

Neumann  
Pfützner  
Berbalk

# Optimiertes AUSDAUER- TRAINING



> TRAININGSPLANUNG

> LEISTUNGSaufbau

> ERNÄHRUNGSTIPPS

MEYER  
& MEYER  
VERLAG

Optimiertes Ausdauertraining

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit haben wir uns entschlossen, durchgängig die männliche (neutrale) Anredeform zu nutzen, die selbstverständlich die weibliche mit einschließt.

Das vorliegende Buch wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch erfolgen alle Angaben ohne Gewähr. Weder die Autoren noch der Verlag können für eventuelle Nachteile oder Schäden, die aus den im Buch vorgestellten Informationen resultieren, Haftung übernehmen.

Neumann/Pfützner/Berbalk

# OPTIMIERTES AUSDAUERTRAINING



Meyer & Meyer Verlag

Papier aus nachweislich umweltverträglicher Forstwirtschaft.  
Garantiert nicht aus abgeholzten Urwäldern!

### **Optimiertes Ausdauertraining**

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der  
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet  
über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie das  
Recht der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form –  
durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren – ohne schriftliche Genehmigung  
des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet,  
gespeichert, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 1998 by Meyer & Meyer Verlag, Aachen  
5., überarb. Auflage 2007  
6., überarb. Auflage 2011

Auckland, Beirut, Budapest, Cairo, Cape Town, Dubai, Graz, Indianapolis,  
Maidenhead, Melbourne, Olten, Singapore, Tehran, Toronto  
Member of the World



Sportpublishers' Association (WSPA)  
Druck: B.O.S.S Druck und Medien GmbH  
ISBN 978-3-89899-615-0  
E-Mail: [verlag@m-m-sports.de](mailto:verlag@m-m-sports.de)  
[www.dersportverlag.de](http://www.dersportverlag.de)

# INHALT

<b>Vorwort</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Entwicklungstrends der Ausdauerleistungen</b> .....	<b>13</b>
1.1 Menschliche Leistungsfähigkeit im Alternsgang .....	17
1.2 Ausdauertraining und Gesundheit .....	25
<b>2 Trainingsbelastung und Beanspruchung des Organismus</b> .....	<b>31</b>
<b>3 Anpassung an Trainingsbelastungen</b> .....	<b>37</b>
<b>4 Anpassungen in Funktionssystemen</b> .....	<b>47</b>
4.1 Herz und Trainingsbelastung .....	47
4.2 Atmung und Trainingsbelastung .....	60
4.3 Blut und Trainingsbelastung .....	64
4.4 Sauerstoffaufnahme und Trainingsbelastung .....	71
4.5 Energiestoffwechsel und Trainingsbelastung .....	81
4.5.1 Energiereiche Phosphate .....	82
4.5.2 Kohlenhydrate .....	87
4.5.3 Fettsäuren .....	97
4.5.4 Proteine .....	103
4.6 Immunsystem und Trainingsbelastung .....	107
4.7 Muskel- und Trainingsbelastung .....	112
<b>5 Leistungsziel und Trainingsbelastung</b> .....	<b>121</b>
5.1 Leistungskategorien .....	122
5.2 Wirksamkeit des Trainings .....	124
5.3 Trainingsumfang .....	125
5.4 Trainingsfehler .....	126
<b>6 Training konditioneller Fähigkeiten im Ausdauersport</b> .....	<b>129</b>
6.1 Grundlagenausdauerfähigkeit .....	131
6.2 Wettkampfspezifische Ausdauerfähigkeit .....	134
6.3 Grundlegende Leistungsvoraussetzungen .....	138
6.4 Zusammenhang von Kraftfähigkeit und Technik .....	140
6.5 Trainingsbereiche .....	140
6.6 Geschwindigkeiten im Ausdauertraining .....	147
6.7 Trainingskennziffern und Trainingsprinzipien .....	149

<b>7</b>	<b>Leistungsstruktur von Ausdauersportarten</b> .....	<b>155</b>
7.1	Laufen .....	158
7.2	Radfahren .....	162
7.3	Schwimmen .....	164
7.4	Triathlon .....	166
7.5	Skilanglauf .....	170
<b>8</b>	<b>Langfristiger Leistungsaufbau</b> .....	<b>173</b>
<b>9</b>	<b>Zyklische Trainingsgestaltung</b> .....	<b>183</b>
9.1	Jahreszyklus .....	183
9.2	Mesozyklus .....	189
9.3	Mikrozyklus .....	190
9.4	Unmittelbare Wettkampfvorbereitung (UWV) .....	192
<b>10</b>	<b>Steuerung der Trainingsbelastung im Ausdauertraining</b> .....	<b>195</b>
10.1	Trainingsplanung .....	197
10.2	Trainingsanalyse .....	197
10.3	Wettkampfanalyse .....	200
10.4	Belastungssteuerung mit sportmethodischen und sportmedizinischen Messgrößen .....	204
10.4.1	Beurteilung der Belastungsintensität .....	205
10.4.2	Beurteilung des Anstrengungsgrades .....	217
10.4.3	Beurteilung der Belastbarkeit .....	217
10.4.4	Beurteilung der Belastungssumation .....	218
10.4.5	Beurteilung der Regeneration .....	219
10.4.6	Beurteilung der Leistungsstabilität .....	221
10.5	Sportartspezifische Funktions- und Leistungsdiagnostik .....	221
10.5.1	Sportmedizinische Funktionsdiagnostik .....	223
10.5.2	Sportartspezifische Leistungsdiagnostik .....	229
10.6	Feldtests .....	233
10.7	Messplatztraining .....	235
<b>11</b>	<b>Trainingsgestaltung im Lehrgang</b> .....	<b>237</b>
<b>12</b>	<b>Regeneration im Trainingsprozess</b> .....	<b>243</b>
12.1	Sportmethodische Maßnahmen .....	246
12.2	Sportmedizinische Maßnahmen .....	249
12.3	Diätetische Maßnahmen .....	252

<b>13</b>	<b>Sporternährung</b> .....	<b>257</b>
13.1	Energiebedarf und Belastung .....	259
13.2	Kohlenhydrate .....	264
13.2.1	Kohlenhydratstoffwechsel und Belastung .....	264
13.2.2	Kohlenhydrataufnahme vor Belastung .....	265
13.2.3	Kohlenhydrataufnahme während Belastung .....	267
13.2.4	Kohlenhydrataufnahme nach Belastung .....	274
13.3	Fettsäuren .....	275
13.3.1	Fettstoffwechsel und Belastung .....	275
13.3.2	Fettsäureaufnahme vor Belastung .....	276
13.3.3	Fettsäureaufnahme während Belastung .....	277
13.3.4	Fettsäureaufnahme nach Belastung .....	278
13.4	Proteine .....	279
13.4.1	Proteinstoffwechsel und Belastung .....	279
13.4.2	Proteinaufnahme vor Belastung .....	280
13.4.3	Proteinaufnahme während Belastung .....	281
13.4.4	Proteinaufnahme nach Belastung .....	282
<b>14</b>	<b>Leistungsbeeinflussende Wirkstoffe</b> .....	<b>285</b>
14.1	Ergogene Substanzen .....	285
14.2	Doping .....	290
<b>15</b>	<b>Physiologische Leistungsreserven</b> .....	<b>303</b>
15.1	Training in warmen Klimazonen .....	303
15.2	Höhentraining .....	314
<b>16</b>	<b>Über- und Fehltraining im Leistungssport</b> .....	<b>327</b>
	<b>Anhang</b> .....	<b>336</b>
1	Literatur .....	336
2	Sachwortverzeichnis .....	345
3	Bildnachweis .....	349



## VORWORT

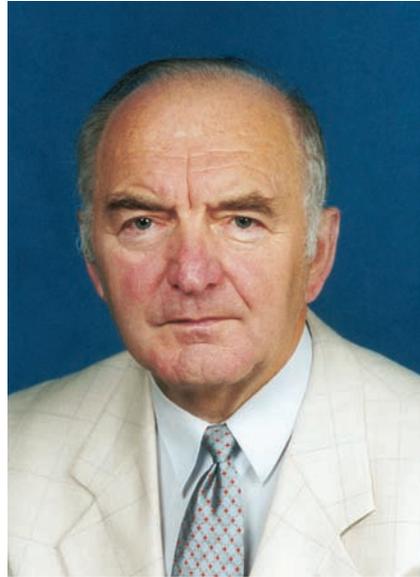
Der Wohlstand der Menschen in den Industrienationen ist von zunehmender Bewegungsarmut begleitet. Die Folgen sind die bekannten Zivilisationskrankheiten, die sich in der Zunahme von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, in zahlreichen Stoffwechselstörungen und Fehlbelastungsfolgen im Stütz- und Bewegungsapparat äußern. Die Entgleisung im persönlichen Lebensvollzug beginnt häufig mit dem Übergewicht. Trotz einer umfangreichen Gesundheitspropaganda sind derzeit mindestens 30 % der Bürger im Erwachsenenalter übergewichtig. Dennoch beginnt die Agitation gegen Bewegungsarmut und Übergewichtigkeit in den Medien erste Früchte zu tragen. Die Ergebnisse aus großen epidemiologischen Studien belegen, dass sich regelmäßige körperliche Betätigung und Freizeitsport präventiv lohnen.

Die sportliche Betätigung ist nicht mehr ein Vorrecht der Jugend. Immer mehr Menschen in den mittleren Lebensjahren bemühen sich, geeignete Formen der körperlichen und sportlichen Aktivität in ihr Lebensregime einzubauen. Der Sport ist geeignet, die Lebensqualität über lange Zeiträume aufrechtzuerhalten.

Derzeit häufen sich warnende Stimmen, dass die Fitnesssportbelastung im Laufen zu intensiv gestaltet würde. Als Beleg dafür wird eine zu hohe Milchsäure-(Laktat-)Konzentration und/oder Herzschlagfrequenz bei der Belastung angesehen. Bei dieser Argumentation wird ungenügend berücksichtigt, dass die scheinbare temporäre Überbelastung ein Ausdruck unzureichender Grundleistungsfähigkeit ist und durch die nachfolgende mehrtägige Pause wieder ausreichend kompensiert werden kann. Bei jedem Trainingsbeginn ist der biologische Aufwand bei der Bewältigung der Belastung höher als die allgemeinen Steuerungsempfehlungen besagen.

Der Zeitpunkt der Wiederbelastbarkeit wird durch das innere Muskelgefühl gesteuert. Damit werden kurzzeitige Überlastungen problemlos kompensiert. Eine kurzzeitige anaerobe Überlastung ist immer noch besser als keine Belastung.

Immer mehr jüngere Sporttreibende streben hohe Trainingsbelastungen an, die den Anforderungen im Leistungssport wenig nachstehen. Erst wenn diese Sportler wahrnehmen,



dass Aufwand und Nutzen des Trainings in keinem Verhältnis zueinander stehen, bemühen sie sich um das Auffinden des persönlich zuträglichen Maßes. Zu dieser Einsicht im Auffinden der Grenzen der Belastungsverträglichkeit muss offensichtlich jeder selbst kommen.

In den nach Altersklassen eingeteilten Wettbewerben zeigen Gleichaltrige oft große Leistungsunterschiede. Die Erklärung für dieses Phänomen liegt im Sporttalent und in der Effektivität des Trainings. Oft haben Sportler mit der geringeren Trainingsbelastung und Einhaltung der Proportionen zwischen Belastung und dazugehöriger Entlastung bessere Wettkampfergebnisse als die „Durchtrainierer“. Letztere meinen oft, sich keine Trainingspause gönnen zu können, sie sind belastungssüchtig.

Zunehmend wird die Möglichkeit der Selbstkontrolle der eigenen Belastbarkeit genutzt. Die Sportler verzichten darauf, sich ausschließlich nach dem inneren Gefühl oder aktuellen Befinden zu belasten und nutzen die Herzschlagfrequenz (HF) zur Belastungssteuerung. Das innere Gefühl als Grundlage für die Wahl der Belastungsintensität (Geschwindigkeit) bei Langstreckenwettbewerben zu wählen, hat sich als trügerisch erwiesen und führt im Leistungssport oft zu Überbelastungen.

Jeder Sportler, gleich, ob er Gesundheits-, Freizeit-, (Fitness-), Leistungs- oder Hochleistungssport betreibt, hat die Möglichkeit, die Auswirkungen der Trainingsbelastung objektiv zu messen. Die einfachste Kontrolle ist die Aufzeichnung von Trainingsumfang und realisierter Geschwindigkeit. Diese Maßnahmen setzen aber vermessene Strecken voraus.

Der nächste Schritt der Selbstkontrolle ist die Anwendung biologischer Messgrößen. Die Einführung der exakten HF-Messung über eine Armbanduhr (z. B. Uhrenmodelle der Fa. Polar) war ein bedeutender Fortschritt für die Selbstkontrolle der individuellen Beanspruchung und Trainingssteuerung. Dadurch, dass der Sporttreibende seine HF unmittelbar und fortlaufend während des Trainings und Wettkampfs prüfen kann, ist es möglich, sich vor Überbelastung zu schützen. Der Zugang zu den biochemischen Messgrößen war erst mit der Einführung trockenchemischer Methoden für die Selbstmessung möglich. Lange Zeit gab es für die Laktatbestimmung keine für die Praxis geeignete Methode. Die Laktatmessung konnte nur über qualifizierte Fremdhilfe bzw. in geeigneten Laboren erfolgen. Gegenwärtig gibt es ein präzise arbeitendes kleines Laktatmessgerät auf dem Markt (Lactate Scout Solo<sup>®</sup> von der Fa. SensLab, Leipzig). Durch Nutzung des Prinzips der enzymatisch-amperometrischen Messung aus 5 µl frischem Kapillarblut kann die Laktatbestimmung in 15 s erfolgen.

Die vorliegende Schrift soll auf der Grundlage des gegenwärtigen Kenntnisstandes Anregungen für Sportler jeder Leistungskategorie vermitteln, die auf Grund gesicherter Erkennt-

nisse praktisch nutzbar sind. Viele Vorstellungen zum Verhalten bei langen Belastungen haben sich drastisch verändert. Erinnerung sei nur an die unphysiologische Vorstellung von Läufern, während der Belastung nichts zu trinken oder wenig zu essen.

Um das eigene Training besser und effektiver zu gestalten und auch zu kontrollieren, ist die Kenntnisaufnahme und Auseinandersetzung mit den Erfahrungen anderer vorteilhaft. Das erfordert, sich mit den allgemeinen Grundsätzen der Trainingsmethodik zu befassen und sie individuell zu nutzen. Fehler und Irrwege beim Training anderer Sporttreibender brauchen nicht wiederholt zu werden.

Da die Autoren langjährig auf den Gebieten des Leistungs- und Freizeitsports tätig sind, nutzen sie bei der Darstellung und Argumentation die umfangreichen eigenen Daten und Erfahrungen und haben sie zur optimalen Trainingsgestaltung in den Ausdauersportarten zusammengefasst.

Die vorgelegten Vorstellungen zur Trainings- und Belastungsgestaltung beruhen prinzipiell auf dem allgemein gültigen Wissensgut der Trainingsmethodik, der Sportmedizin und der Leistungsphysiologie. Sie sollen die Erarbeitung eigener Positionen und Entscheidungen beim Sporttreiben stützen. Beabsichtigt ist, den Sportlern in den einzelnen Leistungskategorien viele praktische Tipps zu vermitteln.

Die Planung und Durchführung des Trainings wird besonders im engen Zusammenhang mit den Erkenntnissen von Sportmethodik, Leistungsphysiologie und Sportmedizin gesehen. Mit dieser Schrift ist nicht beabsichtigt, detailliert Trainingspläne abzuhandeln.

Das Training erfolgt zwar nach Planung; zu bedenken ist dabei stets, dass der Körper nach den Grundregeln der Biologie funktioniert und durch abstrakte Planung nicht überlistet werden kann. Dieser elementare Ausgangspunkt wird häufig unterschätzt. Wer trainiert, muss auch stets zu Korrekturen bereit sein, wenn er Signale vom Körper verspürt oder objektive Messgrößen darauf hinweisen. Die Zielstellungen im Training sind weit gefächert, sie reichen vom Gesundheitstraining und Fitnesstraining bis hin zum Hochleistungstraining. Da Belastungen im Grenzbereich selten über längere Zeiträume vertragen werden, sollte über längere Lebensabschnitte einer moderaten Belastung der Vorzug gegeben werden. Auch die Zielstellungen von Sporttalenten im Hochleistungstraining lassen sich nur über begrenzte Zeiträume verwirklichen.

Diese Schrift soll interessierten Sporttreibenden, Trainern, Übungsleitern, Studierenden und Sportärzten zum individuell optimalen Training vielfältige Anregungen vermitteln. Die Autoren nehmen gern kritische Äußerungen entgegen, in der Annahme, dass nicht alle Vorstellungen und Interessen mit dieser Schrift erfasst wurden.



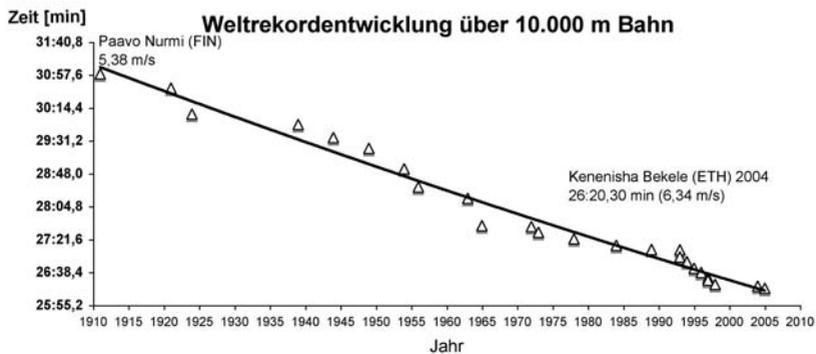
# 1 ENTWICKLUNGSTRENDS DER AUSDAUERLEISTUNGEN

Die Ausdauerleistungen sind gekennzeichnet durch die ständige Weiterentwicklung der Rekorde im Weltmaßstab, der auffallenden Veränderung der Wettkampfsysteme, der Einführung neuer Techniken und der innovativen Erneuerung der Wettkampfausrüstung.

## Entwicklung von Spitzenleistungen

Die internationalen Tendenzen in den Ausdauersportarten weisen eine kontinuierliche Entwicklung der Weltspitzenleistungen aus.

In vielen Sportarten und Disziplinen vollziehen sich teilweise sensationelle Verbesserungen in den Spitzenleistungen (Abb. 1/1).



**Abb. 1/1:** Entwicklung des 10.000-m-Weltrekords auf der Bahn. Rekordhalter ist seit 2005 K. Bekele (ETH) in 26:17,5 min.

Die Wettkampfergebnisse zu den Olympischen Spielen und Weltmeisterschaften dokumentieren in fast allen Disziplinen der Ausdauersportarten die Weiterentwicklung der Weltspitzenleistungen. In einer Reihe von Sportarten bzw. Disziplinen wurden neue Leistungsdimensionen erreicht, die teilweise über den prognostizierten Entwicklungsraten liegen. Dabei verstärkte sich die Dynamik und Differenziertheit der Leistungsentwicklung in den einzelnen Sportarten und Disziplinen sowie zwischen den Geschlechtern.

Insbesondere in den leichtathletischen Ausdauerdisziplinen, wie im 1.500-m-Lauf, 5.000-m-Lauf, 10.000-m-Lauf der Männer und Frauen sowie im 3.000-m-Hindernislauf wurden neue und bis vor einigen Jahren kaum für möglich gehaltene Leistungsdimensionen erreicht. Die Ausdauersportarten sind ein Beispiel für die Dynamik und Differenziert-

heit der Leistungsentwicklung im Weltmaßstab. In den einzelnen Sportarten/Disziplinen wechselten sich kontinuierliche und sprunghafte Entwicklungen, Leistungsstagnation und Leistungsrückgänge ab (Franz & Pfützner, 1997).

Ein besonderer Ausdruck für die Komplexität der physischen Leistungsvoraussetzungen, der sporttechnischen Umsetzung und des optimal an den Sportler angepassten Wettkampfgeräts ist die ständige Verbesserung des Stundenweltrekords im Bahnradspport bis 1996 (Abb. 2/1).

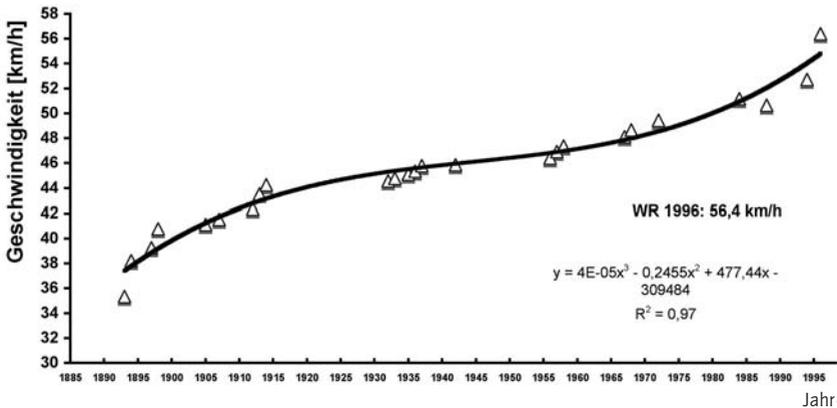


Abb. 2/1: Entwicklung der Weltrekorde im Bahnradspport über eine Stunde. Hierzu wurden unterschiedliche Radmodelle bis 1996 genutzt.

Auch bei den Radrundfahrten ist ein stetes Ansteigen der Durchschnittsgeschwindigkeit festzustellen (Abb. 3/1).

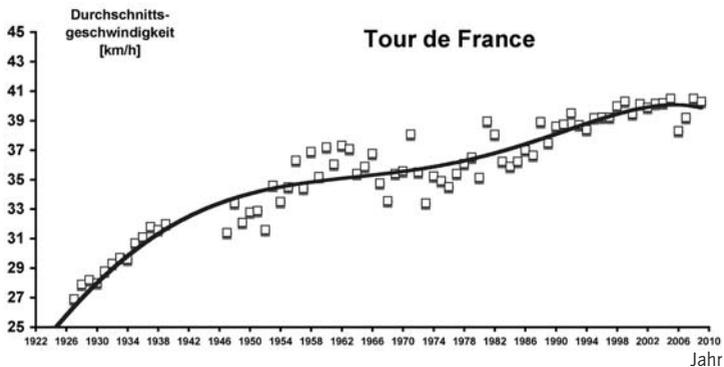
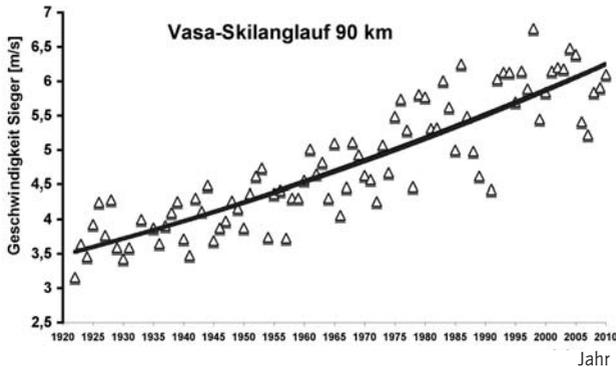


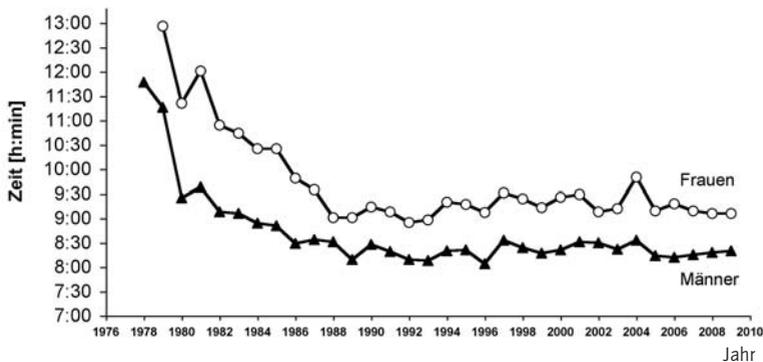
Abb. 3/1: Anstieg der Durchschnittsgeschwindigkeit bei der Tour de France. Seit 1923 nahm die Durchschnittsgeschwindigkeit um etwa 16 km/h zu.

In den Sportarten, die sehr stark durch klimatogeografische Bedingungen beeinflusst werden, vollziehen sich anhand langjähriger Berechnungen die Leistungssteigerungen kontinuierlich (Abb. 4/1).



**Abb. 4/1:** Entwicklung der Laufgeschwindigkeit beim traditionellen Vasa-Skilanglauf in Schweden von Mora nach Sälen über 90 km. In den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts stieg die Teilnehmerzahl von 1922 mit 119 Skiläufern auf über 15.000 (Starterobergrenze) drastisch an. Rekordlaufzeiten wurden 1998 vom Männersieger in 3:39 min. und von der Frauensiegerin in 4:17 min. erreicht.

Auch in der Sportart Triathlon, in der seit 1989 Welt- und Europameisterschaften im Kurztriathlon stattfinden, lässt sich ein progressiver Leistungstrend feststellen, der jedoch abhängig ist von den realen örtlichen Gegebenheiten (Abb. 5/1).



**Abb. 5/1:** Entwicklung der Wettkampfzeiten der Sieger von Frauen und Männern im Olympischen Kurztriathlon (Ergebnisse von Weltmeisterschaften)

Anhand der Daten von ausgewählten Ausdauersportarten ist festzustellen, dass es gegenwärtig keine eindeutigen Leistungsgrenzen gibt. Somit ist zukünftig mit weiteren Verbesserungen von Weltbestleistungen oder Extremlleistungen zu rechnen.

Besonders hervorzuheben ist der Zusammenhang zwischen dem hohen Entwicklungstempo der Leistungen und dem Vermarktungsgrad der einzelnen Sportart durch Sponsoren und Medien. Das trifft insbesondere auf die Ausdauerdisziplinen der Leichtathletik, Radsport, Triathlon und Skilanglauf zu.

### **Entwicklung von Wettkampfsystemen**

Die Entwicklung der Trainingssysteme wird in allen Sportarten immer nachhaltiger von der Entwicklung der Wettkampfsysteme, einschließlich ihrer starken Differenzierung zwischen den Sportarten und Disziplinen geprägt. Tendenzen in der Entwicklung der Wettkampfsysteme sind:

- Weitere Zunahme von Anzahl und Dichte bedeutender internationaler Wettkämpfe, z. B. in der Leichtathletik, Schwimmen, Radsport und Triathlon sowie in den nordischen Skidisziplinen.
- Entwicklung von neuen Wettkampfdisziplinen, wie z. B. Massenstarts und Teamwettbewerbe im Skilanglauf und Biathlon, sowie Verkürzung der Strecken im Skilanglauf auf 1,5 km oder Verlängerung der Wettkampfstrecken im Schwimmen auf 5 km, 10 km oder 25 km u. a.
- Veränderungen des Wettkampfglements und der Wettkampfbedingungen, z. B. die Aufhebung der Windschattenregel im Triathlon und die Überdachung von Bahnen im Eisschnelllauf.
- Einführung von zusätzlichen Wettkämpfen mit spektakulärem Charakter, wie Skilangläufe oder Biathlon in Stadtzentren oder in Stadien auf Kunstschnee.
- Fortschreitende Kommerzialisierung mit verstärktem Streben nach Siegen und Rekorden sowie spektakulären Leistungen. In medienwirksamen Sportarten verstärkt sich die Kampf- und Risikobereitschaft der Sportler (z. B. Freestyle (Buckelpiste, Springen, Skicross), Skeleton, Shorttrack, Snowboard (Parallel-Riesenslalom, Cross, Halfpipe).
- Deutliche Differenzierung der Wettkampfprogramme im Spitzen- und Nachwuchsbereich in den einzelnen Sportarten.
- Ausführung spektakulärer Extremlleistungen im Laufen, Radfahren, Langtriathlon u. a.

Aus diesen Entwicklungen sind Konsequenzen für den Jahresleistungs- und Trainingsaufbau, für die Entwicklung der Leistungsvoraussetzungen und die Leistungsausprägung abzuleiten. Die sportmethodischen Idealvorstellungen der Leistungsabgabe beim Wettkampf werden deutlich verändert, nicht immer zu Gunsten der Athleten.

Neue Anforderungen sind an die Vorbereitung und Gestaltung von Wettkämpfen entstanden, besonders in der Auseinandersetzung mit dem sportlichen Gegner und der Zunahme

der Leistungsdichte. Damit ist eine höhere Stabilität der Leistungsvoraussetzungen, bei Zunahme der Variationsbreite in der Wettkampfgestaltung, erforderlich geworden.

Auch ist die Leistungsentwicklung in den letzten Jahren in starkem Maße vom Aufkommen neuer sportlicher Techniken geprägt. Im Vordergrund stehen optimale und energiesparende Bewegungstechniken. Dem Sportler werden ständig neue, vortriebsfördernde Wettkampfgeräte, Materialien, Bekleidungen u. a. angeboten.

### Zusammenfassung

In der Entwicklung von Spitzenleistungen sowohl in den Elitekategorien der Ausdauersportarten als auch in den Altersgruppen sind vorerst keine Grenzen abzusehen. In einigen Ausdauersportarten ist das Entwicklungstempo der Rekorde stark an ihren Vermarktungsgrad gebunden. Spitzenleistungen erfordern eine professionelle Vorbereitung. Neben den Rekorden nehmen auch Extremleistungen einzelner Sportler zu, die zur Nachahmung anregen.

## 1.1 Menschliche Leistungsfähigkeit im Alternsgang

Das Lebensalter und das Wachstum haben einen deutlichen Einfluss auf die sportliche Leistungsfähigkeit. Abhängig von der Sportart, beginnt durchschnittlich ab dem 20. Lebensjahr das Hochleistungsalter. Beim Zurückverfolgen der für die Spitzenleistung notwendigen Trainingsjahre ergibt sich, dass die Athleten durchschnittlich 10 Jahre (8 bis 12 Jahre) trainieren mussten. In einigen Ausdauersportarten ist die Spitze so hoch und dicht, dass es erst zwischen dem 25. bis 30. Lebensjahr gelingt, dorthin zu kommen. Gegenwärtig ist das Phänomen zu beobachten, dass die Athleten, die Landes- oder Weltspitzenleistungen erreichten, sich bemühen, lange in der Spitze zu verbleiben. Das beweisen beachtliche Leistungen von über 40-jährigen Athleten in Ausdauer-, aber auch in Sprintdisziplinen. Der Zeitpunkt des Ausscheidens aus dem Spitzensport ist ein soziales Ereignis und nicht vordergründig biologisch bedingt. Der Spitzensport bietet zudem über längere Lebensabschnitte eine Existenzgrundlage.

Die hohe Leistungsfähigkeit von Sportlern in den mittleren Lebensjahren wird deshalb hervorgehoben, weil sie auch eine Vorbildwirkung für den Freizeit- bzw. Fitnesssportler hat. Leistungsgrenzen sind vorerst in vielen Sportarten nicht abzusehen; die Spitzenleistungen verteilen sich international auf eine immer breitere Sportlerzahl. Statt der bisher postulierten, abflachenden Leistungsentwicklung bei Weltrekorden, verlaufen diese in zahlreichen Sportarten fast linear nach oben (s. Abb. 1/1).

In diesem Zusammenhang ist zu beobachten, dass die bisher angenommenen Belastungsgrenzen oder Qualifizierungsnormen von immer mehr Sportlern erreicht werden und noch ist kein Ende in der Nachahmung höchster Trainingsbelastungen absehbar.