



paul haber

**leitfaden zur medizinischen
trainingsberatung
rehabilitation bis leistungssport
2. auflage**



SpringerWienNewYork

 SpringerWienNewYork

Paul Haber

Leitfaden zur medizinischen
Trainingsberatung

Rehabilitation
bis Leistungssport

2., aktualisierte und erweiterte Auflage

SpringerWienNewYork

Ao. Univ.-Prof. Dr. Paul Haber
Klinische Abt. Pulmologie, Abt. Sport- und Leistungsmedizin
Klinik für Innere Medizin IV, Medizinische Universität Wien, Österreich

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

© 2005 Springer-Verlag/Wien · Printed in Austria
Springer-Verlag Wien New York ist ein Unternehmen von
Springer Science+Business Media
springer.at

Produkthaftung: Sämtliche Angaben in diesem Fachbuch erfolgen trotz sorgfältiger Bearbeitung und Kontrolle ohne Gewähr. Insbesondere Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall an Hand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Eine Haftung des Autors oder des Verlages aus dem Inhalt dieses Werkes ist ausgeschlossen.

Umschlagbild: Corbis/Seniors working out with weights/Dann Tardif
Satz: H. Meszarics • Satz & Layout • 1200 Wien
Druck: Gutenberg GmbH, 2700 Wiener Neustadt
Gedruckt auf säurefreiem, chlorfrei gebleichtem Papier – TCF
Mit 24 Abbildungen
SPIN: 10990131

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie, detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über
<http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 3-211-21105-5 Springer-Verlag Wien New York

VORWORT ZUR 2. AUFLAGE

Erfreulicherweise ist die erste Auflage auf so großes Interesse gestoßen, dass eine zweite Auflage sinnvoll erschien. Daraus und aus vielen einzelnen persönlichen Rückmeldungen darf ich schließen, dass dieses Buch den Bedürfnissen vieler Menschen, die sich mit Training befassen, entgegen gekommen ist. Es waren überwiegend Mediziner und Sportwissenschaftler, was ich, in aller Unbescheidenheit, als Beleg für die fachliche Qualität interpretiere. Dass aber auch viele Trainer und interessierte Laien, meist selbst Trainierende, darunter waren, darf ich als Kompliment für die sprachliche Gestaltung auffassen (die vereinzelt von akademischer Seite kritisiert worden ist). Meine Hoffnung, dass dieses Buch eine Brücke schlagen möge zwischen der manchmal etwas verwirrenden Vielfalt der leistungsmedizinischen Wissenschaften einerseits und dem Wunsch konkrete praktische Trainingsanweisungen zu geben andererseits, hat sich durchaus erfüllt.

Ich habe mich daher in der vorliegenden zweiten Auflage wieder bemüht, ohne Abstriche an der wissenschaftlichen Qualität, eine Sprache zu finden, die auch von Nicht-Medizinern verstanden werden kann.

Das bewährte Konzept einer straffen, systematischen Darstellung, unter Berücksichtigung didaktischer Gesichtspunkte, wurde beibehalten. Überarbeitungen und Ergänzungen wurden eingearbeitet, um die Erfahrungen der Trainingswissenschaften und der Leistungsmedizin in Leistungssport, Prävention und Rehabilitation der letzten Jahre zu berücksichtigen, was sich auch in einem umfangreicheren Literaturverzeichnis niederschlägt. Wenn die publizierten Erfahrungen aus tatsächlich durchgeführtem, erfolgreichen Training mit den Interpretationen aus kurzfristigen leistungsmedizinischen Experimenten nicht übereinstimmten, dann habe ich mich stets an die Erfahrungen des wirklichen Trainings gehalten.

Ich hoffe, dass auch diese zweite Auflage vielen Ärztinnen und Ärzten Anregung und Hilfe sein wird Training als „Fortsetzung der Medizin mit einem anderen Mittel“ in die tägliche Praxis zu integrieren und auch vielen Nicht-Ärzten hilft Training für verschiedene Zielstellungen systematisch und angemessen anzuwenden.

Wien, im Dezember 2004

Paul Haber

VORWORT ZUR 1. AUFLAGE

Dieses Buch befasst sich nur mit einem, allerdings wesentlichen Aspekt der internistischen Sportmedizin, nämlich mit den Grundlagen und der Praxis der leistungsmedizinischen Trainingsberatung (viele Aspekte der Sportmedizin werden daher nicht behandelt). Training wird hier, durchaus verkürzt, nur als eine Möglichkeit zur zielgerichteten Beeinflussung wichtiger Organfunktionen verstanden, in Analogie zu anderen in der Medizin etablierten Möglichkeiten, wie z.B. mit Medikamenten. Ein Hauptanliegen ist daher die Präsentation einer medizinischen Trainingslehre, als Grundlage der ärztlichen Verordnung von therapeutischem Training, bzw. als Grundlage des gestaltenden Eingreifens in einen sportlichen Trainingsprozess. Im Rahmen des Sports gibt es natürlich breite Überlappungen mit der Trainingslehre des Sports, obwohl der sportliche Trainingsprozess ganz andere Zielstellungen hat: im Sport ist das im obigen Sinn verstandene Training nur eine von vielen Möglichkeiten zur Verbesserung einer sportlichen Leistung. Im Rahmen der medizinischen Anwendung von Training, in Therapie und Rehabilitation, sind wiederum sportliche Leistungen irrelevant. Es geht primär um Therapieziele oder um Lebensqualität, wobei vor allem bei letzterer auch die allgemeine körperliche Leistungsfähigkeit eine wichtige Rolle spielt.

Die Darstellung des Themas beruht auf einer naturwissenschaftlichen Sicht und fasst das Training grundsätzlich als biologischen Prozess auf und nicht als primär pädagogischen, wie das in der Regel die Sichtweise der Sportwissenschaften ist. Daher basiert auch die Terminologie auf Physik, Biochemie und Physiologie und unterscheidet sich von der gelegentlich blumigen Terminologie der Sportwissenschaften (die sogar in den verschiedenen Ausdauersportarten unterschiedlich ist).

Dennoch muss ich festhalten, dass keineswegs alle der dargestellten Regeln der medizinischen Trainingslehre durch medizinisch-experimentelle Forschungen abgesichert sind. Viele leiten sich von den rein empirischen Erfahrungen der Trainingswissenschaften und einzelner hervorragender Trainer ab, die, eigentlich nicht weiter erstaunlich, immer zu den gleichen Prinzipien des Trainings gelangen, wann immer und wo immer derartige Erfahrungen präsentiert werden (z.B. schon im antiken Griechenland). Obwohl in vielen Büchern festgehalten, sind sie in der Sportmedizin leider weithin unbekannt (eine moderne Darstellung der allgemeinen Trainingslehre des Sports ist z.B.: Bompa, T. O.: Theory and methodology of training,

3rd edition. Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa 1994). Diese empirischen Erfahrungen und Erkenntnisse sind aber ohne Zweifel richtig, da sich praktisch alle international erfolgreichen Trainer an sie halten. Da es nicht notwendig erscheint das Rad zweimal zu erfinden und das Experiment nicht die einzige Quelle der Erkenntnis ist (wie z.B. auch in der Akupunktur), habe ich diese Erfahrungen ausgiebig berücksichtigt. Ich habe mich aber sehr bemüht, sie in die naturwissenschaftliche Systematik einzuordnen. Training ist immer, auch in Therapie und Rehabilitation, ein komplexer, langfristiger Prozess, der ausschließlich durch kurzfristige Einzelexperimente in seiner Ganzheit nicht erfasst werden kann. Manche etablierten Empfehlungen der Sportmedizin, die sich von solchen Einzelexperimenten ableiten, halten daher der Praxis des Trainings nicht stand. Andere Aspekte des Trainings, wie z.B. die mehrjährige Entwicklung des Umfangs oder die Periodisierung, werden stiefmütterlich oder gar nicht behandelt.

In viele Aspekte dieses Buches sind auch meine persönlichen Erfahrungen mit der in diesem Buch geschilderten Theorie und Praxis der Trainingsberatung eingeflossen. Sie gehen bereits über mehrere Jahrzehnte und reichen von der Rehabilitation schwerkranker Patienten über den Hobbysport bis zum Leistungs- und Hochleistungssport (Olympiamedaillengewinner). Sie umfassen die Beratung einzelner Trainierender (Patienten und Sportler aller Kategorien) sowie einzelner Trainer bis hin zur Beratung eines ganzen Sportverbandes. Die konsequente Anwendung der medizinischen Trainingslehre in der in diesem Buch geschilderten Form ist auf allen Ebenen außerordentlich erfolgreich. Ich habe daher, im Interesse der Systematik und der didaktischen Klarheit auf eine ausgewogene Darstellung verschiedener Lehrmeinungen der Sportmedizin verzichtet und präsentiere im Wesentlichen meine persönliche Sicht der Dinge.

Die Zielgruppe dieses Buches sind in erster Linie ÄrztInnen, die leistungsmedizinische Trainingsberatung betreiben wollen, wobei der Schwerpunkt eindeutig auf der Beratung liegt. Leistungspysiologisches Grundlagenwissen und Leistungsdiagnostik sind dabei nur Hilfsmittel für diesen Zweck. Die zielorientierte Beeinflussung von Organfunktionen ist seit jeher eine der wesentlichen ärztlichen Aufgaben. Neu ist lediglich das Mittel, nämlich das Training, und der Umstand, dass die zu Beratenden nicht mehr ausschließlich Kranke sind, sondern auch Gesunde bis hin zu Hochleistungssportlern. Training wird in dieser Schrift daher auch als ärztliche Aufgabe aufgefasst, als Fortsetzung der Medizin mit anderen Mitteln. Dies möge nicht als der

Versuch einer Monopolisierung aufgefasst werden. Ich bin mir der Rolle und Bedeutung der nichtärztlichen TrainerInnen bei der praktischen Umsetzung des Trainings durchaus bewusst. Insbesondere im Leistungssportlichen Training sind die eigenständigen und eigenverantwortlichen TrainerInnen unverzichtbar. Es hat sich aber bei entsprechender Bereitschaft zur Kooperation gezeigt, dass vor allem bei Ausdauersportarten durch eine möglichst konsequente Beachtung der hier dargestellten Regeln das Training und damit die sportlichen Leistungen wirklich entscheidend verbessert werden können. Hinzu kommt, dass vor allem im Hobbysport TrainerInnen in der Regel nicht verfügbar sind. Für viele Hobbysportler, deren Training durchaus leistungssportliche Dimensionen erreichen kann, ist der Kontakt mit einem/r leistungsmedizinisch beratendem/n Arzt/Ärztin die einzige Chance, dass dieses Training in systematische Bahnen gelenkt werden kann.

Die Zielgruppe der zu Beratenden sind die „in Entwicklung befindlichen“ Trainierenden, bei denen die Verbesserung von Kraft und Ausdauer im Vordergrund steht, unabhängig von Alter und Geschlecht. Wirkliche Hochleistungssportler, deren motorische Grundeigenschaften auf höchstem Niveau stabil sind, haben die in diesem Buch behandelten Probleme schon gelöst und haben daher andere Probleme, die in diesem Buch nicht behandelt werden. Derartige Sportler sind allerdings, zumindest in Österreich, sehr selten. Hingegen befinden sich manche der SportlerInnen, die in eine Nationalmannschaft berufen wurden, funktionell eigentlich noch in der Aufbauphase und haben ihre weitere Entwicklung durch Nichtbeachtung der im Folgenden präsentierten Regeln blockiert.

Ich habe in diesem Buch wegen der leichteren Lesbarkeit durchwegs die männliche Form verwendet. Die Damen unter den (hoffentlich zahlreichen) LeserInnen können natürlich einwenden, dass ich genauso gut auch durchwegs die weibliche Form hätte anwenden können, was für die Lesbarkeit den gleichen Effekt gehabt hätte. Ich gebe zu, dass ich diesem Argument nichts entgegenzusetzen habe und kann zu meiner Entschuldigung nur anführen, dass mir als Mann die männliche Form eben leichter aus der Feder fließt.

Wien, im August 2001

Paul Haber

INHALTSVERZEICHNIS

1. TEIL: EINIGE LEISTUNGSPHYSIOLOGISCHE GRUNDLAGEN	1
1. ENERGIESTOFFWECHSEL	3
1.1. Physikalische Grundbegriffe	3
1.1.1. Kraft	3
1.1.2. Arbeit	3
1.1.3. Energie	4
1.1.4. Leistung	4
1.1.5. Sauerstoffverbrauch	6
1.2. Biologische Energie	9
1.3. Energiebereitstellung	11
1.3.1. Energiebereitstellung aus Kohlenhydraten	11
1.3.2. Energiebereitstellung aus Fetten	15
1.3.3. Energiebereitstellung aus Protein	18
1.4. Energieumsatz	21
1.4.1. Der Grundumsatz	21
1.4.2. Energieumsatz unter Belastung	24
1.5. Anpassung des Energiestoffwechsels an Training	41
1.5.1. Die Kreatinphosphatspaltung	42
1.5.2. Die Glykolyse	43
1.5.3. Die oxydative ATP-Resynthese	44
1.6. Zusammenfassung	52
2. DIE MUSKELKRAFT	55
2.1. Die Elektromechanische Koppelung	56
2.2. Die Arbeitsweise der Muskelzelle	58
2.3. Kontraktionsformen	60
2.3.1. Die isometrische Kontraktion	60
2.3.2. Die isotonische Kontraktion	60
2.3.3. Die Unterstützungszuckung	61
2.3.4. Die Anschlagzuckung	61
2.3.5. Die auxotonische Kontraktion	61
2.4. Rote und weiße Muskelfasern	62

Inhaltsverzeichnis

2.4.1. Rote Muskelfasern	62
2.4.2. Weiße Muskelfasern.....	63
2.5. Die Anpassung an unterschiedlichen Kraftbedarf	66
2.5.1. Die motorischen Einheiten	66
2.5.2. Die intramuskuläre Synchronisation.....	67
2.5.3. Die intramuskuläre Koordination	68
2.6. Langfristige Anpassung der Muskelkraft an Training	69
2.6.1. Synchronisation	69
2.6.2. Hyperplasie.....	70
2.6.3. Die Hypertrophie	70
2.7. Zusammenfassung	73
3. DER KREISLAUF	75
3.1. Das Blut	76
3.1.1. Die Fließeigenschaften des Blutes (Hämo-Rheologie)	76
3.1.2. Der Sauerstofftransport	79
3.1.3. Der CO ₂ -Tansport	80
3.1.4. Die Pufferung	80
3.1.5. Langfristige Anpassungen des Blutes	81
3.1.6. Zusammenfassung	82
3.2. Das Gefäßsystem	83
3.2.1. Die Reaktion auf Muskeltätigkeit	84
3.2.2. Die Anpassung an Ausdauertraining	84
3.2.3. Zusammenfassung	85
3.3. Das Herz	85
3.3.1. Die Reaktion auf Muskeltätigkeit	86
3.3.2. Die langfristige Anpassung an Ausdauertraining	89
3.3.3. Zusammenfassung	91
4. DIE LUNGE	93
4.1. Die Ventilation	94
4.1.1. Die Reaktion der Ventilation auf Muskeltätigkeit	95
4.2. Die Diffusion	95
4.2.1. Die Diffusion unter Belastung	96
4.3. Die Perfusion	97
4.4. Die langfristige Anpassung an Ausdauertraining	97

4.5. Zusammenfassung	99
5. ANDERE ORGANE	101
5.1. Die Leber	101
5.2. Die Nebenniere	101
2. TEIL: DIE MEDIZINISCHE TRAININGSLEHRE	103
1. STRESSTHEORIE DES TRAININGS	109
1.1. Was ist Stress	109
1.2. Die Stressreaktion	111
1.3. Der Ablauf der Stressreaktion in vier Phasen	112
1.3.1. Die Alarmphase	112
1.3.2. Die Phase der Anpassung	115
1.3.3. Die Phase der Ermüdung und/oder Erschöpfung	116
1.3.4. Die Phase der Wiederherstellung und Erholung	119
1.4. Gesundheit und Leistungsfähigkeit als ausgewogenes Verhältnis von Gegensätzen	121
1.4.1. Die Gegensätze	121
1.4.2. Die Verhältnismäßigkeit	121
1.4.3. Das Missverhältnis	122
1.5. Der Zyklus als Grundmuster für die Gestaltung des Lebens	126
1.5.1. Die zyklische Gestaltung der physischen Belastung	126
1.5.2. Die zyklische Gestaltung der psycho-emotionellen Belastung ..	127
1.5.3. Berücksichtigung der zirkadianen Rhythmik	127
1.5.4. Die Berücksichtigung des Monatszyklus der Frau	128
1.6. Exkurs: Stressmanagement	128
1.6.1. Verminderung der Belastung	128
1.6.2. Vermehrung der Erholung	130
1.6.3. Steigerung der Pauseneffizienz	130
1.6.4. Steigerung der Erholungsfähigkeit	131
1.7. Die Phase der Überkompensation	131
1.7.1. Einige Anmerkungen zum Überkompensationszyklus	132
1.7.2. Einige Anmerkungen zum Trainingsprozess	133
1.7.3. Einige Anmerkungen zur Trainingsbelastung	135
1.8. Zusammenfassung	137

2. DIE MOTORISCHEN GRUNDEIGENSCHAFTEN	139
2.1. Ausdauer	139
2.1.1. Aerobe Ausdauer	141
2.1.2. Anaerobe Ausdauer	145
2.2. Kraft	147
2.2.1. Die Maximalkraft.....	147
2.2.2. Kraftausdauer.....	149
2.3. Koordination	152
2.4. Schnelligkeit	152
2.5. Flexibilität	153
2.6. Zusammenfassung	155
3. ZEHN ALLGEMEINE GRUNDREGELN DES TRAININGS	157
3.1. Die Quantifizierung der Trainingsbelastung	158
3.1.1. Intensität	158
3.1.2. Dauer	159
3.1.3. Häufigkeit	159
3.1.4. Die wöchentliche Netto-Trainingsbelastung (WNTB).....	159
3.2. Die Beachtung von Minimalbelastungen	162
3.2.1. Für das aerobe Ausdauertraining.....	162
3.2.2. Für das Krafttraining.....	166
3.3. Die Angemessenheit der Trainingsbelastung	170
3.3.1. Zu niedrige Trainingsbelastung	171
3.3.2. Zu hohe Trainingsbelastung	171
3.4. Die Ganzjährigkeit des Trainings	172
3.5. Die systematische Steigerung der Trainingsbelastung	173
3.5.1. Die systematische Steigerung im Ausdauertraining	174
3.5.2. Die systematische Steigerung im Krafttraining	180
3.6. Die zyklische Gestaltung des Trainings	182
3.6.1. Die Hierarchie der Zyklen.....	182
3.6.2. Die Terminplanung des Trainingsjahres	189
3.6.3. Typische Beispiele der Terminplanung bei Ein- und Mehrfachperiodisierung	191
3.7. Die Auswahl der richtigen Bewegungsform	196
3.8. Das Definieren von Trainingszielen	197
3.8.1. Leistungssportliche Ziele	198

Inhaltsverzeichnis

3.8.2. Nicht-leistungssportliche Ziele	198
3.9. Das Individualisieren des Trainings	200
3.10. Die Information des Trainierenden	200
3.11. Zusammenfassung	201
4. TRAININGSMETHODEN	203
4.1. Trainingsmethoden der Ausdauer	203
4.1.1. Aerobe Ausdauer	203
4.1.2. Anaerobe Ausdauer	208
4.2. Trainingsmethoden der Kraft	209
4.2.1. Maximalkraft	209
4.2.2. Kraftausdauer	211
4.3. Zusammenfassung	213
5. DIE PLANUNG DES MEHRJÄHRIGEN TRAININGS VON KRAFT UND AUSDAUER IM LEISTUNGSSPORT	215
5.1. Der österreichische Ruderlehrplan.....	217
5.1.1. Das 1. Trainingsjahr (14. Lebensjahr)	218
5.1.2. Das 2. Trainingsjahr (15. Lebensjahr)	219
5.1.3. Das 3. Trainingsjahr (16. Lebensjahr)	222
5.1.4. Das 4. Trainingsjahr (17. Lebensjahr)	225
5.1.5. Das 5. Trainingsjahr (18. Lebensjahr)	230
5.1.6. Das 6. Trainingsjahr (19. Lebensjahr)	231
5.1.7. Das 7. Trainingsjahr (20. Lebensjahr)	234
5.2. Das 4-Jahres-Projekt „Susanne Pumper Sydney 2000“	235
5.2.1. Die Entwicklung der Jahres-Nettotrainingszeit	238
5.2.2. Die Entwicklung der mittleren und schnellen Dauerläufe	240
5.2.3. Die Entwicklung des intensiven Trainings	241
5.2.4. Die Leistungsentwicklung.....	242
5.2.5. Kontrolle und Regelung des Trainings.....	245
5.3. Zusammenfassung	249
6. DIE GRENZEN DER SPORTLICHEN LEISTUNGSFÄHIGKEIT	251
6.1. Kraft	251
6.2. Ausdauer	252

Inhaltsverzeichnis

6.3. Passiver Bewegungsapparat	253
6.4. Zusammenfassung	254
3. TEIL: DIE LEISTUNGSDIAGNOSTIK	255
1. DIE TRAININGSANAMNESE	259
1.1. Angaben zur Person	259
1.2. Allgemeine Angaben zum Training	259
1.2.1. Das Trainingsalter	259
1.2.2. Die gegenwärtige Trainingsperiode	260
1.2.3. Die Summe aller Trainingseinheiten pro Woche	260
1.3. Angaben zum Ausdauertraining	260
1.3.1. Der Trainingsumfang des Vorjahres	260
1.3.2. Das Training vor 10 Wochen und vorher	261
1.3.3. Das Training der letzten 10 Wochen vor dem Test	261
1.3.4. Die Struktur des Trainings	261
1.4. Angaben zum Krafttraining	262
1.5. Das sportliche Ziel	262
1.6. Kurzfristige Einflussfaktoren	262
1.7. Die Persönlichkeit des Sportlers	263
1.8. Zusammenfassung	265
2. DIE LEISTUNGSDIAGNOSTISCHE UNTERSUCHUNG (TEST)	267
2.1. Die absolute Leistungsfähigkeit	267
2.2. Die relative Leistungsfähigkeit	268
2.2.1. Die Körpermasse	268
2.2.2. Die Körperoberfläche	271
2.3. Der Bezug auf einen Referenzwert (Trainingszustand)	271
2.4. Die Beurteilung des Trainingszustandes	273
2.4.1. Die Relation zum Trainingsaufwand	273
2.4.2. Die Relation zum angestrebten sportlichen Ziel	273
2.4.3. Trainingscontrolling	273
2.5. Trainingsmittelüberprüfung	274
2.6. Zusammenfassung	275

3. QUALITÄTSKRITERIEN EINES TESTS	277
3.1. Gültigkeit, Validität	277
3.2. Zuverlässigkeit, Reliabilität	277
3.3. Objektivität	278
3.4. Standardisierung	278
3.5. Zusammenfassung	281
4. LEISTUNGSDIAGNOSTISCHE TESTS, GEORDNET NACH ZUNEHMENDEM APPARATIVEM AUFWAND	283
4.1. Ruhepuls und Körpermasse	283
4.2. Das sportartspezifische Testsystem	283
4.3. Standardisiertes Testtraining	284
4.4. Der Feldtest	285
4.4.1. Annahme 1	286
4.4.2. Annahme 2	287
4.5. Maximalkrafttest	289
4.5.1. Sportarten für die Beine	290
4.5.2. Sportarten für die Arme	291
4.5.3. Krafttest in Prävention und Rehabilitation	293
4.6. Kraftausdauerterest	293
4.7. Zusammenfassung	296
5. DIE ERGOMETRIE	299
5.1. Das Prinzip	299
5.2. Ergometrieformen	300
5.2.1. Die sportartunspezifische Fahrradergometrie	300
5.2.2. Die sportartspezifische Ergometrie	301
5.3. Belastungsverfahren (Ergometrieprotokolle)	302
5.3.1. Rektanguläre Rechteckbelastung, Einstufentest	302
5.3.2. Trianguläre, kontinuierlich ansteigende Belastung, Rampentest	302
5.3.3. Stufenförmig ansteigende, rektangulär-trianguläre Belastung	302
5.3.4. Steady state-Belastung	303
5.3.5. Symptomlimitierte, maximale Ergometrie	303
5.3.6. Die submaximale Ergometrie	304
5.4. Ergometrische leistungsdiagnostische Messwerte	306