

2. überarbeitete Auflage

H.-H. Dickhuth / F. Mayer / K. Röcker / A. Berg (Hrsg.)

Sportmedizin für Ärzte

Lehrbuch auf der Grundlage des Weiterbildungssystems der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP)



Deutscher
Ärzte-Verlag

H.-H. Dickhuth / F. Mayer / K. Röcker / A. Berg (Hrsg.)
Sportmedizin für Ärzte

H.-H. Dickhuth / F. Mayer / K. Röcker / A. Berg (Hrsg.)

Sportmedizin für Ärzte

Lehrbuch auf der Grundlage des Weiterbildungssystems der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP)

Unter Mitarbeit von G. Badtke, H. Baur, D. Bültermann, W. Daecke, P. Deibert, F. C. Dimeo, C. Erggelet, A. Gollhofer, H. Hebestreit, H.-C. Heitkamp, A. Hirschmüller, W. Hubmann, D. König, U. Korsten-Reck, M. Loew, H. Lohrer, M. Möhrle, A. Nieß, D. Parsch, C. D. Reimers, B. Richter, R. Schmelzeisen, A. Schmid, A. Schmidt-Trucksäss, H. Schmitt, D. Schnell, Y. O. Schumacher, H. Striegel, K. Tetzlaff, N. Weyer, R. Wolff, M. Zimmer

Mit Geleitworten von N. Bachl und H. Löllgen

Mit 109 Tabellen und 181 Abbildungen in 238 Einzeldarstellungen

2. überarbeitete Auflage

Deutscher Ärzte-Verlag Köln

ISBN (E-Book)
978-3-7691-3611-1

aerzteverlag.de

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.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- oder Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Wichtiger Hinweis:

Die Medizin und das Gesundheitswesen unterliegen einem fortwährenden Entwicklungsprozess, sodass alle Angaben immer nur dem Wissensstand zum Zeitpunkt der Drucklegung entsprechen können.

Die angegebenen Empfehlungen wurden von Verfassern und Verlag mit größtmöglicher Sorgfalt erarbeitet und geprüft. Trotz sorgfältiger Manuskripterstellung und Korrektur des Satzes können Fehler nicht ausgeschlossen werden.

Der Benutzer ist aufgefordert, zur Auswahl sowie Dosierung von Medikamenten die Beipackzettel und Fachinformationen der Hersteller zur Kontrolle heranzuziehen und im Zweifelsfall einen Spezialisten zu konsultieren.

Der Benutzer selbst bleibt verantwortlich für jede diagnostische und therapeutische Applikation, Medikation und Dosierung.

Verfasser und Verlag übernehmen in folgedessen keine Verantwortung und keine daraus folgende oder sonstige Haftung für Schäden, die auf irgendeine Art aus der Benutzung der in dem Werk enthaltenen Informationen oder Teilen davon entstehen.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf deshalb der vorherigen schriftlichen Genehmigung des Verlages.

Copyright © 2010 by
Deutscher Ärzte-Verlag GmbH
Dieselstraße 2, 50859 Köln

Umschlagkonzeption: Hans Peter Willberg und Ursula Steinhoff
Titelgrafik: Bettina Kulbe
Produktmanagement: Marie-Luise Bertram
Satz: Plaumann, 47807 Krefeld

5 4 3 2 1 0 / 614

1. Geleitwort

Die Sportmedizin in Deutschland hat eine große und lange Tradition. Von Deutschland gingen wichtige Impulse aus; so erfolgte hier 1912 die erste Gründung einer sportmedizinischen Gesellschaft; das weltweit erste Institut für systematische sportmedizinische Forschung und sportärztliche Praxis wurde 1924 in Freiburg mit einem Extraordinariat gegründet. Gleichzeitig erschien 1924 die erste sportmedizinische Fachzeitschrift. 1933 hatte die Gesellschaft für Sportmedizin bereits 3000 Mitglieder. Nach dem zweiten Weltkrieg gründeten sich eine westdeutsche und eine ostdeutsche Sportmedizin, die 1990 in eine gemeinsame Gesellschaft mit ca. 10 500 Mitgliedern mündete.

1997 wurde die Europäische Gesellschaft für Sportmedizin gegründet. Sie umfasst mittlerweile 41 nationale Mitgliedsorganisationen mit allerdings sehr unterschiedlichem Ausbildungsstand. So gibt es derzeit Länder mit Sportmedizin als Facharztqualifikation, Länder mit Sportmedizin als Zusatzfach und Länder mit verschiedenwertigen Diplomen für Sportmedizin (Zusatzbezeichnungen). Es ist daher ein wichtiges Ziel der Europäischen Gesellschaft, diesen Ausbildungsstand auf ein einheitlich hohes Niveau zu heben und damit der wachsenden Bedeutung der Sportmedizin in unserer sich verändernden Gesellschaft gerecht zu werden. Ein kompetentes nationales Standardwerk ist ein wesentlicher Schritt in diese Richtung.

Die Sportmedizin gilt als sogenanntes Querschnittsfach, da ihre Anwendungsgebiete nicht organ- oder methodenbezogen sind, sondern eine ganze Reihe von verschiedenen Fachgebieten tangieren. Im deutschen Sprachraum gab und gibt es zwar sehr fundierte Bücher über Sportphysiologie und Arbeitsmedizin, jedoch kein Lehrbuch, welches sich mit der überwiegend klinischen und angewandten Sportmedizin befasst. Diese Lücke ist mit dem vorliegenden Lehrbuch für Sportmedizin geschlossen worden. Dies erschien auch deshalb notwendig, weil in Deutschland die Sportmedizin erstmals in der Ausbildung der Medizinstudenten als Wahlpflichtfach vorgesehen ist.

Die Autoren sind ausgewiesene Experten auf ihrem Gebiet mit starker Betonung der klinischen Sportmedizin und großen Erfahrungen in der Betreuung im Leistungssport. Einbezogen ist dabei auch der orthopädisch/traumatologische Bereich, sodass eine umfassende Darstellung der Sportmedizin in *einem* Buch vorliegt.

Die Autoren sind eine Gewähr dafür, dass die einzelnen Kapitel mit höchster Kompetenz erarbeitet worden sind. Es ist ein Buch entstanden, das allen Ärzten, die sich für Sportmedizin interessieren, als Standardwerk wärmstens zu empfehlen ist.

*Prof. Dr. Norbert Bachl
President European Federation of Sports
Medicine Associations*

2. Geleitwort

Im deutschsprachigen Bereich gibt es einige Bücher zu Themen der Sportmedizin, jedoch fehlt ein umfassendes Buch zum fachübergreifenden Gebiet der Sportmedizin. Vor allem die internistischen und orthopädischen Aspekte sind meist in verschiedenen Werken getrennt dargestellt. Das vorliegende Buch füllt somit eine Lücke. Alle Aspekte der Sportmedizin werden dargestellt, nicht nur die Grundlagen, sondern auch Anwendungen in den verschiedenen Fächern. Entsprechend dem Charakter des Querschnittfaches werden auch die sonst vernachlässigten Aspekte der Neurologie, Augenheilkunde und Dermatologie dargestellt, wie auch alle übrigen Gebiete von der Ernährung über Umwelt bis hin zu Organisationen im Sport.

Damit wird erstmalig eine umfassende Monographie zum Thema Sportmedizin vorgestellt. Sie richtet sich nicht nur an Ärzte, sondern auch interessierte Studenten der Medizin und Sportwissenschaften finden hier umfangreiche Unterlagen. Im Rahmen der Vorbereitung auf die Prüfung zur Zusatzbezeichnung „Sportmedizin“ wird dieses Buch den Standard darstellen. Entsprechend wurden alle Kapitel an der Weiterbildungs-

ordnung der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin in Zusammenarbeit mit der Bundesärztekammer ausgerichtet.

Der Stellenwert regelmäßiger körperlicher Aktivität in Prävention und Rehabilitation ist unbestritten, Bewegungsmangel im Kindes-, Jugend-, und Erwachsenenalter ist ein zunehmendes Problem. Dieses Buch liefert alle notwendigen Informationen zur Beratung des Sportlers, des Patienten und Menschen aller Altersgruppen, die sich wieder vermehrt körperlich aktiv betätigen wollen. An Prävention interessierte Politiker und Sportfunktionäre finden hier Hinweise und Hilfestellungen.

Dieses Buch sollte auf dem Schreibtisch eines jeden Arztes griffbereit liegen. Der sportmedizinisch interessierte Arzt hat endlich die lange vermisste Monographie.

Eine weite Verbreitung ist diesem Buch zu wünschen.

*Prof. Dr. Herbert Löllgen
Präsident der deutschen Gesellschaft für
Sportmedizin und Prävention
Remscheid, im Dezember 2006*

Vorwort zur 1. Auflage

Sportmedizin ist nach der letzten Novellierung der Approbationsordnung sowohl als Wahlfach als auch in verschiedenen Querschnittsbereichen im Curriculum des Medizinstudiums vertreten. Die medizinische Ausbildung trägt damit einer Entwicklung Rechnung, die in der praktischen Medizin schon lange erkennbar war. Mit der zunehmenden Bedeutung von Sport und Bewegung bzw. den Folgen der Bewegungsarmut in unserer Gesellschaft wird auch der Mediziner im Alltag immer häufiger mit Fragen und Problemen aus dem Bereich Sport und Medizin konfrontiert, auf die der Patient eine kompetente Antwort erwartet.

Das vorliegende Buch spricht deshalb als Zielgruppe Studierende der Medizin im klinischen Abschnitt an, die Sportmedizin als Wahlfach wählen, und Ärzte, die die Zusatzweiterbildung „Sportmedizin“ erwerben wollen. Das Lehrbuch soll auch die Grundlage für die neue Weiterbildungsordnung darstellen, die vom Deutschen Ärztetag 2003 beschlossen wurde und die seit Ende 2006 bundesweit gilt. Grundlegende Kenntnisse der verschiedenen Sportarten, der Anatomie, der Physiologie und verschiedener Krankheitsbilder werden vorausgesetzt bzw. müssen anderweitig erworben werden. Für Studierende der Sportwissenschaft mag das Buch dann von Interesse sein, wenn die Studienausrichtung auf den Gesundheitssport erfolgt.

Die Sportmedizin ist weder eine einheitlich methodische noch organzentrierte Disziplin der Medizin. Dies erschwert es außerordentlich, eine übersichtliche und verständliche Darstellung über die wesentlichen Felder der Sportmedizin zu geben, die für angehende oder ausgebildete Mediziner z.T. ganz unterschiedlicher Fachrichtungen gleichermaßen verstehbar und informativ sein muss. Bei tiefer gehendem Interesse an einzelnen Themenbereichen sei deshalb auf die aufgeführte Spezialliteratur in jedem Kapitel verwiesen.

Inhaltlich haben die Autoren versucht, sich am Curriculum der sportmedizinischen Weiterbildung zu orientieren und das Grundwissen für die Zusatzweiterbildung „Sportmedizin“ kompakt und verständlich darzustellen. Dies scheint auch deshalb erforderlich, weil die deutsche Ausbildung mit der Zusatzbezeichnung „Sportmedizin“ gegenüber anderen Ländern einige Besonderheiten aufweist. Insbesondere gibt sie in der neuen Approbationsordnung neben dem klinischem Schwerpunkt und der Belastungsphysiologie auch eine starke präventive und rehabilitative Ausrichtung vor. Für dieses Curriculum liegt im deutschen Sprachraum bisher keine zusammenfassende Darstellung vor, sodass wir hoffen, eine Lücke zu schließen und viele Kollegen für die Beschäftigung mit der Sportmedizin zu gewinnen.

Die Autoren

Danksagung der Herausgeber

Die Herausgeber möchten zunächst allen beteiligten Autoren ganz herzlich für die Mitarbeit und den nicht unerheblichen Aufwand für die Erstellung der jeweiligen Kapitel danken. Das Buch hat verständlicherweise eine lange Vorlaufzeit, da uns insbesondere die Abstimmung bezüglich des Umfangs der einzelnen Kapitel und der Art der Präsentation sehr wichtig war.

Danken möchten wir auch dem Verlag in Person von Frau Marie-Luise Bertram, die immer motivierend den Fortgang der Arbeiten

verfolgt und unterstützt hat. Sie hat wesentlich dazu beigetragen, dass das Buch in der heutigen Form erschienen ist. Vielen Dank auch an Herrn Jürgen Bluhme-Rasmussen, der im Verlag dieses Buch mitbetreut hat. Nicht zuletzt möchten wir uns bei allen Kollegen und Mitarbeitern bedanken, die in immer wiederkehrenden fachlichen Diskussionen mit Hinweisen auf wissenschaftliche Neuigkeiten und korrigierenden Informationen wesentlich an der Erstellung dieses Buches mitgewirkt haben, auch wenn sie als Autoren nicht ausdrücklich erwähnt sind.

Vorwort zur 2. Auflage

Die sehr positive Resonanz auf die 1. Auflage unseres Buches „Sportmedizin für Ärzte“ hat gezeigt, dass ein großer Bedarf an der Darstellung übergreifender sportmedizinischer Probleme besteht. Aus diesem Grunde ist es bereits nach 3 Jahren erforderlich, dass eine 2. Auflage erscheint.

Die Kapitel wurden sorgfältig durchgesehen und aktualisiert. Insbesondere das Kapitel „Doping“ wurde entsprechend den neuen Richtlinien der WADA überarbeitet, da sich hier einige relevante Änderungen ergeben haben.

Die Herausgeber möchten sich bei den Autoren und Mitautoren ganz herzlich bedanken, dass sie sich der Mühe unterzogen haben, ihre Kapitel durchzusehen und zu korrigieren.

Danken möchten wir auch wiederum Frau Marie-Luise Bertram vom Deutschen Ärzte-Verlag für die immer konstruktive und motivierende Zusammenarbeit.

Die Autoren

Inhaltsverzeichnis

I	Biologische Grundlagen der Sportmedizin	1
1	Biologische Grundlagen der motorischen Hauptbeanspruchungsformen	3
	<i>H.-H. Dickhuth, A. Gollhofer</i>	
	1.1 Koordination – 3	
	1.2 Flexibilität – 5	
	1.3 Kraft – 7	
	1.4 Schnelligkeit – 10	
	1.5 Ausdauer – 12	
2	Sportmedizinische Aspekte des Energiestoffwechsels	17
	<i>A. Berg, H.-H. Dickhuth</i>	
	2.1 Anaerobe Formen der Energiebereitstellung – 17	
	2.1.1 Anaerob-alaktazide Energiebereitstellung – 17	
	2.1.2 Anaerob-laktazide Energiebereitstellung – 18	
	2.2 Aerobe Formen der Energiebereitstellung – 20	
	2.2.1 Oxidative Energiegewinnung aus Kohlenhydraten – 20	
	2.2.2 Oxidative Energiegewinnung aus Fetten – 21	
	2.2.3 Oxidative Energiegewinnung aus Proteinen – 22	
	2.3 Regulation der Energiebereitstellung bei körperlicher Belastung – 23	
	2.3.1 Energiebereitstellung unter sofortiger Maximalbelastung – 24	
	2.3.2 Energiebereitstellung bei ansteigender Belastung – 25	
3	Allgemeine medizinische Trainingslehre	29
	<i>H.-H. Dickhuth, A. Gollhofer</i>	
	3.1 Definition – 29	
	3.2 Allgemeine Gesetzmäßigkeiten der Steuerung und Regelung der Belastungsreaktion – 29	
	3.2.1 Homöostase und Trainingsreiz – 30	
	3.2.2 Progressive Belastung – 31	
	3.3 Allgemeine Physiologie der Ermüdung, Regeneration und Überlastung (Übertraining) – 33	
	3.3.1 Periphere Mechanismen als Ursache für Ermüdung und Überlastung – 34	
	3.3.2 Zentrale Mechanismen für Ermüdung und Überlastung – 35	
	3.3.3 Grenzen der körperlichen Leistungsfähigkeit – 36	

II	Sportmedizinische Untersuchungsverfahren	41
4	Internistisch-allgemeinmedizinische Untersuchung	43
	<i>H.-H. Dickhuth</i>	
4.1	Anamnese und körperliche Untersuchung – 43	
4.2	Apparative Untersuchungen – 44	
4.2.1	Labordiagnostik – 44	
4.2.2	Blutdruckmessung – 45	
4.2.3	Elektrokardiographie – 46	
4.2.4	Echokardiographie – 46	
4.2.5	Lungenfunktionsdiagnostik – 46	
4.2.6	Erfassung der Körperkomposition – 47	
4.2.7	Sehtest – 47	
4.3	Belastungsuntersuchungen – 48	
4.3.1	Ergometrische Verfahren (allgemein) – 48	
4.3.2	Belastungselektrokardiographie (Belastungs-EKG) – 50	
4.3.3	Spiroergometrie – 51	
4.3.4	Untersuchung statischer (isometrischer) Belastungsformen – 52	
5	Sportorthopädische Untersuchungs- und Diagnoseverfahren	53
	<i>F. Mayer</i>	
5.1	Ablauf und Inhalte der sportorthopädischen Untersuchung – 53	
5.2	Anamnese, allgemeine und funktionelle Untersuchungstechniken – 56	
5.3	Muskelfunktionsdiagnostik – 58	
5.4	Grundlagen der bildgebenden Diagnostik und deren Indikation im Sport – 59	
6	Verfahren zur Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung	63
6.1	Metabolische Leistungsdiagnostik – 63	
	<i>K. Röcker</i>	
6.2	Physiologische Grundlagen der metabolischen Leistungsdiagnostik – 63	
	<i>K. Röcker</i>	
6.3	Leistungsdiagnostische Verfahren – 65	
	<i>K. Röcker</i>	
6.3.1	Atemgasanalyse bei körperlicher Belastung (Ergospirometrie, auch: Spiroergometrie) – 65	
6.3.2	Bestimmung der Blutlaktatkonzentration bei Belastung – 67	
6.3.3	Technische Aspekte und Interpretation – 68	
6.4	Orthopädisch-biomechanische Leistungsdiagnostik – 73	
	<i>F. Mayer, H. Baur, A. Gollhofer</i>	
6.4.1	Methoden zur Bestimmung der Kraftleistungsfähigkeit – 73	
6.4.1.1	Klinisch-funktionelle Kraftdiagnostik – 73	
6.4.1.2	Apparative Kraftdiagnostik – 75	
6.4.2	Kinetische Verfahren – 77	
6.4.3	Kinematische Verfahren – 79	
6.4.4	Methoden zur Erfassung von Koordination und Bewegungsregulation – 80	

III	Sportmedizinische Aspekte der Organsysteme	83
7	Herz-Kreislauf-System	85
7.1	Herz-Kreislauf-Regulation und körperliche Belastung – 86 <i>H.-H. Dickhuth</i>	
7.1.1	Herz-Kreislauf-Regulation bei akuter körperlicher Belastung – 86	
7.1.1.1	Dynamische Belastungsformen – 86	
7.1.1.2	Statische Belastungsformen – 88	
7.1.2	Regulation und Anpassung bei chronisch-physiologischer Belastung – 89	
7.1.2.1	Regulative Anpassungsmechanismen – 90	
7.1.2.2	Strukturelle Anpassungsmechanismen (Sportherz) – 91	
7.1.2.3	Rückbildungsfähigkeit der Adaptationen – 95	
7.2	Herzerkrankungen und Sport – 95 <i>H.-H. Dickhuth</i>	
7.2.1	Herzrhythmusstörungen und plötzlicher Herztod – 95	
7.2.2	Angeborene und erworbene Herzklappenerkrankungen – 97	
7.2.3	Kardiomyopathien und entzündliche Herzerkrankungen – 99	
7.2.3.1	Kardiomyopathien – 99	
7.2.3.2	Entzündliche Herzerkrankungen – 101	
7.2.4	Hypertonie und Sport – 102	
7.2.4.1	Einteilung der Hypertonie – 102	
7.2.4.2	Blutdruckverhalten und körperliche Belastung – 103	
7.2.4.3	Antihypertensive Therapie und körperliche Leistungsfähigkeit – 104	
7.2.4.4	Hypertonie und Sporttauglichkeit – 105	
7.2.5	Synkopen und Sport – 105	
7.2.5.1	Neurokardiogen (vasovagal) bedingte Synkopen – 107	
7.2.5.2	Orthostatisch bedingte Synkopen – 108	
7.2.5.3	Kardial bedingte Synkopen – 108	
7.2.5.4	Respiratorisch bedingte Synkopen – 108	
7.2.5.5	Metabolische Ursachen – 108	
7.2.5.6	Anaphylaxie – 109	
7.2.5.7	Neurologisch-psychogen bedingte Synkopen – 109	
7.2.5.8	Synkopen und Sporttauglichkeit – 109	
7.2.6	Ischämische Herzerkrankungen und Sport – 110	
7.3	Gefäßerkrankungen und Sport – 111	
7.3.1	Arteriell Gefäßsystem – 111 <i>A. Schmidt-Trucksäss</i>	
7.3.1.1	Atherosklerotische Gefäßerkrankungen – 112	
7.3.1.2	Aortenaneurysma – 113	
7.3.1.3	Funktionelle Gefäßobstruktion – 113	
7.3.2	Phlebologische Erkrankungen – 114 <i>M. Möhrle</i>	

8	Atmungssystem	119
	<i>K. Röcker</i>	
8.1	Anpassung des pulmonalen Systems an körperliche Belastung –	119
8.2	Lungenerkrankungen und körperliche Belastung –	121
8.2.1	Belastungsinduzierte Erkrankungen des Atmungssystems –	121
8.2.1.1	Belastungsinduzierte Bronchokonstriktion (EIB) –	121
8.2.1.2	Stimmbanddysfunktion (Vocal cord dysfunction, VCD) –	123
8.2.2	Chronische Erkrankungen des Atmungssystems mit Auswirkungen auf die körperliche Belastbarkeit –	125
9	Blut und Immunsystem	127
	<i>A. Berg, Y. O. Schumacher</i>	
9.1	Anpassung und Reaktion auf akute Belastung –	127
9.1.1	Blut, Blutzusammensetzung und hämatopoetisches System –	127
9.1.2	Blutrheologie, Gerinnungs- und Fibrinolyseeigenschaften –	128
9.1.3	Leukozyten und zelluläre Immunität –	129
9.1.4	Plasmatische Immunfunktionen und Zytokine –	130
9.1.5	Transportierte Bestandteile und labordiagnostische Aspekte –	131
9.2	Anpassung und Reaktion auf chronische Belastung –	132
9.2.1	Blut, Blutzusammensetzung und hämatopoetisches System –	132
9.2.2	Blutrheologie, Gerinnungs- und Fibrinolyseeigenschaften –	133
9.2.3	Leukozyten und zelluläre Immunität –	134
9.2.4	Plasmatische Immunfunktionen und Zytokine –	135
9.3	Sport bei Erkrankungen des Blutes und des Immunsystems –	136
9.3.1	Allergische Erkrankungen –	136
9.3.2	Blutungs- und Thromboseneigung –	137
9.3.3	AIDS –	139
9.3.4	Onkologische Erkrankungen –	140
10	Gastrointestinaltrakt	143
	<i>P. Deibert</i>	
10.1	Akute Auswirkungen von körperlicher Aktivität –	143
10.1.1	Oberer Gastrointestinaltrakt –	143
10.1.2	Unterer Gastrointestinaltrakt –	146
10.2	Chronische Auswirkungen von körperlicher Aktivität –	148
10.3	Erkrankungen und Sport –	150
11	Niere und ableitende Harnwege	153
	<i>D. Bültermann, H.-H. Dickhuth</i>	
11.1	Anpassung an körperliche Belastung –	153
11.1.1	Regulation bei akuter körperlicher Belastung –	153
11.1.2	Regulation und Anpassung bei chronischer physiologischer Belastung –	154
11.2	Erkrankungen und Sport –	155
11.2.1	Glomerulonephritis und nephrotisches Syndrom –	155
11.2.2	Niereninsuffizienz –	156
11.2.3	Erkrankungen der ableitenden Harnwege –	157

12	Muskulatur	159
	<i>A. Berg</i>	
12.1	Skelettmuskulatur als Organ – 159	
12.1.1	Beurteilung der Muskelmasse – 159	
12.1.2	Muskuläre Belastung und Energieverbrauch – 160	
12.2	Muskelfaserkonzept und muskuläre Eigenschaften – 162	
12.2.1	Kontraktile und metabolische Eigenschaften der Muskelfaser – 163	
12.2.2	Muskelfasertyp und Risikofaktorenkonzept – 165	
12.3	Aktivitätsinduzierte periphere und systemische Regulationsmechanismen – 165	
12.4	Inaktivität und „Energetic diseases“ – 166	
12.4.1	Negativeffekte der Inaktivität – 167	
12.4.2	Objektivierung der Inaktivität – 168	
12.5	Sarkopenie – 169	
13	Nervensystem und Psyche	173
	<i>C. D. Reimers</i>	
13.1	Grundlagen der neuromuskulären Funktion – 173	
13.2	Anpassung des Nervensystems bei körperlicher Aktivität – 175	
13.2.1	Zerebraler Metabolismus und zerebrale Perfusion – 175	
13.2.2	Neuroendokrine Anpassungen und Transmitter – 175	
13.2.3	Ermüdung – 176	
13.3	Ausgewählte neurologische Erkrankungen und Sport – 176	
13.3.1	Schädel-Hirn-Trauma – 176	
13.3.2	Zerebrovaskuläre Erkrankungen – 179	
13.3.3	Parkinson-Syndrom – 180	
13.3.4	Kopfschmerzen – 180	
13.3.5	Epilepsie – 182	
13.3.6	Multiple Sklerose – 184	
13.3.7	Amyotrophe Lateralsklerose – 185	
13.3.8	Querschnittslähmung – 186	
13.3.9	Polyneuropathien – 188	
13.3.10	Fokale Neuropathien – 189	
13.3.11	Myasthenie – 189	
13.3.12	Entzündliche Myopathien – 190	
13.3.13	Degenerative Myopathien – 190	
13.3.14	Myotone Myopathien – 191	
13.3.15	Metabolische Myopathien – 192	
13.3.16	Rhabdomyolysen – 194	
13.3.17	Schmerzsyndrome – 194	
13.4	Ausgewählte Erkrankungen der Psyche und Sport – 195	
13.4.1	Allgemeinbefinden – 195	
13.4.2	Depressive Syndrome – 195	
13.4.3	Angsterkrankung und Panikstörung – 196	
13.4.4	Anorexia nervosa und Anorexia athletica – 196	
13.4.5	Demenzerkrankungen – 197	
13.5	Neuroorthopädische Beschwerde- und Krankheitsbilder – 198	

14	Haut und Hautanhangsorgane	201
	<i>M. Möhrle</i>	
14.1	Verletzungen und Irritationen – 201	
14.2	Erkrankungen durch Umweltfaktoren – 202	
14.3	Allergologische Erkrankungen – 203	
14.4	Infektionen – 204	
15	Sinnesorgane	209
15.1	Visuelles System – 209	
	<i>D. Schnell</i>	
15.1.1	Regulation und Anpassung bei sportlicher Belastung – 209	
15.1.1.1	Bedeutung der Sehfunktionen – 209	
15.1.1.2	Zentrale und periphere Sehfunktionen – 209	
15.1.2	Normvarianten, Anomalien, Verletzungen, Erkrankungen und Beeinträchtigungen der Augen beim Sport – 212	
15.1.2.1	Augenverletzungen beim Sport – 212	
15.1.2.2	Fehlsichtigkeit – 216	
15.1.2.3	Schutz der Augen beim Sport – 216	
15.1.2.4	Sportfähigkeit bei Anomalien und Krankheiten der Augen – 222	
15.1.2.5	Sehbehinderung, Blindheit und Sport – 225	
15.2	Vestibulär-akustisches System – 229	
	<i>B. Richter</i>	
15.2.1	Funktion und Arbeitsweise – 229	
15.2.2	Regulation und Anpassung bei sportlicher Belastung – 230	
15.2.3	Ausgewählte Erkrankungen des vestibulär-akustischen Systems – 230	
15.2.3.1	Entzündungen des Ohres – 230	
15.2.3.2	Gleichgewichtsstörungen – 231	
15.2.3.3	Hörstörungen – 232	
15.3	Nasen-Rachen-Raum – 233	
	<i>B. Richter</i>	
15.3.1	Funktion und Arbeitsweise – 233	
15.3.2	Regulation und Anpassung bei sportlicher Belastung – 233	
15.3.3	Ausgewählte Erkrankungen der Nase – 233	
15.3.3.1	Rhinitis allergica – 233	
15.3.3.2	Infektionen der Nase und der Nasennebenhöhlen – 235	
15.3.3.3	Epistaxis – 235	
15.3.4	Ausgewählte Erkrankungen des Rachens – 236	
16	Hormonelle Systeme	241
	<i>D. König</i>	
16.1	Funktion und Arbeitsweise ausgewählter Hormondrüsen – 241	
16.1.1	Hypothalamus – 241	
16.1.2	Hypophyse – 241	
16.2	Regulation und Anpassung bei akuter und chronischer körperlicher Aktivität – 244	
16.2.1	Cortisol – 246	
16.2.2	Katecholamine – 247	

16.2.3	Wachstumshormon – 247	
16.2.4	Schilddrüsenhormone – 247	
16.2.5	Geschlechtshormone – 248	
16.3	Ausgewählte Erkrankungen des Hormonsystems und Sport – 248	
16.3.1	Diabetes mellitus Typ I – 248	
16.3.2	Diabetes mellitus Typ II – 249	
IV	Sportmedizinische und sportorthopädische Aspekte des Stütz- und Bewegungsapparates	253
17	Biologische Grundlagen des Stütz- und Bewegungsapparats	255
17.1	Adaptation an körperliche Belastung – 255	
17.1.1	Knochen und Knorpel – 255	
	<i>H. Baur, F. Mayer</i>	
17.1.2	Muskel und Sehnen – 257	
	<i>A. Hirschmüller, F. Mayer</i>	
17.2	Biomechanische Grundlagen von Bewegung – 262	
	<i>H. Baur, F. Mayer</i>	
17.3	Grundlagen der Gang- und Laufbewegung – 264	
	<i>A. Hirschmüller, F. Mayer</i>	
18	Grundlagen sportorthopädischer Therapie- und Rehabilitationsverfahren	269
18.1	Epidemiologie und Häufigkeit von Sportverletzungen und Sportschäden – 269	
	<i>R. Wolff</i>	
18.2	Konservative Therapiekonzepte – 271	
18.2.1	Physiotherapie – 271	
	<i>F. Mayer</i>	
18.2.2	Sporttherapie und Medizinische Trainingstherapie – 273	
	<i>F. Mayer</i>	
18.2.3	Grundlagen und Anwendungen physikalischer Therapiemaßnahmen – 275	
	<i>A. Hirschmüller, F. Mayer</i>	
18.2.4	Orthopädisch-biomechanische Behandlung – 283	
18.2.4.1	Orthesen und Bandagen – 283	
	<i>H. Lohrer</i>	
18.2.4.2	Einlagen – 286	
	<i>H. Baur, F. Mayer</i>	
18.2.4.3	Schuhe – 289	
	<i>H. Baur, F. Mayer</i>	
18.2.5	Medikamentöse Therapie sportorthopädischer Erkrankungen – 290	
	<i>W. Hubmann</i>	
18.2.5.1	Ziele und Wirkungen – 291	
18.2.5.2	Applikationsformen und perkutane Therapie – 293	
18.2.6	Infiltrationen – 294	
	<i>W. Hubmann</i>	
18.2.6.1	Ziele und Stellenwert – 294	
18.2.6.2	Einsatzbereiche und Möglichkeiten – 294	

18.2.7	Verband- und Gipstechniken – 297	
	<i>H. Lohrer</i>	
18.2.7.1	Wirkmechanismen – 299	
18.2.7.2	Einsatzmöglichkeiten – 299	
18.2.7.3	Anlagetechniken – 300	
18.3	Operative Therapiekonzepte – 301	
	<i>C. Erggelet</i>	
18.3.1	Grundlagen der Differenzialindikation – 301	
18.3.2	Operative Versorgung von Knochenverletzungen – 302	
18.3.3	Operative Behandlung von Muskelverletzungen – 302	
18.3.4	Versorgung und Rekonstruktion von Bändern und Sehnen – 303	
18.3.5	Tissue engineering – 303	
18.3.6	Postoperative frühfunktionelle Nachbehandlung – 305	
18.4	Manuelle Therapie, Neuraltherapie und Akupunktur – 305	
	<i>G. Badtke</i>	
18.4.1	Manuelle Therapie – 306	
18.4.2	Neuraltherapie – 308	
18.4.3	Akupunktur – 309	
19	Sportartspezifische Beschwerden und Krankheitsbilder von Kopf und Hals	315
	<i>N. Weyer, R. Schmelzeisen</i>	
19.1	Schädel und Gehirn – 315	
19.1.1	Commotio und Schädel-Hirn-Traumata – 315	
19.1.2	Schädelprellung und Schädelfrakturen – 315	
19.2	Gesicht und Kiefer – 316	
19.2.1	Kieferfrakturen – 316	
19.2.1.1	Kiefergelenkverletzungen – 316	
19.2.1.2	Frakturen des Alveolarfortsatzes – 317	
19.2.1.3	Frakturen des Unterkiefers – 318	
19.2.1.4	Mittelgesichtsfrakturen – 322	
19.2.2	Zahnverletzungen – 326	
19.3	Hals, Nase, Ohren und Rachenraum – 330	
19.3.1	Ringerohr (Ohrhämatom) – 330	
19.3.2	Nasenbeinfraktur – 330	
19.4	Weichteilverletzungen, Stich-, Riss- und Quetschwunden – 331	
19.5	Prävention von Verletzungen durch Protektoren – 333	
20	Sportartspezifische Beschwerden und Krankheitsbilder der Wirbelsäule und des Rumpfes	335
	<i>H. Schmitt</i>	
20.1	Hals- und Brustwirbelsäule und Rumpf – 335	
20.1.1	Halswirbelsäulenverletzungen und -überlastungsschäden im Sport – 335	
20.1.2	Rippenprellung und Rippenfrakturen – 336	
20.1.3	Wirbelkörperaufbaustörungen und Morbus Scheuermann – 337	
20.1.4	Skoliose – 339	

- 20.2 Lendenwirbelsäule – 341
 - 20.2.1 Spondylolyse und Spondylolisthese – 341
 - 20.2.2 Funktionelle Störungen, degenerative Instabilitäten und Spondylarthrosen – 343
 - 20.2.3 Diskopathien, radikuläre und pseudoradikuläre Syndrome – 344
- 20.3 Kreuzbein, Steißbein und Becken – 345
- 21 Sportartspezifische Beschwerden und Krankheitsbilder der oberen Extremität ... 349**
 - 21.1 Schultergürtel – 349
 - D. Parsch, M. Loew*
 - 21.1.1 Schulterinstabilität und Schulterluxation – 349
 - 21.1.2 Verletzungen des Akromioklavikular-(AC-)Gelenks – 352
 - 21.1.3 Impingement und Rotatorenmanschettenpathologien – 353
 - 21.1.4 Pathologien der langen Bizepssehne: SLAP-Läsion und Tendinitis – 355
 - 21.1.5 Prävention von Schulterverletzungen beim Sportler – 357
 - 21.2 Oberarm und Ellenbogen – 357
 - D. Parsch, M. Loew*
 - 21.2.1 Tennisellenbogen – Epicondylitis humeri radialis – 357
 - 21.2.2 Golferellenbogen – Epicondylitis humeri ulnaris – 358
 - 21.2.3 Werferellenbogen – Instabilität des ulnaren Kollateralbandes – 358
 - 21.3 Unterarm und Hand – 359
 - W. Daecke, H. Schmitt*
 - 21.3.1 Handgelenkverletzungen – 359
 - 21.3.2 Mittelhand- und Fingererletzungen – 363
 - 21.3.2.1 Frakturen – 363
 - 21.3.2.2 Gelenkverletzungen – 364
 - 21.3.2.3 Sehnenverletzungen – 366
 - 21.3.3 Tendovaginitiden, Nervenengpass-Syndrome und andere Überlastungssyndrome – 366
 - 21.3.4 Weitere Krankheitsbilder – 368
 - 21.3.4.1 Squashspielerfinger – 368
 - 21.3.4.2 Longierfinger – 368
 - 21.3.4.3 Boxerknöchel – 369
 - 21.3.4.4 Kletterfinger – 369
- 22 Sportartspezifische Beschwerden und Krankheitsbilder der unteren Extremität ... 371**
 - 22.1 Hüfte und Oberschenkel – 371
 - R. Wolff*
 - 22.1.1 Leistenschmerz im Sport – 371
 - 22.1.2 Spezielle Krankheitsbilder im Hüftbereich – 372
 - 22.1.2.1 Bursitiden – 372
 - 22.1.2.2 Osteitis pubis – 373
 - 22.1.2.3 Myositis ossificans – 373
 - 22.1.2.4 Muskelzerrungen, Muskelrisse und Insertionstendopathien – 374
 - 22.1.2.5 Apophysenausrisse – 375
 - 22.1.2.6 Frakturen – 376

	22.1.2.7 Stressfrakturen – 376	
	22.1.2.8 Hüftluxation – 377	
	22.1.3 Oberschenkel – 377	
22.2	Verletzungen und Beschwerden der Kniegelenkregion – 378	
	<i>C. Erggelet</i>	
	22.2.1 Meniskusläsionen – 378	
	22.2.2 Bandverletzungen und Instabilitäten – 379	
	22.2.2.1 Kreuzbänder – 379	
	22.2.2.2 Kollateralbänder, Quadrizeps- und Patellarsehne – 380	
	22.2.3 Knorpelschäden – 380	
	22.2.3.1 Akute und chronische Knorpelläsionen – 380	
	22.2.3.2 Osteochondrosis dissecans – 383	
	22.2.4 Knochenveränderungen – 384	
	22.2.4.1 Frakturen – 384	
	22.2.4.2 Knochenmarködem (Bone bruise) – 384	
	22.2.5 Verletzungen und Beschwerden der Patella – 385	
	22.2.5.1 Patellaluxation – 385	
	22.2.5.2 Vorderer Knieschmerz – 385	
	22.2.6 Bursitiden – 385	
	22.2.7 Tendinitiden und Tendinosen – 386	
	22.2.8 Kniegelenknahe Muskelerkrankungen – 387	
22.3	Unterschenkel und Fuß – 387	
	<i>H. Lohrer</i>	
	22.3.1 Chronische Kompartmentsyndrome – 387	
	22.3.2 Impingement-Syndrome des oberen Sprunggelenks – 388	
	22.3.3 Läsionen der Flexor-hallucis-longus-Sehne – 390	
	22.3.4 Läsionen der Peronealsehnen – 391	
	22.3.5 Akute und chronische Instabilitäten des oberen und unteren Sprunggelenks – 392	
	22.3.6 Achillessehnenrupturen – 394	
	22.3.7 Chronische Achillessehnenbeschwerden – 395	
	22.3.8 Muskelverletzungen – 397	
	22.3.9 Fasciitis plantaris – 398	
V	Prävention und Rehabilitation spezieller Erkrankungen und Sport	403
23	Internistisch-allgemeinmedizinische Erkrankungen	405
23.1	Infektionen – 405	
	<i>P. Deibert</i>	
	23.1.1 Infektionen der oberen Atemwege – 406	
	23.1.2 Myokarditis – 407	
	23.1.3 Infekte durch Epstein-Barr-Virus (EBV) – 408	
	23.1.4 Infekte des Gastrointestinaltrakts – 408	
	23.1.5 Im Ausland erworbene Infektionen – 409	
	23.1.6 Schutzimpfungen – 411	
	23.1.6.1 Lebendimpfstoffe – 411	
	23.1.6.2 Tot- und Toxoidimpfstoffe – 411	

23.2	Tumorerkrankungen – 413	
	<i>F. C. Dimeo</i>	
23.2.1	Körperliche Aktivität und Krebsrisiko – 414	
23.2.2	Körperliche Aktivität für Tumorpatienten – 416	
23.2.3	Gestaltung von Ausdauer- und Krafttrainingsprogrammen bei Patienten mit neoplastischen Erkrankungen – 418	
	23.2.3.1 Untersuchungen vor Beginn eines Trainingsprogramms – 418	
	23.2.3.2 Körperliche Belastungen während der Therapie – 420	
23.3	Herz-Kreislauf-Erkrankungen – 421	
	<i>A. Schmidt-Trucksäss</i>	
23.3.1	Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen durch körperliche Aktivität – 421	
23.3.2	Einfluss körperlicher Aktivität auf Risikofaktoren der Atherosklerose – 423	
23.3.3	Sport in der Rehabilitation von Herz-Kreislauf-Erkrankungen – 426	
	23.3.3.1 Dynamische Trainingsformen (Ausdauertraining) – 427	
	23.3.3.2 Statische Trainingsformen (Krafttraining) und gemischte Trainingsformen – 428	
23.4	Metabolisches Syndrom – 429	
	<i>D. König, A. Berg</i>	
23.4.1	Definition und Grundlagen – 429	
23.4.2	Pathophysiologie – 431	
23.4.3	Sport – 433	
23.5	Internistische Aspekte des Behindertensports – 435	
	<i>A. Schmid</i>	
23.5.1	Rehabilitationssport – 436	
23.5.2	Freizeit- und Breitensport – 436	
23.5.3	Behinderungsspezifische Veränderungen der Belastungsreaktion bei Querschnittslähmung – 437	
23.5.4	Intensität der körperlichen Aktivität – 438	
23.5.5	Art der körperlichen Belastung – 438	
23.5.6	Umfang der körperlichen Aktivität – 439	
23.5.7	Wettkampf- und Leistungssport – 440	
	23.5.7.1 Sportarten – 441	
	23.5.7.2 Leistungsdiagnostik 441	
	23.5.7.3 Klassifizierung 442	
	23.5.7.4 Paralympics – 443	
24	Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparats 451	
24.1	Orthopädische Aspekte des Behindertensports – 451	
	<i>M. Zimmer</i>	
24.1.1	Definition und Beurteilung des Behindertensports – 451	
24.1.2	Orthopädische Aspekte – 454	
	24.1.2.1 Funktionsverlust – 454	
	24.1.2.2 Restfunktion und Kompensation – 455	
	24.1.2.3 Behinderungsspezifische Komplikationen – 455	
	24.1.2.4 Prävention und Sportschaden – 456	

24.1.3	Sportorthopädische Betreuung im Behindertensport – 456	
24.2	Sport und degenerative Gelenkerkrankungen – 457	
	<i>R. Wolff, F. Mayer</i>	
24.2.1	Sport als mögliche Ursache degenerativer Gelenkerkrankungen – 457	
24.2.2	Körperliche Aktivität bei manifesten degenerativen Gelenkerkrankungen – 460	
24.2.3	Gelenkersatz und Sport – 461	
24.3	Stressfrakturen und ossäre Belastungsreaktionen – 464	
	<i>R. Wolff</i>	
24.3.1	Epidemiologie, Ursachen, Diagnostik und Therapie von Stressfrakturen – 464	
24.3.2	Problematische Stressfrakturen – 469	
24.4	Prävention von Beschwerden des Stütz- und Bewegungsapparats durch Krafttraining – 470	
	<i>F. Mayer</i>	
24.4.1	Bedeutung der Kraft in der Prävention – 470	
24.4.2	Krafttraining bei Älteren und chronisch Kranken – 471	
24.4.3	Prävention von Stürzen – 472	
24.4.4	Prävention von degenerativen Erkrankungen des Stütz- und Bewegungsapparats – 473	
24.4.5	Empfehlungen und Trainingsformen für die Praxis – 473	
VI	Ernährung, Substitution und Doping	477
25	Ernährung und Substitution	479
	<i>D. König, A. Berg</i>	
25.1	Grundlagen der Ernährung im Sport – 479	
25.2	Energiebedarf des Sportlers – 480	
25.3	Makronährstoffe – 481	
25.3.1	Kohlenhydrate – 481	
	25.3.1.1 Definition und Grundlagen – 481	
	25.3.1.2 Kohlenhydrate und Belastungsstoffwechsel – 482	
25.3.2	Fette – 485	
	25.3.2.1 Definition und Grundlagen – 485	
	25.3.2.2 Fette und Belastungsstoffwechsel – 487	
25.3.3	Proteine und Aminosäuren – 488	
	25.3.3.1 Definition und Grundlagen – 488	
	25.3.3.2 Aminosäuren und Belastungsstoffwechsel – 489	
25.4	Mikronährstoffe: Vitamine – 490	
	25.4.1 Definition und Grundlagen – 490	
	25.4.2 Vitamine und Energiestoffwechsel – 491	
	25.4.3 Vitamine und Blutbildung – 493	
	25.4.4 Vitamine und antioxidative Regulation – 494	
25.5	Mineralstoffe und Spurenelemente – 495	
	25.5.1 Definition und Grundlagen – 495	
	25.5.2 Kalium und Belastungsstoffwechsel – 498	

25.5.3	Kalzium und Belastungsstoffwechsel	– 499	
25.5.4	Magnesium und Belastungsstoffwechsel	– 500	
25.5.5	Eisen und Belastungsstoffwechsel	– 501	
25.5.6	Zink und Belastungsstoffwechsel	– 502	
25.6	Sekundäre Pflanzenstoffe	– 503	
25.7	Wasser- und Elektrolythaushalt	– 503	
25.7.1	Definition und Grundlagen	– 503	
25.7.2	Flüssigkeitszufuhr und Belastungsstoffwechsel	– 504	
25.7.3	Praktische Empfehlungen für Training und Wettkampf	– 507	
25.8	Nahrungsergänzung und Substitution	– 507	
25.8.1	Definition und Grundlagen	– 507	
25.8.2	Koffein und Belastungsstoffwechsel	– 507	
25.8.3	Kreatin und Belastungsstoffwechsel	– 508	
25.8.4	L-Carnitin und Belastungsstoffwechsel	– 510	
26	Doping		515
	<i>H. Striegel, H.-H. Dickhuth</i>		
26.1	Einleitung und Definition	– 515	
26.1.1	Doping-Definition der World Anti-Doping Agency (WADA) und der Nationalen Anti-Doping Agentur (NADA)	– 515	
26.1.2	Verbotene Wirkstoffe und Methoden	– 515	
26.1.3	Medizinische Ausnahmegenehmigungen	– 518	
26.1.3.1	Medizinische Ausnahmegenehmigung	– 518	
26.1.3.2	Erklärung zum Gebrauch	– 519	
26.1.4	Probleme der Therapie des Sportlers	– 520	
26.1.5	Hinweise für Athleten und Betreuer	– 521	
26.2	Doping-Wirkstoffe und deren Schwerpunkte	– 521	
26.2.1	Anabole Steroide	– 521	
26.2.2	Peptidhormone	– 522	
26.2.2.1	Wachstumshormon	– 522	
26.2.2.2	Erythropoetin	– 522	
26.3	Doping-Kontrollverfahren und gesetzliche Bestimmungen	– 523	
26.3.1	Doping-Kontrollverfahren	– 523	
26.3.2	Gesetzliche Bestimmungen	– 524	
VII	Spezielle Umweltbedingungen und Sport		527
27	Thermoregulation und körperliche Aktivität		529
	<i>A. Nieß</i>		
27.1	Sport unter Hitzebedingungen	– 529	
27.1.1	System der Thermoregulation unter körperlicher Belastung	– 529	
27.1.2	Erhöhte Umgebungstemperaturen und sportliche Leistungsfähigkeit	– 531	
27.1.3	Akklimatisation an Hitzebedingungen	– 531	
27.1.4	Determinanten der Thermotoleranz	– 532	
27.2	Sport unter Kältebedingungen	– 533	
27.2.1	Thermoregulation während sportlicher Belastung in der Kälte	– 533	
27.2.2	Kälte und sportliche Leistungsfähigkeit	– 534	

27.3	Erkrankungen durch extreme Temperaturbedingungen – 535	
27.3.1	Hitzekrankheiten – 535	
27.3.2	Kälteschäden und Hypothermie – 535	
28	Sport in der Höhe und unter Hypoxiebedingungen	539
	<i>A. Nieß</i>	
28.1	Regulation und Anpassung bei chronischer Hypoxie – 539	
28.1.1	Physikalische Grundlagen – 539	
28.1.2	Akute Höhenexposition – 539	
28.1.3	Zelluläre Anpassung an Hypoxie – 539	
28.1.4	Hypoxieinduzierte Erythropoese – 540	
28.2	Training und Leistungsfähigkeit in der Höhe und unter Hypoxiebedingungen – 541	
28.2.1	Leistungsfähigkeit und Belastungsreaktion bei Hypoxie – 541	
28.2.2	Klassisches Höhenttraining – 542	
28.2.3	Alternative Konzepte des Höhentrainings – 543	
28.3	Erkrankungen durch Höhenaufenthalt und Hypoxie – 544	
28.3.1	Akute Bergkrankheit – 544	
28.3.2	Höhenlungenödem – 546	
29	Sportmedizinische Aspekte des Tauchsports	549
	<i>H.-C. Heitkamp, K. Tetzlaff</i>	
29.1	Physiologische Grundlagen des Tauchsports – 549	
29.2	Voraussetzungen für eine allgemeine Tauchtauglichkeit – 550	
29.3	Entstehung, Prävention und Behandlung von Unfällen und Erkrankungen beim Tauchen – 552	
VIII	Lebensalter und Geschlecht	555
30	Sportmedizinische Aspekte des Kinder- und Jugendsports	557
30.1	Grundlagen des Wachstums und der Entwicklung – 557	
	<i>U. Korsten-Reck, H. Hebestreit</i>	
30.1.1	Wachstum – 557	
30.1.2	Entwicklung der motorischen Hauptbeanspruchungsformen – 559	
30.1.3	Einflüsse eines Trainings auf die Leistung im Kindes- und Jugendalter – 561	
30.2	Belastbarkeit und sportassoziierte Risiken im Kindes- und Jugendalter – 562	
	<i>U. Korsten-Reck, H. Hebestreit</i>	
30.2.1	Orthopädisch-traumatologische Risiken akuter Belastungen – 562	
30.2.2	Traumatologische Risiken durch Akzeleration und Retardierung – 562	
30.2.3	Orthopädisch-traumatologische Risiken wiederholter Belastungen – 563	
30.2.4	Grenzen der Thermoregulation – 564	
30.2.5	Kardiovaskuläre Risiken – 565	
30.2.6	Pulmonale Risiken – 565	
30.2.7	Veränderungen des Pubertätsverlaufs – 566	
30.2.8	Mangel-/Unterernährung und Essstörungen – 566	
30.2.9	Übertraining – 566	
30.2.10	Gebrauch von anabolen Steroiden – 567	

30.3	Sporttauglichkeitsuntersuchung – 567 <i>U. Korsten-Reck, H. Hebestreit</i>	
30.4	Präventivmedizinische und andere positive Aspekte des Kindersports einschließlich des Schulsports – 568 <i>U. Korsten-Reck, H. Hebestreit</i>	
30.4.1	Positive Aspekte von körperlicher Aktivität und Bewegung im Kindes- und Jugendalter – 568	
30.4.2	Bedeutung des Schulsports – 569	
30.5	Therapeutische Effekte von Sport – 569 <i>U. Korsten-Reck, H. Hebestreit</i>	
30.6	Beschwerdebilder und Verletzungen im Kindes- und Jugendalter – 570 <i>H. Schmitt</i>	
30.6.1	Knochen- und Gelenkverletzungen – 570	
30.6.2	Muskel-, Sehnen- und Apophysenverletzungen – 570	
30.6.3	Darstellung der Verletzungen nach Körperregionen – 571	
30.6.3.1	Schädel – 571	
30.6.3.2	Wirbelsäule – 572	
30.6.3.3	Obere Extremität – 572	
30.6.3.4	Untere Extremität – 572	
31	Sportmedizinische Aspekte des Frauensports	581
31.1	Grundlagen der Sexualdifferenz von körperlicher Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit – 581 <i>U. Korsten-Reck</i>	
31.1.1	Geschlechtsspezifisch der Anatomie – 583	
31.1.2	Geschlechtsspezifisch der hormonellen Regulation – 585	
31.2	Gynäkologische Aspekte des Frauensports – 585 <i>U. Korsten-Reck</i>	
31.2.1	Hormonelle Störungen – 585	
31.2.1.1	Menarche – 585	
31.2.1.2	Oligomenorrhö und Amenorrhö – 586	
31.2.1.3	Osteoporose – 588	
31.2.2	Essstörungen: Mangel- und Unterernährung, Anorexia athletica, Anorexia nervosa und Bulimia nervosa – 589	
31.2.3	Sport in der Schwangerschaft – 590	
31.2.4	Menopause und Sport – 591	
31.3	Geschlechtsspezifische Aspekte des Stütz- und Bewegungsapparats – 596 <i>U. Korsten-Reck, A. Hirschmüller, F. Mayer</i>	
32	Sportmedizinische Aspekte des Alterssports	601
32.1	Theorien und Phasen des Alterns – 601 <i>H.-H. Dickhuth, A. Berg</i>	
32.2	Demographische und soziale Aspekte des Alterns – 603 <i>H.-H. Dickhuth, A. Berg</i>	
32.3	Leistungsfähigkeit, Belastbarkeit und Trainierbarkeit im Alternsgang – 605 <i>H.-H. Dickhuth, A. Berg</i>	
32.3.1	Leistungsfähigkeit – 605	

32.3.2	Leistungssport im Alter	– 607
32.3.3	Belastbarkeit	– 608
32.3.4	Trainierbarkeit	– 608
32.3.5	Bewegung und Sport für die Gesundheit, die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit sowie die Autonomie des alten Menschen („Anti-Aging“)	– 610
32.4	Belastung und Belastbarkeit des Stütz- und Bewegungsapparats beim älteren Menschen	– 610
	<i>C. Erggelet</i>	
32.4.1	Veränderungen des Muskelgewebes	– 611
32.4.2	Veränderungen des Knochens	– 611
32.4.3	Veränderungen des Knorpelgewebes	– 611
IX	Organisation des Sports und der Sportmedizin	615
33	Organisation des Sports	617
	<i>H.-H. Dickhuth, H. Striegel</i>	
33.1	Historische Entwicklung	– 617
33.2	Struktur und Organisation	– 617
34	Organisation der Sportmedizin	619
	<i>H.-H. Dickhuth, H. Striegel</i>	
34.1	Historische Entwicklung	– 619
34.2	Struktur und Organisation	– 621
34.3	Ausbildung, Weiterbildung und Fortbildung	– 621
34.4	Lehre und Forschung	– 622
34.5	Internationale Position	– 623
	Herausgeber- und Autorenverzeichnis	625
	Stichwortverzeichnis	629

I Biologische Grundlagen der Sportmedizin

1	Biologische Grundlagen der motorischen Hauptbeanspruchungsformen	3
1.1	Koordination – 3	
1.2	Flexibilität – 5	
1.3	Kraft – 7	
1.4	Schnelligkeit – 10	
1.5	Ausdauer – 12	
2	Sportmedizinische Aspekte des Energiestoffwechsels	17
2.1	Anaerobe Formen der Energiebereitstellung – 17	
2.2	Aerobe Formen der Energiebereitstellung – 20	
2.3	Regulation der Energiebereitstellung bei körperlicher Belastung – 23	
3	Allgemeine medizinische Trainingslehre	29
3.1	Definition – 29	
3.2	Allgemeine Gesetzmäßigkeiten der Steuerung und Regelung der Belastungsreaktion – 29	
3.3	Allgemeine Physiologie der Ermüdung, Regeneration und Überlastung (Übertraining) – 33	

1 Biologische Grundlagen der motorischen Hauptbeanspruchungsformen

H.-H. Dickhuth, A. Gollhofer

Körperliche Aktivität kann durch die klassischen Hauptbeanspruchungsformen beschrieben werden, um die Vielzahl der sportlichen Bewegungsabläufe hinsichtlich ihrer leistungsbestimmenden Charakteristika einzuteilen (s. Abb. 1.1). Die vorwiegend im deutschsprachigen Raum genutzte Einteilung ist allerdings in erster Linie eine didaktische Hilfe, um die z.T. sehr komplexen Zusammenhänge körperlicher Aktivitäten und biologischer Regelungsmechanismen ordnen und besser verstehen zu können.

Prinzipiell hat sich die Einteilung in überwiegend koordinative (Gewandtheit, Beweglichkeit) und überwiegend konditionelle Beanspruchungsformen (Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer) in der Literatur durchgesetzt, wenngleich eine exklusive Zuordnung hinsichtlich der Hauptbeanspruchungsformen in fast keiner konkreten sportlichen Disziplin gelingt. Im Folgenden soll auf die wesentlichen Begriffe und Eigenschaften eingegangen werden.

1.1 Koordination

Unter „Bewegungskoordination“ versteht man in einem erweiterten Begriffsverständnis die möglichst optimale Anpassung von Bewegungshandlungen an eine vorgegebene Zielform. Nach Heuer und Konczak [4] ist die Bewegungskoordination unter diesem Begriffsverständnis mit der Bewegungssteuerung gleichzusetzen. Im engeren Verständnis bezeichnet „Koordination“ die möglichst optimal gestaltete Abstimmung von Teilbewegungen unterschiedlicher Körperteile (z.B. Auge-Hand-Koordination, bimanuelle Koordination) und wird im Wesentlichen durch das Zusammenspiel von Zentralnervensystem und Skelettmuskulatur bestimmt. Demgemäß unterscheidet man intra- und intermuskuläre Koordination. Während die intramuskuläre Koordination alle physiologischen Prozesse umfasst, die für die optimale Gestaltung des Kontraktionsverlaufs eines bestimmten Muskels verantwortlich sind, kennzeichnet die intermuskuläre Koordina-

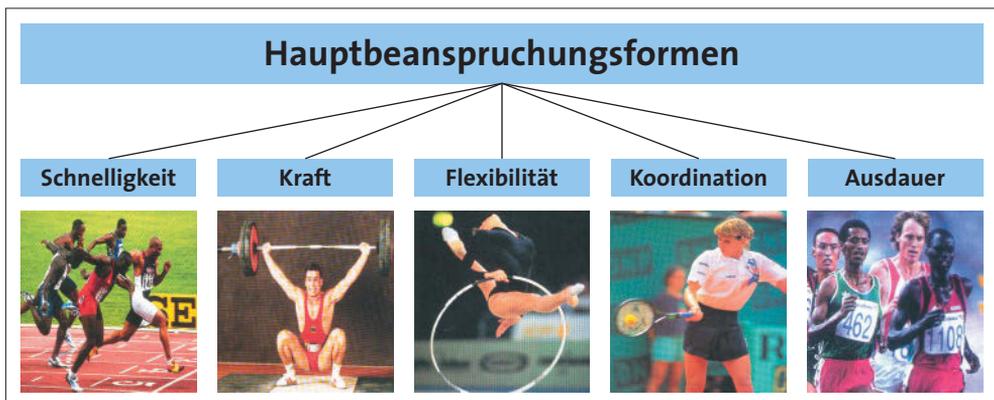


Abb. 1.1: Einteilung der motorischen Hauptbeanspruchungsformen und typische Sportarten [nach 5]