

# Sportmedizin — Arbeits- und Trainingsgrundlagen

Von

**o. Prof. Dr. med. W. HOLLMANN**

Leiter des Instituts für Kreislaufforschung und Sportmedizin  
Lehrstuhl für Kardiologie und Sportmedizin  
Deutsche Sporthochschule Köln

**und**

**o. Prof. Dr. med. Th. HETTINGER**

Lehrstuhl für Arbeitssicherheitstechnik, einschließlich Ergometrie  
Universität-GHS Wuppertal

Zweite, neu bearbeitete Auflage

Mit 404 Abbildungen in zahlreichen Einzeldarstellungen  
und 79 Tabellen

19  80

F. K. SCHATTAUER VERLAG STUTTGART-NEW YORK

# Inhaltsverzeichnis

Einleitung . . . . .	1
----------------------	---

## Teil 1: Grundlagen zum motorischen Leistungsverhalten

Allgemeine Aspekte zur motorischen Leistungsfähigkeit . . . . .	7
Die neuro-muskuläre Funktion . . . . .	11
1. Zur nervalen Kontrolle der Skelettmuskelaktivität . . . . .	11
2. Zur Ultrastruktur und Funktionsweise der Nervenzellen . . . . .	25
3. Die Muskelkontraktion. . . . .	30
a) Zur Muskelstruktur und -funktion. . . . .	30
b) Zu den physiko-chemischen Vorgängen bei der Muskelkontraktion und -erschaffung . . . . .	33
c) Langsame und schnelle Muskelfasern . . . . .	38
Arbeitsformen der Muskulatur . . . . .	46
Aerober (intramitochondrialer) und anaerober (extramitochondrialer) Stoffwechsel	59
Zum Fettstoffwechsel . . . . .	73
Zum Flüssigkeits-, Elektrolyt- und Blutvolumenverhalten bei Arbeit . . . . .	76
Zur hormonalen Reaktion bei muskulärer Arbeit . . . . .	81
Der Einfluß der Ernährung auf die körperliche Leistungsfähigkeit . . . . .	88
Körperzusammensetzung und Training . . . . .	113
Begriffsbestimmungen und ihre physiologischen Grundlagen . . . . .	117
1. Arbeit, Leistung, Wirkungsgrad . . . . .	117
2. Training . . . . .	118
3. Fitness . . . . .	127
4. Übung . . . . .	128
5. Sport . . . . .	129
6. Muskuläre Ermüdung . . . . .	129

## Teil 2: Die motorischen Beanspruchungsformen

Motorische Hauptbeanspruchungsformen . . . . .	141
I. Koordination (Technik). . . . .	143
1. Definition, qualitätsbestimmende Faktoren und Charakteristik . . . . .	143
2. Meßmethoden der Koordination . . . . .	150
3. Die koordinative Leistungsfähigkeit beim Mann und bei der Frau und ihre Verbesserung . . . . .	153
4. Mentale Übung . . . . .	165
5. Zusammenfassung . . . . .	168
II. Flexibilität . . . . .	171
1. Definition und leistungsbegrenzende Faktoren der Flexibilität . . . . .	171
2. Methoden der Flexibilitätsmessung . . . . .	173

3.	Die Verbesserung der Flexibilität	173
4.	Zusammenfassung	174
III.	Kraft	176
1.	Charakteristik der Kraft	176
2.	Physiologische Grundlagen zur Muskelkraft	179
3.	Die vorhandenen Kraftbegriffe	182
A.	Die statische Kraft - Definition, leistungsbegrenzende Faktoren, Größenordnung	184
1.	Methoden der Kraftmessung	195
a)	Subjektive Methoden	195
b)	Semiobjektive Methoden	195
c)	Objektive Meßmethoden	196
2.	Muskelkraft in Abhängigkeit von der Muskellänge	199
3.	Kraft in Abhängigkeit von Geschlecht und Alter	202
4.	Muskelkraft und Körpermasse	205
5.	Zur Kraftkorrelation verschiedener Muskelgruppen	208
6.	Der Einfluß biologischer Rhythmik auf die Kraft	209
B.	Die dynamische Kraft und Schnellkraft - Definition und leistungsbegrenzende Faktoren	211
1.	Meßmethoden der dynamischen Kraft	216
2.	Zusammenfassung	220
C.	Das Krafttraining	221
1.	Physiologisch-morphologische Grundlagen	221
2.	Ursachen der Hypertrophie	227
3.	Das statische Krafttraining	229
4.	Das dynamische Krafttraining	234
5.	Prinzipielle Aufbaumöglichkeiten des dynamischen Krafttrainings	238
6.	Das exzentrische Krafttraining	241
7.	Das isokinetische Krafttraining	243
8.	Grundregeln für das Leistungstraining zur Vergrößerung der Kraft	244
9.	Entwicklung der Muskelkraft im Laufe eines mehr jährigen Trainings	246
10.	Die Vergrößerung der Muskelkraft durch Elektrodenstimulation	246
11.	Der Einfluß verschiedener Faktoren auf die Kraft-Trainierbarkeit der Muskulatur	250
a)	Die Trainierbarkeit der Muskelkraft in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht	251
b)	Einfluß von Anabolika	253
12.	Der kontralaterale Trainingseffekt („Crossing-Effekt“)	258
13.	Schädigungen durch ein Krafttraining	262
14.	Zusammenfassung der Wirkungen eines Krafttrainings	272
IV.	Schnelligkeit	272
1.	Charakteristik und Grundlagen der Schnelligkeit	272
2.	Die Grundschnelligkeit bei zyklischen Einzel- und Fortbewegungen	277
3.	Der 100-m-Sprint	278
4.	Grundlagen und Methoden zur Verbesserung der Grundschnelligkeit und der 100-m-Zeit	287

5. Zum Schnelligkeitstraining im Kindes-und Jugendalter. . . . .	300
6. Zum Training auf Kunststoffbahnen. . . . .	302
7. Zusammenfassung. . . . .	302
V. Ausdauer. . . . .	303
Charakteristik der Ausdauer. . . . .	303
A. Die lokale Muskelausdauer - Definitionen und leistungsbegrenzende Faktoren. . . . .	304
1. Die lokale aerobe Muskelausdauer. . . . .	305
a) Die lokale aerobe dynamische Muskelausdauer. . . . .	305
b) Meßmethodik der lokalen aeroben dynamischen Muskelausdauer . . . . .	306
c) Die Verbesserung der lokalen aeroben dynamischen Muskelausdauer- Physiologische Grundlagen. . . . .	306
d) Trainingsergebnisse zur Verbesserung der lokalen aeroben dynamischen Ausdauer. . . . .	327
2. Die lokale aerobe statische Ausdauer. . . . .	334
3. Die lokale anaerobe dynamische Muskelausdauer. . . . .	335
4. Die lokale anaerobe statische Muskelausdauer. . . . .	336
a) Meßmethodik der lokalen anaeroben statischen Muskelausdauer . . . . .	345
b) Verbesserung der lokalen anaeroben statischen Muskelausdauer . . . . .	345
5. Zusammenfassung. . . . .	345
Die allgemeine Ausdauer. . . . .	347
B. Die allgemeine aerobe Ausdauer - Definition, Charakteristik, leistungsbegrenzende Faktoren. . . . .	347
1. Allgemeine aerobe Kurzzeitausdauer. . . . .	347
2. Allgemeine aerobe Mittelzeitausdauer. . . . .	348
3. Allgemeine aerobe Langzeitausdauer. . . . .	348
Ad 1. Die allgemeine aerobe Kurzzeitausdauer. . . . .	348
Ad 2. Die allgemeine aerobe Mittelzeitausdauer. . . . .	349
Ad 3. Die allgemeine aerobe Langzeitausdauer. . . . .	350
a) Kardio-vaskuläre Aspekte der Langzeitausdauer. . . . .	351
b) Metabolische Aspekte der Langzeitausdauer. . . . .	353
4. Die maximale Sauerstoffaufnahme. . . . .	363
5. Leistungsbegrenzende Faktoren für die maximale Sauerstoff auf nähme . . . . .	376
6. Spiroergometrische Untersuchung (Meßmethoden und Parameter) . . . . .	392
7. Indirekte Methoden zur Bestimmung des maximalen Sauerstoff auf nahmevermögens. . . . .	409
8. Das Verhalten blutig registrierter Kriterien (PO <sub>2</sub> , PCO <sub>2</sub> , Laktatspiegel, Pyruvatspiegel, pH-Wert und Glukosespiegel) in der spiroergometrischen Untersuchung. . . . .	414
9. Über das Erholungsverhalten nach körperlicher Beanspruchung . . . . .	419
10. Faktoren, welche die biologische Leistung am Ergometer beeinflussen . . . . .	423
11. Die Beurteilung der Lauf-Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor . . . . .	424
12. Der Einfluß von Bewegungsmangel auf das kardio-pulmonale System . . . . .	434
13. Zusammenfassung. . . . .	438

C. Die Verbesserung der allgemeinen aeroben Ausdauer. . . . .	440
1. Physiologische Grundlagen. . . . .	440
2. Differenzierung der Trainings-Adaptationen nach Anpassungsstufen und deren gesundheitliche Bedeutung. . . . .	454
3. Das Sportherz. . . . .	462
4. Minimalbelastungen zur Verbesserung der allgemeinen aeroben Aus- dauer von Normalpersonen und ihre gesundheitliche Bedeutung. . . . .	476
5. Das Verhalten kardio-pulmonaler Parameter während eines Minimal- Trainingsprogrammes. . . . .	483
6. Zusammenfassende Betrachtung zum Training in der präventiven und rehabilitativen Kardiologie. . . . .	487
7. Trainingsmethoden zur Verbesserung der allgemeinen aeroben Aus- dauer beim Leistungssportler. . . . .	491
8. Das Intervalltraining. . . . .	494
9. Abschließende Betrachtung zu den aeroben Trainingsmethoden. . . . .	507
10. Training mittels dynamisch-negativer Arbeit. . . . .	508
11. Wirkungen eines Trainings zur Verbesserung der allgemeinen aeroben Ausdauer auf die Skelettmuskulatur. . . . .	511
12. Zusammenfassung der Wirkungen eines Ausdauertrainings auf das kardio-pulmonale System und sonstige Organe. . . . .	512
Die allgemeine aerobe statische Ausdauer. . . . .	512
D. Die allgemeine anaerobe Ausdauer. . . . .	513
1. Die allgemeine anaerobe dynamische Ausdauer. . . . .	513
2. Meßmethoden der allgemeinen anaeroben dynamischen Ausdauer. . . . .	520
3. Verbesserung der allgemeinen anaeroben dynamischen Ausdauer. . . . .	530
4. Zusammenfassung. . . . .	534
5. Die allgemeine anaerobe statische Ausdauer. . . . .	535
6. Verbesserung der allgemeinen anaeroben statischen Ausdauer. . . . .	536
Die Beziehungen zwischen den motorischen Beanspruchungsformen und ihre sportpraktische Bedeutung. . . . .	537
Zum „Aufwärmen“, „Toten Punkt“ und „Second Wind“. . . . .	546
Das „Übertraining“. . . . .	549

### **Teil 3: Das Leistungsverhalten unter speziellen Bedingungen**

Das Verhalten von Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer unter Höhenbedingungen. . . . .	555
1. Leistungsbegrenzende Faktoren in der Höhe - Höhenadaptation - Höhen- training. . . . .	557
2. Zusammenfassung. . . . .	571
Das Hyperoxietraining. . . . .	571
Ausdauerbeanspruchungen unter Hitzebedingungen. . . . .	575
Das Leistungsverhalten unter Kältebedingungen. . . . .	588
Zum Atemanhaltevermögen und Tauchen. . . . .	590
Leistungsentwicklung und Belastbarkeit im Kindes-und Jugendalter. . . . .	595

Schulsportbefreiung . . . . .	.617
Höheres Alter, Arbeit und Training . . . . .	.621
Schlafentzug und Leistungsfähigkeit . . . . .	.626
Rauchen und körperliche Leistungsfähigkeit . . . . .	.628
Alkohol und körperliche Leistungsfähigkeit . . . . .	.629
Zum Doping . . . . .	.631
Tages-, Ortszeit und Leistungsbereitschaft . . . . .	.637

**Teil 4: Sportspezifische und sportärztliche Gesichtspunkte**

Voraussetzungen zur Erzielung eines hohen Leistungsstandards in allen Sportdisziplinen . . . . .	.643
Rekordentwicklung . . . . .	.644
Sportmedizinische Gesichtspunkte zu einigen Sportdisziplinen . . . . .	.647
Schädigungsmöglichkeiten durch Ausdauerbeanspruchungen . . . . .	.668
Kontraindikationen gegenüber körperlichen Beanspruchungen . . . . .	.671
Zur sportärztlichen Untersuchung . . . . .	.672
Kontraindikationen für eine ergometrische Untersuchung . . . . .	.677
Kriterien für den Abbruch einer ergometrischen Untersuchung . . . . .	.678

**Anhang**

1. Abkürzungen . . . . .	.679
2. Physikalische und chemische Größen, Definitionen, Symbole, medizinische Begriffe . . . . .	.680
3. International übliche Symbole und Bezeichnungen . . . . .	.682
Literaturverzeichnis . . . . .	.687
Sachverzeichnis . . . . .	.775