bedeutung ist diese Art der Belastungssteuerung vor allem bei kurzer Dauer der Einzelbelastungen im GA 2- und im WSA-Bereich (z.B. im Intervalltraining), wenn die Herzfrequenz und der Laktatspiegel wegen ihrer verzögerten Anpassung an die Belastung nicht als Steuergröße taugen. Zu bedenken ist allerdings, dass z.B. der Wind, nicht exakt ebenes Gelände, der Untergrund, die Außentemperatur usw. die Belastungsintensität bei gleicher Geschwindigkeit erheblich beeinflussen können.

5.1.4 Messung der Herzfrequenzvariabilität

Eine besonders einfache Möglichkeit der Belastungssteuerung bieten Pulsuhren, welche aus der Herzfrequenzvariabilität (HRV) die Trainingsbereiche bestimmen. Sie machen sich die Tatsache zunutze, dass das Herz in Ruhe nicht in exakt gleichen Abständen, sondern unrhythmisch schlägt. Je angespannter und angestrongter ein Mensch ist, desto regelmäßiger wird der Pulsschlag. Bei etwa 60 Prozent der maximalen Herzfrequenz wird der Herzschlag nahezu komplett rhythmisch. Durch einen einfachen Test mit ansteigender Belastung ermitteln entsprechende Pulsuhren aus dem Absinken der Herzfrequenzvariabilität selbstständig die Trainingsbereiche (vgl. MARQUARDT 2014, 94ff.; NEUMANN 2013, 56ff.).

5.1.5 Training nach Gefühl

Jedem Trainingsbereich kann auch ein subjektives Gefühl zugeschrieben werden. Mit zunehmender Erfahrung ist ein Sportler immer besser in der Lage, aus dem Gesamtbild seiner Körperfunktionen zu erkennen, in welchem Belastungsbereich er sich gerade befindet. Eine Übersicht zum Lauftraining hat MARQUARDT (2014, 94f.) zusammengestellt (vgl. Abb. 30):

Intensitätsbereich	REKOM	GA1
Laktat	< 1,5	1,5-2
Puls	< 65%	65-80 %
Schritte/Atemzug		4
Gefühl	Puls und Atmung sind kaum beschleunigt. Sie können sich in langen Gesprächen mit Ihren Trainingspartnern unterhalten. Sie schwitzen kaum, und es ist keinerlei Willenskraft erforderlich, um sich im angegebenen Bereich zu bewegen. Die Freude an der Bewegung steht im Vordergrund. Wenn Sie diesen Trainingsbereich einsetzen, sind Sie auch gar nicht leistungsbereit und wollen allenfalls die Regeneration beschleunigen. Bedenken Sie, dass ein Training in diesem niedrigen Intensitätsbereich aber nur dann der Erholung dient, wenn die Trainingsdauer kurz bleibt!	Es kommt zu einem mäßigen Anstieg der Pulsfrequenz, und auch die Atmung ist ein wenig beschleunigt. Sie empfinden dies jedoch nicht als unangenehm, sondern könnten diese Belastung problemlos auch über Stunden aufrechterhalten. Sie fühlen sich wohl, schwitzen leicht und können immer noch ganze Sätze mit Ihren Trainingspartnern austauschen, ohne kurzatmig zu werden. Es verlangt Ihnen nur wenig Willenskraft ab, in diesem Tempobereich zu trainieren.
GA1/2	GA2	WSA
2-3	3-6	> 6
80-85 %	85-95 %	> 95 %
4	3	2
Sie spüren hier eine beschleunigte Atmung und einen erhöhten Puls. Das Tempo liegt etwas über dem GA1-Bereich, und Sie können nur noch einen oder zwei längere Sätze bequem sprechen. Sie schwitzen zunehmend und müssen sich mäßig anstrengen, um das Tempo zu halten. Sie schaffen gerade noch vier Schritte pro Atemzug. Läufer mögen diesen Bereich oft sehr gern, da sie das Gefühl haben, hier am effektivsten zu laufen. Vorsicht: Von diesem Trainingsbereich geraten Sie leicht in den GA2-Bereich.	Sie spüren sofort, wie sich Ihre Atmung stark beschleunigt und die Pulsfrequenz steigt. Mental ist eine hohe Spannkraft erforderlich, um ein Training in diesem Bereich zu absolvieren. Die Lust, sich mit anderen Läufern zu unterhalten, sinkt, und es wird schwierig, noch einen ganzen Satz herauszubringen. Sie machen nur noch drei Schritte pro Atemzug. Die Schweißproduktion wird stärker, Sie suchen nach Luft und Kühlung. Die Beine beginnen zu schmerzen, sie werden »sauer«. Freizeitsportler brauchen nicht in diesem Bereich zu trainieren!	Atmung und Puls sind maximal beschleunigt. Es ist ein Maximum an Willenskraft erforderlich, um Ihren Körper in diesen Trainingsbereich zu führen. Sie können Ihren Trainingskollegen allenfalls kurze Worte zurufen. Pro Atemzug machen Sie nur noch zwei Schritte. Die Beine schmerzen, und Sie müssen die Zähne zusammenbeißen. Die Laktatansammlung und die Erschöpfung sorgen für ein großes Unlustempfinden, weshalb Sie für ein solches Training sehr motiviert sein müssen. Wichtig: Der WSA-Bereich bleibt den Leistungssportlern und Profis vorbehalten.

Abb. 30

Zur Bewertung des subjektiven Belastungsempfindens wurde von Gunnar BORG die nach ihm benannte BORG-Skala (RPE-Skala) entworfen, in der die Belastung zwischen 6 (überhaupt nicht anstrengend) und 20 (maximal anstrengend) eingeordnet wird. Diese RPE-Skala (Rate of Perceived Exertion) wird vor allem in wissenschaftlichen Veröffentlichungen verwendet. Modifizierte BORG-Skalen (RPD = Received perception of dyspnea, CR10-Skala) beziehen die empfundene Atemnot mit ein. Die CR10-Skala (Category Ratio Scale) reicht von 0 (überhaupt keine Atemnot) bis 10 (maximale Atemnot) und findet vor allem in der Rehabilitation und in Funktionstests Anwendung (vgl. LÖLLGEN 2004).

5.2 Tägliche Trainingssteuerung

Wesentlich komplexer als die Bestimmung der aktuellen Belastungsintensität gestaltet sich die Auswahl der Trainingsbereiche für jede Trainingseinheit bzw. jeden Trainingstag. Sie zielt letztlich auf die optimale Ausnutzung der Superkompensation ab. Infolgedessen ist sie nicht nur von den Trainingszielen bestimmt, sondern auch von der Reizwirksamkeit und vom Regenerationsverlauf, d.h. vom Prinzip der optimalen Relation von Belastung und Erholung. Werden mehrere Trainingsreize (Trainingseinheiten) vor einer ausreichenden Erholungspause gesetzt, um den Effekt der „summierten Wirksamkeit“ zu erzielen, dann treffen die Reize meistens auf einen noch nicht erholten Organismus. Für die Reihenfolge der Trainingsbereiche innerhalb der (mehrtägigen) Belastungsphase ist daher das Prinzip der richtigen Belastungsfolge zu beachten: z.B. Koordinations-, Schnelligkeits-, Schnellkrafttraining nur im erholten Zustand, WSA- und GA2-Training vor GA1-Training am selben Tag.

Um die Wirksamkeit der einzelnen Trainingsreize und das Ausmaß der Ermüdung beurteilen zu können, stehen dem Hobbysportler wie dem Leistungssportler kaum objektive Daten zur Verfügung. Lediglich im Hochleistungssport besteht die Möglichkeit, anhand von Messgrößen den **Anstrengungsgrad** (über den stressbedingten Anstieg von Noradrenalin und Cortisol im Blut), die **aktuelle muskuläre Belastbarkeit** (über die Kreatinkinase-Aktivität im Blut) sowie die **Belastungssummation** durch mehrere Trainingseinheiten am Tag bzw. ohne vollständige Regeneration (über die morgendliche Serumharnstoffkonzentration im Blut) sicherer zu beurteilen. Für alle anderen Sportler bleiben als Indikatoren für den Anstrengungsgrad der HF-Verlauf während der Trainingseinheit und für den **Verlauf der Regeneration** die Ruhe-HF sowie die Variabilität der Ruhe-HF. Bereits ein Ansteigen der Ruhe-HF um 6-8 Schläge/min signalisiert eine unvollständige Regeneration, eine (beginnende) Erkrankung oder den Anfang eines Übertrainings (vgl. NEUMANN 2013, 217ff.). Auf die gleichen Ursachen weist eine

Abnahme der Herzfrequenzvariabilität (HRV) in Ruhe hin. Zeigt die HRV über mehrere Tage deutlich erniedrigte Werte, verbunden mit einer Abnahme der Leistungsfähigkeit und einer verminderten Leistungsbereitschaft, dann sollte ein beginnender Übertrainingszustand ausgeschlossen werden und eine aktuelle Korrektur der Trainingsbelastung erfolgen. Auf der anderen Seite lässt eine kontinuierliche Zunahme der HRV auf eine positive Belastungsverarbeitung schließen (vgl. NEUMANN 2013, 56ff.). Umso wichtiger ist daher die **Trainingsdokumentation** für die Beurteilung des Regenerationsverlaufs. Das Trainingstagebuch sollte nicht nur alle Belastungsparameter dokumentieren, sondern z.B. auch die morgendliche Ruhe-HF, evtl. auch die Ruhe-HRV, das Gewicht, die Befindlichkeit vor, während und nach den Trainingseinheiten, die Schlafdauer sowie Stressbelastungen außerhalb des Trainings. Die subjektiven Einschätzungen helfen bei der Trainingssteuerung!

5.3 Mittelfristige Trainingssteuerung

Die exakte Trainingsdokumentation ist die Basis für regelmäßige Trainingsanalysen. Deren Ziel ist die Bewertung der realisierten Trainingsinhalte in Form eines Soll-Ist-Vergleichs, um eventuelle Fehler und Reserven aufzudecken. Die Trainingsanalyse ist eine wichtige Voraussetzung für die Beurteilung der Wirksamkeit des Trainings und für die weitere Belastungsgestaltung.

Den erreichten Anpassungs- bzw. Leistungszustand (Ist-Zustand) kann man jeweils nach mehreren Wochen durch Testwettkämpfe, durch sportpraktische Feldtests sowie durch funktions- und leistungsdiagnostische Untersuchungen im Labor zu erfassen und zu beurteilen versuchen. Zu den bekanntesten Testverfahren zählen der Conconi-Test (Feldtest auf der Laufbahn) und standardisierte Ergometerbelastungen (Fahrradergometer, Laufband) wie die Spiroergometrie und der Laktatleistungstest. Gemessen werden dabei die Laufgeschwindigkeit bzw. die Tretleistung, die Herzfrequenz sowie (beim Laktatleistungstest) die Blutlaktatkonzentrationen und (bei der Spiroergometrie) die Sauerstoffaufnahme. Die Problematik von Labortests zur Kontrolle und Beurteilung der Entwicklung der spezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit ist die erhebliche Abhängigkeit der Testergebnisse von der Art des Ergometers und damit vom Bewegungsablauf. Die besten Leistungswerte liefert naturgemäß die sportartspezifische Bewegungsform. Daher ist für eine wirklich aussagekräftige Leistungsdiagnostik die Verwendung eines sportartspezifischen Ergometers Voraussetzung (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 167-176; NEUMANN 2013, 221-236).

Am Beispiel des Laktatleistungstests soll hier kurz die Analyse der Leistungsentwicklung dargestellt werden. Aus dem **Vergleich zweier Laktatleistungskurven** desselben Athleten (Abb. 31 aus EISENHUT/ZINTL 2013, 171) kann Entscheidendes über die Wirkung des dazwischen absolvierten Trainings festgestellt werden:

- Eine Rechtsverschiebung vor allem im unteren Kurvenbereich (Abb. 31a) bedeutet eine Leistungssteigerung im niedrigen Intensitätsbereich, d.h. eine Verbesserung der Grundlagenausdauer. Das maximale Laktat-Steady-state wird erst bei höheren Werten der Herzfrequenz und der Sauerstoffaufnahme erreicht, die Fortbewegungsgeschwindigkeit an der anaeroben Schwelle ist somit höher. Eine Linksverschiebung weist demgemäß auf eine Verschlechterung der Grundlagenausdauer hin.
- In der Praxis ist mit der Rechtsverschiebung sehr oft ein Steilerwerden des Kurvenanstiegs verbunden (Abb. 31b): Die Verbesserung der Grundlagenausdauer hat zu einer Verschlechterung im maximalen Leistungsbereich geführt. Solche Kurven sind typisch für einen guten Trainingszustand im Langzeitausdauerbereich!

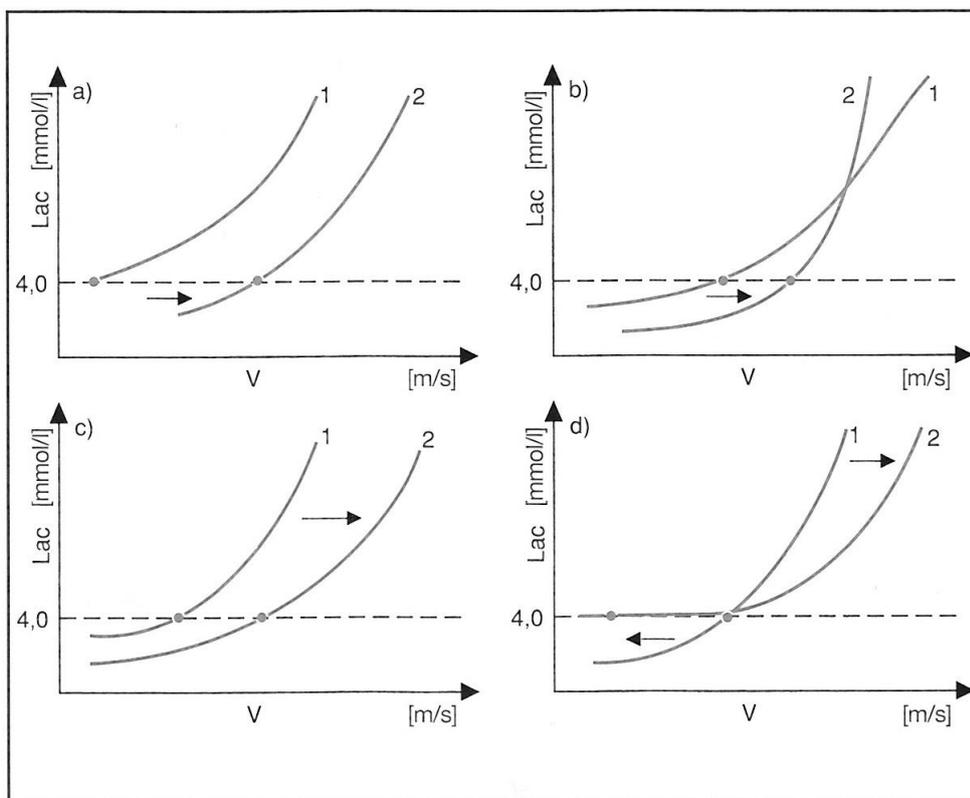


Abb. 31a-d

- Eine Verflachung der Kurve (Abb. 31c) weist auf eine Leistungssteigerung im Bereich höherer Laktatwerte hin, was als Zuwachs der anaeroben Kapazität oder auch als Einfluss eines Kraftzuwachses gedeutet werden kann.

- In der Praxis ist mit der Verflachung nur selten eine Rechtsverschiebung verbunden, eher eine Linksverschiebung (Abb. 31d). Dies weist auf ein anaerob ausgelegtes Training hin. Dabei kommt es gewöhnlich zu Verbesserungen im anaeroben Bereich und zu Verschlechterungen der Grundlagenausdauer. Derartige Kurvenverläufe sind typisch für einen guten Trainingszustand im KZA- und MZA-Bereich.

Folglich kann nicht davon ausgegangen werden, dass der Trainingsprozess automatisch zu einer reinen Rechtsverschiebung ohne Änderung der Kurvenkrümmung führt. Im Laufe eines periodisierten Trainings ändert sich außerdem die Kurvengestalt mehrmals, weil sich die Schwerpunkte des Trainings verändern (vgl. EISENHUT/ZINTL 2013, 170f.).

6 Trainingsplanung

Die Trainingsplanung ist eine Methode zur Erstellung von künftig zu realisierenden Trainingsprogrammen. In der Regel geht es darum, die sportlichen Ziele zu erreichen und mit möglichst geringem Aufwand einen maximalen Ertrag zu erzielen.

6.1 Trainingsproportionen

Das eigentliche Geheimnis des erfolgreichen Leistungstrainings ist das Einhalten bestimmter **Anteile der Belastung in den einzelnen Trainingsbereichen** (vgl. NEUMANN 2013, 144). Im Hochleistungssport unterscheiden sich die Proportionen je nach Sportart teilweise erheblich. Das ist auf die unterschiedliche Leistungsstruktur und die extremen Differenzen bei der Wettkampfhäufigkeit (z.B. bis zu 100 Rennen pro Jahr im Profiradsport) zurückzuführen:

Trainingsbereich	Freizeit-sport	Leistungs-sport	Hoch-leistungs-sport	Laufen	Rad-fahren	Ski-langlauf	Biathlon	Triathlon	Schwimmen
GLA-1-Bereich	50%	60%	75%	50%	55%	34%	35%	69%	60%
GLA-2-Bereich	35%	25%	15%	15%	7%	20%	40%	19%	20%
WSA*-Bereich	15%	15%	10%	5%	35%	15%	15%	5%	2%
Kompensationsbereich	–	–	–	30%	3%	31%	10%	7%	18%
Gesamtumfang/Jahr	300 h	300–1000 h	1000 h	9000 km	40000 km	10000 km	9000 km	20800 km**	3000 km

* WSA = wettkampfspezifische Ausdauer, umfasst Schnelligkeitsausdauer-, Kraftausdauer- und wettkampfgemäße Belastungen.
 ** davon 16000 km Radfahren, 4000 km Laufen, 800 km Schwimmen.

Abb. 32: Anteile der Trainingsbereiche am Gesamttrainingsumfang pro Jahr (aus EISENHUT/ZINTL 2013, 192)

Auf der anderen Seite wird im Leistungs- bzw. Freizeitsport durch die niedrigere Gesamtbelastung stets intensiver trainiert (vgl. Abb. 32 linke Hälfte).

Die Anteile der Trainingsbereiche verändern sich allerdings erheblich im Verlauf eines periodisierten Trainingsjahres: Grundsätzlich verringert sich fortwährend der Anteil des GA 1-Trainings, während die intensiveren Bereiche (GA 2, WSA) zunehmend an Bedeutung gewinnen, je näher die Hauptwettkämpfe rücken (vgl. Abb. 33).

Die Anpassung der Trainingsproportionen an die jeweiligen Leistungsvoraussetzungen und Zielsetzungen basiert auf der Erfahrung, wie die Trainingsreizsetzung in bestimmten Zeiträumen individuell anspricht. Ein Training mit höheren anaeroben Anteilen führt meist zu einer schnelleren Leistungsentwicklung. Der Nachteil ist, dass die Leistungsentwicklung instabil ist, weil die aerobe Basis fehlt. Günstiger sind ins Training eingebaute kurzzeitige Intensitätserhöhungen, die für die Entwicklung der Motorik nützlich sind. Diese behindern die Entwicklung der aeroben Leistungsfähigkeit nicht, da das bei vorübergehender Geschwindigkeitserhöhung angefallene Laktat während der Belastung rasch wieder abgebaut wird (vgl. NEUMANN 2013, 214f.). Entsprechend gilt: Je höher der GA-Trainingsumfang ist, desto mehr Wettkämpfe sind möglich. Das Anheben der Trainingsintensität oder eine häufige Wettkampfteilnahme ohne ein zuvor ausreichend durchgeführtes aerobes Basistraining (GA-Training) sind stets riskant (vgl. NEUMANN 2013, 147). Für die Wettkampfperioden empfehlen sich daher phasenweise Grundlagenausdauerblöcke im unteren Intensitätsbereich, um ein Absinken der aeroben Leistungsfähigkeit zu verhindern.

	Vorbereitungsperioden			Wettkampfperioden	Übergangsperiode
	VP I	VP II	VP III		
Umfang	60 % des Jahresmax.	80 % des Jahresmax.	100 % des Jahresmax.	50-80% des Jahresmaximums	25 % des Jahresmax.
Dauer	4-8 Wochen	4-8 Wochen	4-8 Wochen	4-12 Wochen	2-6 Wochen
GA 1	75 %	70 %	65 %	40 %	50 %
GA 2	10 %	10 %	15 %	10-20 % (je nach WK-Dichte)	0 %
WSA	5 %	10 %	10 %	10-20 % (je nach WK-Dichte)	0 %
KOMP	10 %	10 %	10 %	10-30 % (je nach WK-Dichte)	50 %

Abb. 33: Trainingsproportionen beim Laufen im Jahresverlauf (nach MARQUARDT 2014, 117f.)

6.2 Zyklisierung

Ein zentrales Kennzeichen sinnvoller Trainingsplanung ist die Zyklisierung, d.h. der **regelmäßige Wechsel von Belastung und Entlastung**: Man belastet den Körper für einen, zwei, drei oder vier Tage, um dann einen Tag zu regenerieren und den Effekt der „summierten Wirksamkeit“ auszunutzen. Danach beginnt der nächste Belastungsblock. Die Kunst ist es, im Trainingsprozess die individuell ausreichende Erholung zu gewährleisten, ohne auf mögliche Trainingsreize zu verzichten. Denn der Leistungszuwachs entwickelt sich in den Ruhepausen. Untersuchungen haben gezeigt, dass grundsätzlich drei Tage Belastung mit einem nachfolgenden Regenerationstag optimal sind. Das Standardprogramm sieht daher diese **3:1-Zyklisierung** vor. Im Radsport ist im aeroben Aufbautraining wegen der geringeren orthopädischen Belastung auch ein 4:1-Verhältnis möglich. Jugendliche, Einsteiger und Altersklassensportler verfügen über ein geringeres Regenerationsvermögen und sind deshalb mit einem 2:1-Zyklus besser beraten. Letzterer kann auch in hochintensiven Mikrozyklen (Wochenzyklen) sinnvoller sein (vgl. MARQUARDT 2014, 114; NEUMANN 2013, 150).

Das Konzept der Zyklisierung findet man ebenso im nächstgrößeren Zeitfenster wieder, dem Monatsprogramm (Mesozyklus): Nach mehreren Wochen mit ansteigender Belastung wird in einer Regenerationswoche die Gesamtbelastung auf etwa die Hälfte reduziert. Auch hier ist in der Regel eine 3:1-Zyklisierung günstig. Der Grund dafür ist im Verlauf der Anpassung des Organismus begründet (vgl. 8.2): Die nach etwa 3 Wochen ablaufende Funktionsoptimierung der umgebauten und neu gebildeten muskulären Strukturen und funktionellen Systeme ist ein störanfälliger Zustand und sollte durch eine Verminderung der Gesamtbelastung gestützt werden.

Ein Trainingsjahr wird in Makrozyklen gegliedert. Mehrere Mesozyklen mit zunehmend umfangreicherer und intensiverer Belastung bilden den ersten Makrozyklus (Vorbereitungsperiode). Darauf folgt ein besonders intensiver Wettkampfmakrozyklus (Wettkampfperiode). Nach dem Hauptwettkampf soll sich der Körper vollständig erholen, deshalb schließt sich ein Regenerationsmakrozyklus (Übergangsperiode) an. Bei einer Zweifachperiodisierung wird diese Folge von Makrozyklen ein weiteres Mal im Jahr durchlaufen.

Im Spitzensport finden sich sogar Trainingsplanungen in Zyklen über mehrere Jahre hinweg, beispielsweise im Olympiazzyklus über vier Jahre. Im langjährigen Aufbau von Weltklassensportlern werden auch Konsolidierungsjahre eingeplant, die zur Festigung der Leistung dienen und nicht zum weiteren Aufbau (vgl. MARQUARDT 2014, 115).

Literaturverzeichnis:

BLUM, I., FRIEDMANN, K.: Trainingslehre. Pfullingen 2002⁸.

BORG: <https://flexicon.doccheck.com/de/Borg-Skala>

DE MARÉES, H.: Sportphysiologie. Köln 2002⁹.

EISENHUT, A., ZINTL, F.: Ausdauertraining. München 2013.

LÖLLGEN, H.: Das Anstrengungsempfinden (RPE, BORG-Skala). In: DEUTSCHE ZEITSCHRIFT FÜR SPORTMEDIZIN Jahrgang 55, Nr. 11 (2004), S. 299-300.

Siehe: <https://www.germanjournalsportsmedicine.com/fileadmin/content/archiv2004/heft11/299-300.pdf>

MARQUARDT, M.: Die Laufbibel. Hamburg 2014¹⁴.

NEUMANN, G., PFÜTZNER, A., BERBALK, A.: Optimiertes Ausdauertraining. Aachen 2013⁷.

PETERS, W.: Abitur-Training Sport: Trainingslehre. Freising 1998.

WEINECK, A., WEINECK, J.: Leistungskurs Sport. Band II. Waldkirchen 2008⁵.