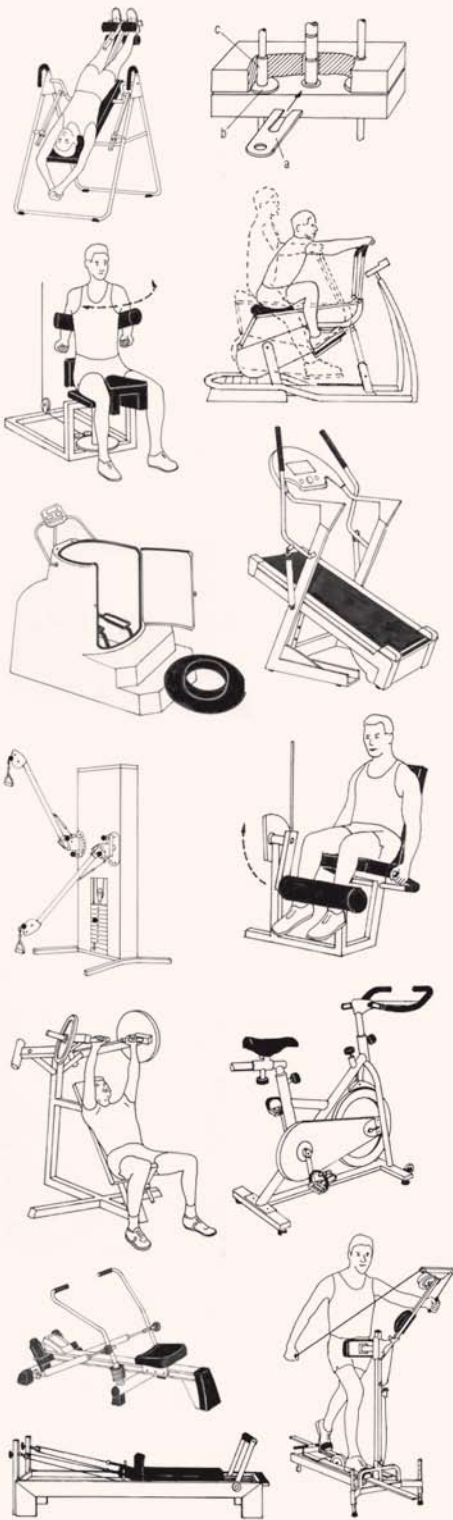


Heinrich
Gundlach

Technik, Training, Varianten

FITNESSGERÄTE



Tectum

Heinrich Gundlach

Fitnessgeräte. Technik, Training, Varianten

Umschlagabbildung: © Heinrich Gundlach

© Tectum Verlag Marburg, 2010

ISBN 978-3-8288-5230-3

(Dieser Titel ist als gedrucktes Buch unter der
ISBN 978-3-8288-2172-9 im Tectum Verlag erschienen.)

Besuchen Sie uns im Internet

www.tectum-verlag.de

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Angaben sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort ~ 11	1.4.3. Fitnesssport als Leistungssport ~ 43
1. Körperliche und methodische Grundlagen des Fitnesstrainings ~ 13	1.4.4. Studio- und Heimtraining ~ 43
1.1. Muskeltätigkeit ~ 13	1.5. Allgemeine Grundsätze der Trainingsgestaltung ~ 46
1.1.1. Kontraktion gegen Widerstand ~ 14	1.5.1. Regelmäßigkeit ~ 46
1.1.2. Fortgesetzte Kontraktionen ~ 16	1.5.2. Reizanpassung an das Leistungsvermögen ~ 46
1.1.3. Ausprägungen der Muskelkraft ~ 18	1.5.3. Trainingsgestaltung nach dem Fitnessziel ~ 47
1.2. Stoffwechsel und Kreislauf ~ 20	1.5.4. Vielseitige Trainingsausrichtung ~ 48
1.2.1. Anaerobe Energiebereitstellung ~ 20	1.5.5. Variierte Belastung ~ 48
1.2.2. Aerobe Energiebereitstellung ~ 21	1.5.6. Vor- und Nachbereitung der Trainingsbelastung ~ 49
1.2.3. Ausprägungen der Ausdauer ~ 22	1.5.7. Freudevolles und bewusstes Training ~ 51
1.2.4. Kreislauf ~ 24	1.6. Gestaltung des Krafttrainings ~ 52
1.2.5. Fettverwertung ~ 25	1.6.1. Übungsauswahl ~ 53
1.2.6. Energiebedarf ~ 26	1.6.2. Übungswiderstand ~ 53
1.2.7. Wärmeproduktion ~ 27	1.6.3. Übungsausführung ~ 54
1.3. Bewegungsmechanische Aspekte ~ 28	1.6.4. Übungsserien ~ 55
1.3.1. Gelenkfunktionen ~ 28	1.6.5. Serienpausen ~ 57
1.3.2. Beweglichkeit ~ 30	1.6.6. Prüfung der Kraft ~ 58
1.3.3. Muskelkraftmomente ~ 32	1.7. Gestaltung des Ausdauertrainings ~ 57
1.3.4. Mechanische Arbeit und Leistung ~ 34	1.7.1. Belastungsmerkmale ~ 59
1.3.5. Beschleunigungskräfte ~ 36	1.7.2. Dauerbelastungen ~ 61
1.3.6. Zyklusweg und Bewegungsfrequenz ~ 37	1.7.3. Intervallbelastungen ~ 62
1.3.7. Freie und räumlich geführte Bewegungen ~ 38	1.7.4. Berganbelastungen ~ 63
1.4. Bereiche des Fitnesstrainings ~ 40	1.7.5. Spiel- und Zufallsbelastungen ~ 63
1.4.1. Gesundheitssport ~ 40	1.7.6. Prüfung der Ausdauer ~ 64
1.4.2. Fitnesssport als Breitensport ~ 42	2. Technische Grundlagen von Kraftübungsgeräten ~ 67
	2.1. Sicherheitsanforderungen und Güteklassen ~ 68

- 2.2. Widerstandserzeuger ~ 71
 - 2.2.1. Gewichtslasten ~ 71
 - 2.2.1.1. Freie Gewichte ~ 72
 - 2.2.1.2. Gewichtsplattensysteme ~ 78
 - 2.2.1.3. Hantelscheiben an Geräten ~
 - 2.2.1.4. Manuelle Lastmoment-
verstellung ~ 84
 - 2.2.1.5. Eigenes Körpergewicht ~ 87
 - 2.2.2. Motorische Gewichtslast-
änderung ~ 89
 - 2.2.2.1. Lastmomentverstellung ~ 89
 - 2.2.2.2. Neigungsverstellung der
Hubbahn ~ 90
 - 2.2.2.3. Motorisch gesteckte Platten ~ 92
 - 2.2.3. Elektromotorischer
Widerstand ~ 93
 - 2.2.3.1. Drehmomentänderung
des Motors ~ 93
 - 2.2.3.2. Motorgetriebene
Wirbelstrombremse ~ 95
 - 2.2.3.3. Erzwungene Bewegung ~ 96
 - 2.2.3.4. Motorische Gewichtslast-
unterstützung ~ 97
 - 2.2.4. Hydraulischer Widerstand ~ 97
 - 2.2.4.1. Drosselung ~ 99
 - 2.2.4.2. Zylinderformen ~ 100
 - 2.2.5. Pneumatischer Widerstand ~ 103
 - 2.2.5.1. Druckeinstellung ~ 104
 - 2.2.5.2. Hydropneumatischer
Widerstand ~ 107
 - 2.2.6. Feder- und Gummi-
widerstand ~ 108
 - 2.2.7. Sonstige Widerstands-
erzeuger ~ 113
- 2.3. Betätigungselemente ~ 116
 - 2.3.1. Übungshebel ~ 116
 - 2.3.1.1. Gemeinsamer Einzelhebel ~ 117
 - 2.3.1.2. Getrennte Übungshebel ~ 118
 - 2.3.1.3. Übungspendel ~ 120
 - 2.3.2. Bewegungsbegrenzung des
Übungshebels ~ 123
 - 2.3.3. Schlittenführung ~ 126
 - 2.3.4. Bewegungsverbund von
Gerätelementen ~ 129
- 2.3.5. Freie Seilzüge ~ 131
- 2.4. Widerstandsübertragung ~ 132
 - 2.4.1. Zugmittel ~ 132
 - 2.4.2. Statische
Übertragungsverhältnisse ~ 134
 - 2.4.2.1. Kraft- und Lastansatz
am Übungshebel ~ 135
 - 2.4.2.2. Lose Rollen ~ 136
 - 2.4.2.3. Seilverlauf bei Zugtürmen ~ 139
 - 2.4.2.4. Mehrere Stationen an
einem Gewichtssatz ~ 141
 - 2.4.2.5. Zahnradübertragung ~ 142
 - 2.4.3. Dynamisch veränderlicher
Widerstand ~ 143
 - 2.4.3.1. Maßnahmen zur Gleichhaltung
des Widerstands ~ 143
 - 2.4.3.2. Widerstandsänderung
mit Exzentern ~ 145
 - 2.4.3.3. Widerstandsänderung mit
dem Zugwinkel ~ 148
 - 2.4.3.4. Erhöhter Widerstand für
den nachgebenden
Übungsabschnitt ~ 149
- 2.5. Platzierungselemente und
Gestelle ~ 152
 - 2.5.1. Übungsposition ~ 152
 - 2.5.2. Widerlager ~ 155
 - 2.5.3. Start- und Einstiegshilfen ~ 156
 - 2.5.4. Gestelle ~ 158
- 2.6. Informationelle Ausstattung ~ 160
 - 2.6.1. Visuelle Informationen ~ 160
 - 2.6.1.1. Übungsinstruktionen ~ 160
 - 2.6.1.2. Kontrollanzeigen und
Messwerterfassung ~ 162
 - 2.6.2. Programmiertes
Krafttraining ~ 166
 - 2.6.3. Trainingsdokumentation ~ 166
 - 2.6.4. Computergestützte
Bewegungsführung ~ 169
 - 2.6.5. Virtuelle Fitness-
motivierung ~ 170

- | | |
|---|---|
| <p>3. Arten und Eigenschaften von Kraftübungsgeräten ~ 171</p> <p>3.1. Geräte für Armbeuge- und -zugübungen ~ 172</p> <p>3.1.1. Ellenbogenbeugeübung ~ 173</p> <p>3.1.2. Armzug von vorn ~ 173</p> <p>3.1.3. Armzug von oben ~ 174</p> <p>3.1.4. Armzug von unten ~ 176</p> <p>3.1.5. Armzug von den Seiten ~ 177</p> <p>3.2. Geräte für Armstreckübungen ~ 177</p> <p>3.2.1. Ellenbogenstreckübung ~ 177</p> <p>3.2.2. Drücken nach unten ~ 178</p> <p>3.2.3. Drücken nach oben – Schulterdrücken ~ 179</p> <p>3.2.4. Drücken nach vorn – Bankdrücken ~ 179</p> <p>3.2.5. Drücken schräg nach vorn ~ 180</p> <p>3.3. Geräte für Handkraftübungen ~ 181</p> <p>3.3.1. Fingerbeugen ~ 181</p> <p>3.3.2. Handgelenke beugen ~ 182</p> <p>3.3.3. Handdrehen um die Armlängsachse ~ 182</p> <p>3.4. Geräte für Schulterkraftübungen ~ 183</p> <p>3.4.1. Vorschwenken der Arme – Butterflyübung ~ 183</p> <p>3.4.2. Rückschwenken der Arme ~ 184</p> <p>3.4.3. Seitheben der Arme ~ 185</p> <p>3.4.4. Seitliches Abwärtsschwenken der Arme ~ 186</p> <p>3.4.5. Überzugübung ~ 186</p> <p>3.4.6. Ein- und Auswärtsdrehen der Oberarme ~ 187</p> <p>3.5. Geräte für Nackenkraftübungen ~ 188</p> <p>3.5.1. Kopfstrecken und -beugen ~ 188</p> <p>3.5.2. Seiddrehen des Kopfes ~ 188</p> | <p>3.6. Geräte für Rumpfkraftübungen ~ 189</p> <p>3.6.1. Rumpfbeugeübung vorwärts ~ 190</p> <p>3.6.2. Rumpfbeugen seitwärts ~ 196</p> <p>3.6.3. Rückenstreckübung ~ 198</p> <p>3.6.4. Rumpfdrehen seitwärts ~ 200</p> <p>3.7. Geräte für Hüftkraftübungen ~ 202</p> <p>3.7.1. Hüftbeugeübung ~ 202</p> <p>3.7.2. Hüftstreckübung ~ 203</p> <p>3.7.3. Schenkel spreizen ~ 204</p> <p>3.7.4. Schenkel schließen ~ 205</p> <p>3.7.5. Ein- und Auswärtsdrehen der Beine ~ 207</p> <p>3.8. Geräte für Beinbeuge- und -streckübungen ~ 208</p> <p>3.8.1. Kniegelenkbeugeübung ~ 208</p> <p>3.8.2. Kniegelenkstreckübung ~ 209</p> <p>3.8.3. Mehrgelenkige Beinstreckübungen ~ 210</p> <p>3.8.4. Fußstreckübung ~ 214</p> <p>3.8.5. Fußbeugeübung ~ 215</p> <p>3.8.6. Sprungübungen ~ 215</p> <p>3.9. Mehrzweckgeräte ~ 217</p> <p>3.9.1. Seilzuggeräte ~ 218</p> <p>3.9.1.1. Zugtürme ~ 218</p> <p>3.9.1.2. Zugportale ~ 219</p> <p>3.9.1.3. Zugtürme mit Auslegern ~ 220</p> <p>3.9.1.4. Modellreihe mit quer ausziehbarem Seil ~ 221</p> <p>3.9.1.5. Kompakte Zuggeräte ~ 222</p> <p>3.9.2. Mehrzweckgeräte nach Pilates ~ 224</p> <p>3.9.3. Mehrstationengeräte ~ 224</p> <p>3.9.4. Geräte für das Heimstudio ~ 228</p> <p>3.9.5. Mehrzweckgeräte für die Wohnung ~ 233</p> <p>3.10. Ergänzende Geräte ~ 237</p> <p>3.10.1. Dehnübungen ~ 237</p> <p>3.10.2. Elektromyostimulation ~ 240</p> |
|---|---|

- 3.10.3. Fremd veranlasste Bewegungen ~ 242
- 3.10.4. Vibrationsübertragung ~ 243
- 3.10.5. Entlastung der Wirbelsäule ~ 246
- 3.10.6. Beliebige Raumlagen ~ 246
- 3.10.7. Gleichgewichtsschulung ~ 247
- 3.10.8. Reaktionsschulung ~ 249
- 3.10.9. Skischwungsimulator ~ 249
- 3.11. Spezielle Geräteserien ~ 250
- 3.11.1. Geräteserien für das Kreistraining ~ 251
- 3.11.2. Weitere Geräteserien ~ 252
- 4. Technische Grundlagen von Ausdauergeräten ~ 255**
- 4.1. Sicherheitsanforderungen und Güteklassen ~ 257
- 4.2. Widerstandserzeuger ~ 260
- 4.2.1. Reibungswiderstand ~ 260
- 4.2.1.1. Schwungradbremse ~ 261
- 4.2.1.2. Seilreibung ~ 262
- 4.2.1.3. Fliehkraftgeregelte Reibung ~ 263
- 4.2.2. Strömungswiderstand ~ 264
- 4.2.2.1. Luftströmungswiderstand ~ 264
- 4.2.2.2. Wasserströmungswiderstand ~ 265
- 4.2.3. Hydraulischer Widerstand ~ 266
- 4.2.3.1. Kolbenzylinder ~ 267
- 4.2.3.2. Verstellbare Zylinder ~ 269
- 4.2.3.3. Rotationspumpen ~ 270
- 4.2.4. Trägheitswiderstand ~ 270
- 4.2.5. Elektrische und magnetische Widerstände ~ 271
- 4.2.5.1. Elektromagnetischer Widerstand ~ 272
- 4.2.5.2. Dauermagnetischer Widerstand ~ 273
- 4.2.5.3. Widerstand durch Generator ~ 275
- 4.3. Informationelle Ausstattung ~ 276
- 4.3.1. Bedienelemente ~ 277
- 4.3.2. Kontrollanzeigen ~ 279
- 4.3.2.1. Weg- und Zeitinformationen ~ 281
- 4.3.2.2. Bewegungswiderstand und Wattleistung ~ 283
- 4.3.2.3. Pulskontrolle ~ 285
- 4.3.2.4. Puls- und Trainingsuhren ~ 288
- 4.3.2.5. Ergänzende Informationen ~ 290
- 4.3.3. Installierte Belastungsprogramme ~ 291
- 4.3.3.1. Intervallprogramme ~ 292
- 4.3.3.2. Bergan- und Bergabprogramme ~ 293
- 4.3.3.3. Cardioprogramme ~ 293
- 4.3.3.4. Testprogramme ~ 294
- 4.3.3.5. Weitere Programme ~ 295
- 4.3.4. Externe Programmgestaltung ~ 296
- 4.3.5. Trainingsdokumentation ~ 297
- 4.3.6. Bildschirmnutzung ~ 298
- 4.4. Gebrauchserweiterung für Ausdauergeräte ~ 302
- 4.4.1. Unterdruckerzeugung ~ 302
- 4.4.2. Überdruckerzeugung ~ 304
- 4.4.3. Infraroterwärmung ~ 305
- 4.4.4. Fremdantrieb ~ 305
- 4.4.5. Geräteinsatz im Wasser ~ 306
- 4.4.6. Koppelung mit Kraftgerät ~ 306
- 5. Arten und Eigenschaften von Ausdauergeräten ~ 309**
- 5.1. Standfahrräder ~ 309
- 5.1.1. Tretkurbelarbeit ~ 310
- 5.1.2. Kraftübertragung ~ 311
- 5.1.3. Sattel und Lenker ~ 312
- 5.1.4. Heimfahrräder ~ 313
- 5.1.5. Studiogeräte ~ 315
- 5.1.6. Spinningräder ~ 316

- 5.1.7. Sesselräder ~ 319
- 5.1.8. Weitere Varianten ~ 321
- 5.2. Rudergeräte ~ 326
 - 5.2.1. Heimrudergeräte ~ 327
 - 5.2.2. Studiogeräte ~ 329
- 5.3. Steiggeräte ~ 332
 - 5.3.1. Stepper ~ 332
 - 5.3.1.1. Heimgeräte ~ 333
 - 5.3.1.2. Studiogeräte ~ 336
 - 5.3.2. Treppensteiger ~ 341
 - 5.3.3. Klettergeräte ~ 342
- 5.4. Schreitgeräte ~ 345
 - 5.4.1. Ellipsenschreiter ~ 345
 - 5.4.1.1. Pendelaufhängung der Schreitstangen ~ 349
 - 5.4.1.2. Schreitstangen rollen auf Linearbahnen ~ 352
 - 5.4.1.3. Kompakte Bauweise ~ 355
 - 5.4.1.4. Geräte mit vergrößerter Schrittweite ~ 360
 - 5.4.1.5. Geräte mit veränderlicher Schrittweite ~ 367
 - 5.4.2. Bogenschreiter ~ 372
 - 5.4.2.1. Heimgeräte ~ 372
 - 5.4.2.2. Studiogeräte ~ 374
 - 5.4.3. Skilaufgeräte ~ 377
 - 5.4.4. Skatinggeräte ~ 380
- 5.5. Laufbänder ~ 382
 - 5.5.1. Muskelkraftgetriebene Bänder ~ 382
 - 5.5.2. Motorgetriebene Bänder ~ 384
 - 5.5.2.1. Sicherheit ~ 385
 - 5.5.2.2. Antriebssteuerung ~ 386
 - 5.5.2.3. Dämpfung ~ 388
 - 5.5.2.4. Besondere Bauformen ~ 389
- 5.6. Geräte für weitere Bewegungsweisen ~ 392
 - 5.6.1. Paddelgeräte ~ 393
 - 5.6.2. Reitgeräte ~ 394
 - 5.6.3. Vor- und Rückschwenkgeräte ~ 395
 - 5.6.4. Kniehub- und Armschwenkgerät ~ 396
 - 5.6.5. Tauzuggerät ~ 397
 - 5.6.6. Mehrzweckzuggeräte ~ 398



Vorwort

Die Fitnessgeräteherstellung hat sich zu einem eigenen Industriezweig entwickelt. Waren Fitnessgeräte ursprünglich Nebenprodukte der Sportgerätefabriken, werden sie jetzt in großer Vielfalt und hohen Stückzahlen gefertigt. Der Bedarf ist riesig, allein in Deutschland bestehen rund 6000 Studios, die den Anforderungen des modernen Fitnesstrainings gerecht werden wollen. Dazu benötigen sie nicht nur eine breite Palette der verschiedensten Geräte, sie müssen diese infolge reger Benutzung und damit verbundenen technischem Verschleiß nach wenigen Jahren ersetzen. Obwohl die Übungs- und Betätigungsbedürfnisse der Fitnesssportler schon seit längerer Zeit von der erreichten Gerätevielfalt erfüllt werden, können überraschende Neuentwicklungen die Möglichkeiten immer noch erweitern. So kommen Geräte für andersartige Bewegungsweisen oder für wirkungsvollere Übungsausführungen hinzu. Zugleich ermöglicht die rasante Entwicklung der Datentechnik eine ständig verbesserte informationelle Ausstattung der Geräte. Das alles trifft auch auf die Fitnessgeräte für das Heimtraining zu, die heute in den meisten Haushalten, oft sogar mehrfach, vorhanden sind.

Das vorliegende Buch soll die Vielfalt der Geräte verdeutlichen und tiefere Einblicke in die Wirkungsweisen der einzelnen Konstruktionen gewähren. Die Werbung für ein Modell deutet vieles an, übertreibt aber auch zugunsten des Absatzes. Der Benutzer kann zwar meistens die vom jeweiligen Gerät ermöglichten Übungsbewegungen auch allein vollführen und die Belastungen entsprechend seiner körperlichen Voraussetzungen auswählen. Dabei geben ihm bei Ausdauergeräten die vorhandenen Kontrollanzeigen Hilfe.

Er erfährt aber nicht selten zu wenig über die Gründe, warum das betreffende Gerät so und nicht anders arbeitet, über die technischen Details der Kraftübertragung, über die Widerstandserzeugung und über die Verlässlichkeit der gebotenen Anzeigedaten. Dem Autor erging es bei manchen Geräten ähnlich. Da sich allein aus den Werbeschriften und der bloßen Benutzung die inneren Mechaniklösungen nicht offenbarten, konnte Klarheit darüber oft erst nach Einsicht in die jeweiligen Patentschriften* gewonnen werden. In wenigen Fällen ließen sich trotzdem die wahren Wirkungsmechanismen nur erraten.

Eine wesentliche Aufgabe will das Buch in Hinsicht auf die richtige Benutzung und Auswahl der Geräte erfüllen. Deshalb wurde der Beschreibung der technischen Grundlagen und der Vielfalt der Geräte ein Kapitel über die körperlichen und methodischen Grundlagen des Fitnesstrainings vorangestellt. Dem Fitnesssportler soll damit ein Mindestwissen über die im Training in Anspruch genommenen Körperfunktionen und die zu wählenden Belastungseinstellungen an den Geräten vermittelt werden. Kapitel zwei widmet sich den technischen Grundlagen der Kraftübungsgeräte, Kapitel drei beschreibt die verschiedenen Arten und ihre Eigenschaften. Ebenso gegliedert sind in den Kapiteln vier und fünf die Geräte für die Steigerung der Ausdauer – verbreitet auch als Cardio-Geräte bezeichnet. In beiden Kategorien wird der technischen Sicherheit und dem Arbeitsschutz besondere Aufmerksamkeit geschenkt und dabei auf die Anforderungen des Deutschen Instituts für Normen (DIN) in Übereinstimmung mit Euronormen (EN) zurückgegriffen. Die Erfordernisse sind für alle Fitnessgeräte in DIN EN 957-1 und den Untergruppen 2-10 aufgeführt**.

*) möglich im Internet unter <http://depatiset.dpma.de>

**) veröffentlicht im Beuth-Verlag GmbH, 10772 Berlin

Die technischen Grundlagen der Kraft- und Ausdauergeräte werden getrennt behandelt, weil sie sich in vieler Hinsicht unterscheiden. Kraftgeräte sind mit ihrer Mechanik auf eine Vielzahl von Übungen ausgerichtet und werden mit hohen Widerständen in nur kurzen Serien betätigt. Ausdauergeräte simulieren eine Reihe von Fortbewegungsweisen, verbleiben aber am Ort. Hier sind ausgedehnte Benutzungen und darauf abgestimmt deutlich niedrigere Bewegungswiderstände typisch. Für diese Betriebsweise haben auch die informationellen Ausstattungen einen anderen Stellenwert.

Das Buch hat zuallererst beschreibenden Charakter und beurteilt den Gebrauchswert der Geräte. Die Kapitel der technischen Grundlagen beziehen sich besonders auf die verschiedenen Möglichkeiten der Erzeugung des Übungswiderstandes als einem wesentlichen Merkmal nahezu aller Fitnessgeräte. Dazu kommen die Elemente und Bedingungen zur Kraftübertragung und der sich rasant weiterentwickelnden informationellen Ausstattungen. Breiter Raum wird der Beschreibung der Arten und Eigenschaften der Geräte der gesamten Übungspalette des Krafttrainings und aller für das Ausdauertraining genutzten simulierten Fortbewegungsformen und Belastungsvarianten gewidmet. Gerätschaften für die reale Fortbewegung bleiben jedoch ausgeklammert. In vielen Fällen werden unterschiedliche mechanische Versionen von Kraftgeräten für ein und dieselbe Übung beschrieben. Bei den Ausdauergeräten findet dieser Aspekt ebenfalls Beachtung, weil hier mit nicht wenigen Neukonstruktionen die bisherigen Bewegungsformen weiterentwickelt und noch effektiver genutzt werden können. Besonders Schreitgeräte mit elliptischer Bewegungsführung sind durch erfinderische Vielfalt gekennzeichnet. Es wird außerdem auf das verstärkte Bemühen hingewiesen, ganze Serien von Kraftgeräten

anzubieten, die im Fitnessstudio wirksame Formen des gemeinsamen Trainings in der Gruppe ermöglichen. Auch für die Kategorie der Ausdauergeräte zeigt sich das, hier werden verstärkt baugleiche Exemplare im großen Stil zum spürbar motivierenden Gruppentraining eingesetzt. Neben den Gerätmodellen, die dem heutigen Stand der Technik entsprechen, finden auch manche ältere Erwähnung. Einerseits sollen damit Einblicke in den Entwicklungsfortschritt gegeben, andererseits dem Umstand entsprochen werden, dass solche Geräte immer noch in Gebrauch sein können.

Eine Bewertung nach Vergleichskriterien, wie sie die Stiftung Warentest vornimmt, war nicht beabsichtigt. Um kommerzielle Auswirkungen zu verhindern, werden Herstellernamen und Markenbezeichnungen nicht genannt. Die Abbildung aller Geräte erfolgt mit Strichzeichnungen, mit denen sich die eigentlichen Funktionsweisen besser verdeutlichen lassen. Dieser Absicht dienen auch zahlreiche schematische Darstellungen, die nur die wesentlichen Merkmale wiedergeben. Es sei noch gesagt, das im Buch anstelle einiger landläufiger und in der Werbung anzutreffender Gerätenamen ("Rückentrainer", "Cross-trainer") Bezeichnungen verwendet werden, die auf die Übungsbewegung oder Fortbewegungsart hinweisen und so den Zweck des betreffenden Gerätes besser verdeutlichen. Englische Benennungen sind mit wenigen Ausnahmen durch deutsche ersetzt worden.

Leipzig, im September 2009
Heinrich Gundlach

1. Körperliche und methodische Grundlagen des Fitnesstrainings

Zum Verständnis der Arbeits- und Wirkungsweise sowie der richtigen Nutzung der verschiedenen Fitnessgeräte soll in diesem Kapitel zunächst auf die vom Fitnesstraining beeinflussten Körperfunktionen sowie auf die methodischen Erfordernisse der Trainingsgestaltung eingegangen werden. Die Darlegungen beziehen sich auf die Vorgänge im Organismus und am Bewegungsapparat, wie sie vor allem für die Ausführung von Kraftübungen und Ausdauerbelastungen auf Fitnessgeräten von Bedeutung sind.

Hauptaufgabe des Fitnesstrainings ist es, das Wohlbefinden und die körperliche Leistungsfähigkeit zu erhalten und zu fördern. Diese Eigenschaften sind bei nicht wenigen Menschen eingeschränkt, so durch die natürlichen Vorgänge des Alterns, häufig aber auch infolge einer immer bequemen, bewegungsarmen Lebensweise. Betroffen ist einerseits der Bewegungsapparat, dessen Muskeln zu wenig tätig sind. Sie büßen daraufhin ihre volle Funktionstüchtigkeit ein, so dass sich die allgemeine Bewegungsfähigkeit einschränkt und größere Bewegungswiderstände und Lasten nur noch mit erhöhten Anstrengungen oder gar nicht bewältigt werden können. Gleichsam verringert sich die normale Belastbarkeit der Gelenke.

Betroffen ist andererseits das Kreislaufsystem, das sich auf die verminderten Energieanforderungen einstellt und sowohl funktionell als auch organisch abbaut. Das Herz reduziert sein Volumen und kann mit jedem Herzschlag nur eine verminderte Blutmenge ausstoßen. Schon geringe körperliche Belastungen bereiten Mühe, die Ermüdung nimmt schnell zu. Sind erhöhte Belastungen zu bewältigen, rast der Puls und man kommt außer

Atem. Permanent erhöhte Belastungen ergeben sich bereits aus einem gestiegenen Körpergewicht, das aber meistens ebenfalls im Bewegungsmangel begründet ist. Die belastenden Fettpolster entstehen in der Regel durch ein Missverhältnis zwischen Energiezufuhr und Energieabgabe, allein die Einschränkung ersterer klappt aber nicht. Gewichtsreduktion durch Fitnesstraining ist nachweislich wirksamer.

Die Muskeln sowie der Stoffwechsel und der Kreislauf stehen deshalb im Mittelpunkt aller Fitnessbemühungen. Allerdings wirken Fitnessübungen nicht unmittelbar auf diese Organe und ihre Funktionen, sondern immer über die Steuerzentrale unseres Gehirns, das die Bewegungen veranlasst, und das Bewusstsein, das den nötigen Willenseinsatz aufbringen muss, um die Übungsbelastungen durchzustehen. Willenseinsatz ist bekanntlich bereits gefragt, wenn die Absicht, ein regelmäßiges Fitnesstraining zu betreiben, in die Tat umgesetzt werden soll.

1.1. Muskeltätigkeit

Sieht man von ihrer Haltefunktion ab, dienen die Muskeln dem Antrieb von Körperbewegungen. Das Steuerprogramm des Zentralen Nervensystems lenkt die Nervenimpulse jeweils auf die Muskeln, die an der Bewegung beteiligt sind. Das jeweilige Impulsmuster bestimmt dabei die mit der Kontraktion ausgelöste Kraft, die zur Überwindung des auftretenden Bewegungswiderstandes und zur Realisierung der gewünschten Bewegungsgeschwindigkeit erforderlich sind. Die Impulse gelangen vom Gehirn in zahlreichen Leitungsbahnen über das Rückenmark zu den motorischen Einheiten. Das sind Bündel von Muskelfasern, die je nach Bewegungsaufgabe gemeinsam kontrahieren. In ihrem Gewebe erfolgt dann die Spaltung der energiereichen

Phosphatverbindungen Adenosintriphosphat (ATP), wodurch die gespeicherte chemische in mechanische Energie umgewandelt wird.

Für die räumliche Ausführung der Bewegung sorgen immer mehrere Muskeln, die Nervenimpulse werden dafür zwischenmuskulär koordiniert. Sie treffen einerseits auf die Antriebsmuskeln, die Synergisten, andererseits auf die Gegenmuskeln, die Antagonisten. Die Schnelligkeit der Bewegung wird gesteuert, indem die Impulse innermuskulär jeweils so viele Fasern zuschalten, wie es für die Überwindung auftretender Bewegungswiderstände notwendig ist. Die Gegenmuskeln sind in diese nervale Steuerung mit wenigen Ausnahmen einbezogen. Sie sorgen bei geringen äußeren Widerständen mit einer abgestimmten Bremsarbeit für die Einhaltung des Bewegungstempos. Langsame Bewegungen ließen sich ohne aktives Gegenwirken der Antagonisten gar nicht ausführen. Nur für maximal schnelle Bewegungen sollen die Antagonisten keine Anspannung erzeugen. In allen zyklischen Bewegungen wechseln sie übrigens ihre Funktion und werden selbst zu Antriebsmuskeln in den zugehörigen Rückführungsabschnitten der Bewegungszyklen. Bei vielen Tätigkeiten kommen neben den Bewegungsmuskeln noch Muskeln hinzu, die statische Funktionen erfüllen und das Gleichgewicht oder eine bestimmte Haltung des Körpers und der Körperteile sichern. Bei voller Beherrschung lösen das die Synergisten und Antagonisten fast ausschließlich über die Anspannungen, also ohne merkliche Bewegung.

1.1.1. Kontraktion gegen Widerstand

Soll die Bewegung gegen einen großen Widerstand ausgeführt werden, gelangt mit entsprechendem Willenseinsatz ein dichter Strom von Nervenimpulsen zu den

betreffenden Muskeln und führt dort zur aktiven Kontraktion einer großen Anzahl von Fasern. Ist der Widerstand so groß, dass eine Bewegung sogar verhindert wird, mobilisieren die Nervenimpulse im Grenzfall bis zu 90 % der verfügbaren Fasern und spannen sie an, der Rest ist eine geschützte Reserve. Ohne wirksames Training sind es sogar nur 60 bis 70 % des Faserbestandes, die sich aktivieren lassen.

Welche maximale Kraft ein Muskel mit seiner Kontraktion aufbringen kann, hängt darüber hinaus von seiner Beschaffenheit ab. Ein wichtiges Kriterium ist der physiologische Querschnitt, die Fläche, die von den verfügbaren Fasern gebildet wird. Muskeln, die im Bewegungsapparat große Kraftleistungen verrichten müssen, sind von Natur aus dicker als andere. Genetisch bedingt weisen mitunter gleiche Muskeln beträchtliche individuelle Unterschiede auf. Durch hohe Anspannungen, wie sie bei Kraftübungen zustande kommen, kann der Querschnitt des Muskels durch Verdickung der einzelnen Fasern beträchtlich zunehmen. In den Fasern verstärkt sich der Eiweißaufbau und es werden größere Phosphat- und Glykogenvorräte als Energielieferant angelegt und gespeichert.

In den meisten Bewegungen kontrahieren die Muskeln auxotonisch, d.h. sie verändern ihre Anspannung im Bewegungsablauf, indem zeitweilig mehr oder weniger Fasern innerviert werden. Das hängt mit der jeweiligen Bewegungsaufgabe zusammen, sowie aber auch mit den veränderlichen Kraftmomenten, die sich mit der elementaren Gelenkbewegung ergeben (Abschn. 1.3.3.). Isotonisch (mit gleichbleibender Anspannung erfolgend) laufen Kontraktionen normalerweise nur ab, wenn spezielle Maßnahmen zur Gleichhaltung der Kraftmomente ergriffen werden, wie durch eine entsprechende dynamische Veränderung des äußeren Widerstandes im Verlaufe des Bewegungsweges. Es hat

sich aber eingebürgert, dass Kraftübungen mit gleich bleibender Gewichtslast dennoch als isotonisch bezeichnet werden. Erwähnt werden kann noch die isokinetische Kontraktion, die aber nur mit speziellen Geräten zustande kommt. Hier wird mit Motorkraft eine konstante Geschwindigkeit vorgegeben. Möglich ist damit eine passive, fremd erzeugte Bewegung, aber auch ein bewusster Krafteinsatz gegen das künstlich bewegte Betätigungselement.

Richtet sich die Muskelkraft gegen einen unverrückbaren Gegenstand, können die Muskeln nur die Anspannung erhöhen und arbeiten isometrisch, d.h. ohne ihre Länge zu verändern. Das gleiche passiert, wenn Haltearbeit zu leisten ist oder in einer bestimmten Bewegungsphase die maximal aufgebrachte Muskelkraft infolge des sich verändernden inneren Hebelverhältnisses den äußeren Widerstand nicht überwinden kann. Ohne äußeren Widerstand lassen sich isometrische Kontraktionen ausführen, wenn willensmäßig gegensätzlich wirkenden Muskeln gleichzeitig angespannt werden.

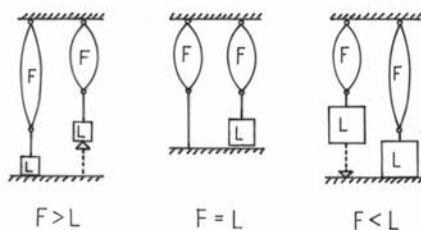


Abb. 1: Konzentrische, isometrische und exzentrische Kontraktion in schematischer Darstellung

Jeder Muskel lässt sich unter Einwirkung einer äußeren Kraft dehnen. Er besitzt neben den aktiven, kontraktile Strukturen in den Fasern zugleich passive, elastische Komponenten, die sich wie Federn verhalten. Sie werden aus dem Bindegewebe der Sehne sowie den verbindenden Zellstrukturen innerhalb der kontraktile Fasersubstanz und aus den bindegewebi-

gen Ummantelungen der Fasern gebildet. Bei Dehnung des Muskels durch eine äußere Kraft spannen sie sich und wirken dem Auszug entgegen. Damit schützen sie in erster Linie das Bewegungssystem vor Schäden, die durch schlagartige Einwirkungen zustande kommen können.

Kontrahiert der Muskel isometrisch, spannt er lediglich seine elastischen Verbindungen. Das erfolgt zunächst auch vor jeder konzentrischen Verkürzung, bis die Höhe des zu überwindenden äußeren Widerstandes überboten wird. Erst dann kann er Bewegungsarbeit leisten, die nun von der elastischen Vorspannung unterstützt wird. Da Muskelkontraktionen meistens aus einem vorgedehnten Zustand des Muskels beginnen, sind die elastischen Kräfte fast immer beteiligt. Für eine maximale Kraftentfaltung benötigt der Muskel ohnehin eine Vordehnung, die im Mittel etwa 20 % über seiner Ruhelänge liegt. Mehr oder weniger trägt die Zugwirkung des jeweiligen Gegenmuskels zum Spannungsaufbau im arbeitenden Muskel bei. Umgekehrt wird der Gegenmuskel in fast allen Bewegungen durch den kontrahierenden Muskel auseinandergezogen. Eine Dehnung kommt dabei aber erst zustande, wenn er seine normale Einspannlänge übersteigt.

Zu den gewöhnlichen Fortbewegungen des Körpers tragen die Kontraktionen eines bestimmten Muskels nur zur Hälfte bei. Jeder Bewegungsvorgang beginnt aus einer Ausgangsposition und endet normalerweise auch dort, so dass er sich aus einer Hin- und Rückbewegung zusammensetzt. Die Muskeln für die Hinbewegung sind damit andere als für die Rückbewegung. Die für die jeweiligen Bewegungsabschnitte entwickelten Kontraktionskräfte unterscheiden sich in allen zyklischen Fortbewegungen, da die einen für den Vortrieb sorgen, während die andere der bloßen Rückführung in die Ausgangsposition dient. Anders ist es, wenn eine Last geh-

ben und wieder abgesetzt werden muss, wie bei den meisten Kraftübungen. Hier arbeiten in beiden Bewegungsabschnitten ein und dieselben Muskeln: Beim Hub überwindend, beim Absetzen nachgebend, was ebenfalls eine hohe Anspannung erfordert. Dabei wirkt in mechanischer Hinsicht die Last als Gegenkraft auf die Muskeln. Nur wenn diese kleiner ist, als die vom Muskel entfaltete Kraft, können eine konzentrische Kontraktion und damit die Hinbewegung erfolgen. In der nachgebenden Rückbewegung wird die eigene Kraft geringfügig gedrosselt, so dass die Gegenkraft überwiegt. Zum Abbremsen der Rückbewegung unter Wirkung des Widerstandes ist dann wieder eine größere eigene Kraft erforderlich, falls dafür nicht technische Bedingungen sorgen.

Beim Nachgeben unter Last kann allerdings der Muskel sogar eine größere Kraft entwickeln, als im überwindenden Regime. Teilweise liegt es daran, dass jetzt der Gegenmuskel nicht mehr auseinander gezogen werden muss, sondern sich gleichsinnig bewegt. Zum anderen wird dieser Umstand auf die innere Reibung des Muskelgewebes zurückgeführt, von der immer die Kontraktion begleitet ist. In der konzentrischen Arbeit muss sie zusätzlich überwunden werden, in der nachgebenden aber unterstützt sie die tätigen Muskeln. Diese reduzieren jetzt ihre Anspannung und damit in dieser Phase auch den elementaren Trainingseffekt. Dem lässt sich entgegen wirken, wenn mit der Bewegungsumkehr der Übungswiderstand erhöht wird. War bei hohen Gewichtslasten dazu in der Vergangenheit ein Partner nötig, sind heute Geräte verfügbar, die das automatisch vollziehen.

Werden in den Kraftübungen nur mittlere Widerstände überwunden oder Lasten gehoben und das nur mäßig schnell, bleiben auch in der gesamten Übung die Muskelanspannungen unter dem Maxi-

mum. Der Übende passt in diesem Fall seinen Willenseinsatz den Erfordernissen der Bewegungssteuerung an. Sollen in den Übungen hohe Anspannungen erreicht werden, sind dazu entsprechend hohe Widerstände zu wählen. Die maximale Anspannung lässt sich dabei immer nur mit einer maximalen Willensmobilisation erreichen.

1.1.2. Fortgesetzte Kontraktionen

Geringe Bewegungswiderstände haben zur Folge, dass nur ein Teil der vorhandenen Muskelfasern eingesetzt wird. Bei mehrmaliger Wiederholung der Bewegung wechselt die Innervation und greift so fortwährend auf Fasern mit vorhandenen oder zwischenzeitlich ergänzten Energiereserven zurück. Nur dadurch ist es möglich, eine Bewegung oftmalig hintereinander und über längere Zeit auszuüben. Energieverbrauch und Muskelermüdung hängen dabei in erster Linie vom zu überwindenden Bewegungswiderstand ab, darüber hinaus auch vom gewählten Bewegungstempo, der Bewegungsfrequenz und dem Zeitverhältnis von Anspannung und Entspannung der Muskeln im einzelnen Bewegungszyklus.

Eine Rolle spielt auch, dass in den meisten Muskeln zur Arbeitsleistung unterschiedliche Muskelfasertypen zum Einsatz kommen. Die FT-(fast twitch)-Fasern sind auf schnelle Bewegungsleistungen spezialisiert, ermüden aber bald. Die ST-(slow twitch)-Fasern kontrahieren langsamer, sind dafür aber ermüdungsresistenter. Das Verhältnis beider Faserarten ist offenbar genetisch vorgegeben und bestimmt so die sportliche Eignung mit. Ein gerichtetes Training wirkt auf die Leistungsfähigkeit der jeweils betroffenen Fasern. Ist es sowohl auf Kraft als auch auf Ausdauer ausgerichtet, werden beide einbezogen.

Für lang anhaltende, weniger kraftorientierte Bewegungsleistungen kommen allgemein die langsamen und ermüdungsresistenten Fasern zum Einsatz. Für solche, bei denen hohe Widerstände zu überwinden sind, müssen möglichst viele Fasern herangezogen werden und praktisch beide Typen Kontraktionsarbeit leisten. Das ist auch im noch langsamen Teil von Beschleunigungen auf eine große Bewegungsgeschwindigkeit der Fall. Erst wenn die langsamen Fasern nicht mehr mitkommen, erfolgt eine weitere Beschleunigung durch die schnellen Fasern. Die Bewegungsleistung schwächt sich unter diesen Bedingungen dann deutlich ab, zumal die nicht mehr wirksamen langsamen Fasern "mitgeschleppt" werden müssen und sogar bremsen können.

Bei fortgesetzten intensiven Muskelkontraktionen bis zu einer Zeitspanne von etwa 30 Sekunden – das entspricht einer Übungsserie mit 20 bis 30 Wiederholungen – wird das aufgebrauchte ATP von dem ebenfalls in den Muskeln gespeicherten Kreatinphosphat resynthesiert. Möglichkeiten der Energiezufuhr aus zentralen Depots stehen noch nicht zur Verfügung. Sie setzen erst bei längeren Tätigkeiten und unter der Bedingung geringerer Krafteinsätze ein.

Die Fortsetzung von Muskelkontraktionen ist von der Größe des Krafteinsatzes abhängig, so dass eine Kraftübungsreihe nur mit einer begrenzten Wiederholungszahl bewältigt werden kann. Führt man z.B. die Kraftübung Bankdrücken mit einer Last von 70 % des maximal zu bewältigenden Gewichts aus, schafft man über 20 Wiederholungen, mit 80 % etwa zwölf und mit 90 % nur etwa fünf. Im Falle der Überwindung eines maximalen Widerstandes kann die Bewegung praktisch nicht unmittelbar ein zweites Mal ausgeführt werden. Für ein solches

Ausschöpfen der Serienlänge ist der Begriff Wiederholungsmaximum (abgekürzt WM bzw. engl. RM: Repetitionsmaximum) geprägt worden. Mit einer Zahl versehen sagt er aus, wie viele Wiederholungen gerade noch geschafft werden. 1 WM bedeutet dann das Bewältigen der Höchstlast, 12 WM einer Last von nur 80 % davon.

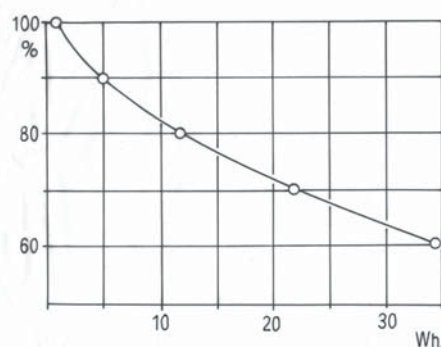


Abb. 2: Maximale Wiederholungszahl von Kraftübungen gegen unterschiedliche Widerstände

Man kann davon ausgehen, dass der elementare Trainingseffekt jeweils am Ende einer Übungsserie zustande kommt. Zu Beginn und im Verlauf wird lediglich der Energiemangel im Muskelgewebe aufgebaut. Sind die Reserven dann erschöpft, entsteht der eigentliche Reiz zur Anpassung des Muskels an diese Bedingungen. Der Willenseinsatz des Übenden, an das Wiederholungsmaximum heranzukommen und es sogar noch zu überbieten, gehört erklärlicher Weise ebenfalls zur Trainingswirkung.

Die Anspannung und Entspannung im einzelnen Bewegungszyklus und damit die Verausgabung und der Nachschub an Energie für die Fortsetzung der Kontraktionen wird in allen Fitnessgeräten von der Wirkungsweise der eingesetzten Widerstandserzeuger beeinflusst. Die bei Kraftübungsgeräten vorherrschenden Gewichtslasten, aber auch Gummizüge und pneumatische Widerstände drosseln

die Energieversorgung in einer Übungsserie beträchtlich. Dagegen belasten normalerweise hydraulische Systeme die Rückbewegungsabschnitte nicht. Die betreffenden Muskeln können zum Teil schon innerhalb der Übungsserie ihre verbrauchte Energie erneuern. Ausdauergeräte arbeiten fast immer mit entlasteter Hälfte des Bewegungszyklus, meistens bedingt durch die nachvollzogene natürliche Fortbewegungsweise.

1.1.3. Ausprägungen der Muskelkraft

Als Antrieb für Körperbewegungen ist die Muskelkraft eine physikalische Größe. Mit dem zurückgelegten Weg vollbringt sie eine mechanische Arbeit, wird diese nach der Zeiteinheit bemessen, ergibt sich eine mechanische Leistung (siehe Abschn. 1.3.). Bei vielen Alltagsbewegungen müssen die Muskeln nur geringe Kräfte aufbringen, weil keine nennenswerten Bewegungswiderstände auftreten. Unter diesen Bedingungen steht ein breiter Spielraum zur Verfügung, in dem mehr oder weniger Kraft einzusetzen ist, die Bewegungen langsamer oder schneller ablaufen oder auch in kürzerer oder längerer Zeit Arbeit auszuführen ist.

Anders ist es, wenn bestimmte Tätigkeiten Muskelkräfte bis an ihre Grenzen nutzen und maximale Kräfte, höchste Bewegungsgeschwindigkeiten oder eine Fortbewegung über eine bestimmte Strecke in kürzester Zeit verlangt werden. Solche Forderungen stellt allgemein der Sport, speziell mit reglementierten Bewegungsweisen in den verschiedenen Wettkampfdisziplinen. Hier stützen sich die physikalischen Wirkungen auf die volle Ausschöpfung der physiologischen Möglichkeiten, die das Nerven-/Muskelsystem und die Energieversorgung bieten. Muskelkraft ist nicht gleich Muskelkraft, wenn es auf die jeweilige Ausprägung ankommt. Davon sind im Wesentlichen drei zu unterscheiden.

Die erste ist die Kraft zur Überwindung von großen äußeren Bewegungswiderständen, wie einer großen gegen die Erdanziehung zu hebenden Last. Dabei kommt es nicht auf die Schnelligkeit der Bewegung an, die ohnehin vom Bewegungswiderstand abhängt: Je größer der ist, desto langsamer lässt sich die Bewegung ausführen. Auch werden solche Kraftanstrengungen in der Regel nur einzeln und mit Zwischenpausen abverlangt, haben also nicht gegen Ermüdungen anzukämpfen. Wird die Muskelkraft für derartige Aufgaben gebraucht, muss sie als Maximalkraft ausgeprägt sein. Ihre physiologische Grundlage sind dann ein großer Muskelquerschnitt und die nervale Mobilisation und der Einsatz von möglichst vielen Muskelfasern. Die typische Sportart, deren Leistungen auf eine hohe Maximalkraft beruhen, ist das Gewichtheben. Im Fitnesssport wird für die Ausführung von Kraftübungen eine ausreichende Maximalkraft benötigt, um hohe Widerstände zu überwinden und Lasten zu bewältigen.

Die zweite Kraftform ist die Schnellkraft, die für schnelle Bewegungen gebraucht wird, genauer: für große Beschleunigungen des Körpers oder eines Gerätes, um diese auf eine möglichst hohe Geschwindigkeit zu bringen. Hierbei entsteht der Bewegungswiderstand durch die Trägheit, die der Körper oder das Gerät mit seiner Masse der Beschleunigung entgegen setzt. Je kleiner die Masse, desto schneller müssen die Muskeln kontrahieren. Hierbei spielt die schnelle nervale Mobilisation der Fasern, sowie die Verfügbarkeit möglichst vieler FT-Fasern eine Rolle. Typisch hierfür sind die Beschleunigung des Handballs beim Torwurf oder des Schlägers im Tennis. In diesem Fall dürfte ein großer, für die Maximalkraft typischer Muskelquerschnitt ganz sicher hinderlich sein.

Der Trägheitswiderstand fällt bei großen Beschleunigungsleistungen um so höher aus, je größer die Masse ist. Der größte Widerstand tritt außerdem zu Beginn der Beschleunigung auf, er nimmt ab, je schneller Körper oder Gerät in Fahrt kommt. Aus dieser Gegebenheit resultiert, dass die Ausprägung der Schnellkraft in unterschiedlichen Formen benötigt wird. Für die Anfangsphase einer Beschleunigung hat sie Verwandtschaft mit der Maximalkraft, je schneller die Bewegung wird, löst sie sich von dieser und benötigt die Voraussetzungen für maximalschnelle Kontraktionen. Neben der zu beschleunigenden Masse spielt auch der begrenzte Raum oder die verfügbare Zeit für die Beschleunigungsleistung eine Rolle. Das ist z.B. beim Weitsprung der Fall, wo aus einem schnellen Anlauf abzuspringen ist. Beim Beinaufsatz werden zunächst die Muskeln schlagartig gedehnt um anschließend schnellstmöglich die größten Absprungkräfte frei zu setzen. Wegen des Kraftanstiegs in kürzester Zeit wird diese Variante der Schnellkraft als Explosivkraft bezeichnet.

Eine dritte Ausprägung der Muskelkraft hat für zyklische Tätigkeiten Bedeutung, die nicht nur in einer mehr oder weniger langen Zeitspanne ablaufen, sondern bei denen in den Bewegungen auch spürbare Widerstände zu überwinden sind. Das ist in solchen Ausdauersportarten der Fall, deren Vortrieb vom Wasserwiderstand gebremst wird. Im Straßenradsport und im Skilauf gilt das für die Bewältigung von Steigungen oder für Spurteinlagen. Der zeitlich verlängerte Krafteinsatz im Einzelzyklus der Fortbewegung beansprucht den Stoffwechsel anders, wodurch eine besondere Kopplung der Kraft mit der Ausdauer erforderlich ist und deshalb diese Version als Ausdauerkraft bezeichnet wird. Die Wechselwirkung von zeitlicher Dauer und Größe des Bewegungswiderstandes bestimmt, dass Fortbewegungen gegen

größere Widerstände nur kurzzeitig und umgekehrt längere Betätigungen nur mit geringeren Krafteinsätzen durchgehalten werden.

Für das leistungssportliche Training hat die Unterscheidung der Gebrauchsformen der Muskelkraft auch deshalb eine große Bedeutung, weil hiermit zugleich eine klare Zuordnung der Trainingswirkungen der verschiedenen Ausführungs- und Belastungsmöglichkeiten von Kraftübungen erfolgen kann. Die Maximalkraft wird effektiv mit Übungen gegen hohe Widerstände und große Gewichtslasten gesteigert. Schnellkraftübungen müssen sich durch maximale Krafteinsätze von sportarttypischen, teilweise auch gegenüber dem Wettkampfgerät größeren Beschleunigungsmassen auszeichnen. Übungsserien zur Verbesserung der Ausdauerkraft erfordern die Betonung des Krafteinsatzes bzw. die Überwindung erhöhter Widerstände gegenüber der originalen Fortbewegung der jeweiligen Sportart. Für Schnellkraft- und Ausdauerdisziplinen, in denen die Wettkampfleistung gegen relativ hohe Bewegungswiderstände zu vollbringen ist, müssen anteilig auch Maximalkraftübungen angewendet werden. Eine höhere Maximalkraft ist hier die Grundlage, auf der die Schnellkraft und Ausdauerkraft dann mit spezifischen Mitteln vervollkommen werden kann.

Das Krafttraining im Fitnessbreitensport und erst recht im Gesundheitssport ist allgemein nicht auf eine solche unterschiedliche Ausrichtung der Muskelkraft und schon gar nicht auf ihre höchstmögliche Ausprägung orientiert. Hier geht es um eine moderate Zunahme der Muskelkraft, die nicht mal mit Maximalkraft bezeichnet werden muss. Entscheidend ist außerdem, dass mit den Kraftübungen möglichst viele Körperregionen getroffen und besonders Schwachstellen beseitigt werden, die als Ursachen für Be-

wegungseinschränkungen und Fehllagen anzuwenden sind. Übungen mit Schnellkraftcharakter und längere Serien für die Förderung der Ausdauerkraft sollten jedoch zur Ausweitung der "Gebrauchsfähigkeit" der Kraft und zur Variation der Belastungsformen angewendet werden. Das Testen der Maximalkraft kann einerseits einer Kontrolle des Trainingsfortschrittes dienen (hat die Kraft zugenommen?), andererseits den Maßstab für die Belastungsdosierung in den Kraftübungen bieten (was sind 100 %, wenn für die Übungslast z.B. 70 % vorgesehen sind?). Näheres dazu noch in Abschn. 1.6.

Es sei noch gesagt, dass die Krafttrainingsgeräte im Studio überwiegend mit Gewichtsplattensystemen ausgerüstet sind, die infolge ihrer Mechanik für hohe Beschleunigungen nicht geeignet sind. Ausnahmen sind einige Seilzuggeräte mit Gewichten, deren Hubweg mit einem Flaschenzug deutlich verkürzt wird. Auch Geräte mit hydraulischen oder pneumatischen Widerstandserzeugern sind eher für langsame Bewegungen geeignet.

1.2. Stoffwechsel und Kreislauf

Die für die Energieumwandlung benötigte und im Muskelgewebe angelagerte Phosphatverbindung Adenosintriphosphat (ATP) erschöpft sich bei großem Krafteinsatz unmittelbar mit der Kontraktion und muss deshalb für die Fortsetzung der Muskeltätigkeit resynthesiert werden. Sie reicht für mehrere Kontraktionen nur dann, wenn geringere Kräfte aufzubringen sind und auf noch frische Fasern umgeschaltet werden kann. Das zuvor genannte Wiederholungsmaximum grenzt gewissermaßen die Bewegungsantriebe, die noch allein mit der Muskelkraft auskommen, von allen länger tätigen ab. Diese sind auf die fortlaufende Resynthese des ATP angewiesen. Deren Ergiebigkeit und Effektivität

ist bei längeren Muskeltätigkeiten wird allgemein als Ausdauer verstanden.

Für die Resynthese stehen verschiedene, zeitlich gestaffelte Wege zur Verfügung. Bei allen Muskeltätigkeiten bis etwa eine Minute Dauer erfolgt die Resynthese ausschließlich auf anaerobem (ohne Sauerstoff auskommenden) Weg, erst danach stellt sie sich auf den aeroben (mit Sauerstoff reagierenden) Prozess um. Das hängt damit zusammen, dass der Blutkreislauf zunächst keine ausreichende Versorgung mit Sauerstoff aus der Atmung und Energieträgern aus zentralen Depots übernehmen kann, weil er dazu erst "hochgefahren" werden muss. Von der einen zur anderen Versorgungsart erfolgt deshalb der Übergang auch nicht abrupt, sondern in einer Mischform von abnehmenden anaeroben und ansteigenden aeroben Stoffwechsel.

1.2.1. Anaerobe Energiebereitstellung

Sie sichert kurzzeitig die Deckung des Energiebedarfs, wenn noch nicht die nötige Menge an Sauerstoff durch die Atmung zur Verfügung steht. Das ist in der Muskularbeit von etwa einer Minute Dauer der Fall. Es betrifft einerseits kurzzeitige hochintensive Bewegungsleistungen, die in dieser Zeitspanne die gegebenen Energiereserven weitgehend aufbrauchen, wie z.B. in einem 400-m-Wettkampflauf. Anaerob arbeitet der Stoffwechsel andererseits aber auch im Anfangsabschnitt aller länger dauernden Muskeltätigkeiten, bevor er vom aeroben Prozess abgelöst wird. Das können solche sein, die mit geringer Intensität im täglichen Handeln anfallen, aber auch solche mit höherer Intensität, die z.B. in einem Wettkampf über lange Strecken zu realisieren ist.

Zunächst erfolgt die Neubildung des verausgabten ATP aus dem im Muskelgewebe ebenfalls gespeicherten Kreatinphosphat.

Während der Muskeltätigkeit erfolgt das jeweils in den Phasen der Muskelererschaffung zwischen aufeinanderfolgenden Kontraktionen. Auch die Kreatinphosphatvorräte erschöpfen sich relativ schnell und liefern selbst bei geringeren Muskelanspannungen, als sie bei Kraftübungen üblich sind, nach etwa 20 bis 30 Sekunden keine Energie mehr. Zur Deckung des Energiebedarfs setzt deshalb parallel zur Kreatinphosphatverwertung mit der Glykolyse ein zweiter anaerob ablaufender Resyntheseprozess ein, der sich auf das gleichfalls im Muskel angereicherte Glykogen stützt. Er sichert die Energieversorgung für die unmittelbare Fortsetzung der Muskeltätigkeit in der nachfolgenden Minute. Hierbei erneuert sich das ATP unter gleichzeitiger Bildung von Laktat, dem Salz der Milchsäure.

Die Reserven an Muskelglykogen können durch Training beträchtlich erhöht werden. Sie lassen sich dann auch mit belastenden Kraftübungsfolgen kaum ausschöpfen. Selbst wenn ein Sportler bei intensiver Muskularbeit am Ende verkrampft, ist noch Glykogen vorhanden. Bei solchen Belastungen sammelt sich aber das gebildete Laktat in den betreffenden Muskeln an und führt zu einer bewegungshemmenden Übersäuerung. Erst wenn die Bewegungstätigkeit abgebrochen oder zumindest in der Intensität reduziert wird, kann es vom Muskelgewebe in das Blut überwechseln und abtransportiert werden, so dass sich danach die Bewegungsfähigkeit wieder einstellt.

1.2.2. Aerobe Energiebereitstellung

Für die Fortsetzung der Muskeltätigkeit über eine Minute hinaus kommt mit der Beschleunigung des Blutkreislaufes die aerobe Verbrennung von Kohlenhydraten und z.T. auch Fetten in Gang. Dabei wird deren Energiegehalt bedeutend besser ausgenutzt, als es die anaerobe Glykolyse

vermag. Mit den gesteigerten und aus der Atmung ständig nachgelieferten Mengen an Sauerstoff ermöglicht dieser Weg bei angepasster Arbeitsintensität eine langandauernde Muskeltätigkeit.

Kohlenhydrate sind als Glykogen und Glukose verfügbar. Glykogen ist zum Teil im Muskelgewebe gespeichert und kann an Ort und Stelle das ATP bilden, im Falle ausreichender Sauerstoffversorgung jedoch ohne Entstehung von Laktat. Darüber hinaus wird es in größerer Menge in der Leber bevorratet. Glukose befindet sich im Blut und steht damit zur schnellen Anlieferung bereit. Bei Bedarf bildet sie sich aus dem Leberglykogen, das auf diese Weise transportfähig gemacht wird. Sie kann selbst das ATP resynthesieren, sich aber auch in Glykogen umbilden und damit die Muskeldepots wieder auffüllen.

Die Glykogenvorräte im Muskelgewebe werden bei geringen bis mittleren Energieverausgabungen noch während der Arbeitsleistung ergänzt, allerdings auch abhängig von der Zeitspanne zwischen den einzelnen Muskelkontraktionen und Bewegungszyklen. Wird viel Energie pro Zeiteinheit verbraucht, erfolgt die Auffüllung zu großen Teilen erst nach Beendigung der Belastung. In diesem Zeitraum der Wiederherstellung der Arbeitsfähigkeit wird auch das während der Glykolyse entstandene Laktat abgebaut und teilweise zum Betrieb der inneren Organe, wie des Herzens, z.T. zur Neubildung des verausgabten Glykogens energetisch verwertet. Das erfolgt auf aeroben Wege, weshalb der Kreislauf und die Atmung nach Beendigung der Muskularbeit noch eine gewisse Sauerstoffschuld abzutragen haben und weiteren Sauerstoff bereitstellen müssen.

Beginnt eine Muskularbeit mit großer Intensität, kann das sich anhäufende Laktat den Übergang zur aeroben Energie-

versorgung verzögern oder sogar verhindern. Gestört wird diese auch, wenn die laufende Belastung einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, wie bei zu hoch gewählter Intensität oder der intervallartigen Einschaltung von erhöhten Belastungen. Parallel zur aeroben Energiegewinnung bleibt dann auch weiterhin die anaerobe in Gang oder läuft wieder an und bildet Laktat. Dieser Umstand beeinträchtigt die Intensitätsdosierung für alle Ausdauerbelastungen in starkem Maße. Deshalb muss die sog. aerob/anaerobe Schwelle beachtet werden, wozu im Leistungssport seit langem eine Kontrolle durch Laktatmessungen erfolgt.

Die Sauerstoffaufnahme mit der Atmung regelt sich durch den aktuellen Bedarf in der Muskulatur. Je höher die Arbeitsintensität, je mehr Sauerstoff wird angefordert. Ein wichtiges Kriterium hoher Ausdauerleistungen ist deshalb die maximal mögliche Sauerstoffaufnahme ($\text{VO}_{2\text{max}}$), gemessen in der Atemluft. Da im Fitnesstraining Ausdauerleistungen längst nicht so ausgeprägt werden wie im Leistungssport, hat dieses Kriterium eine geringere Bedeutung und wird hier allgemein nicht herangezogen.

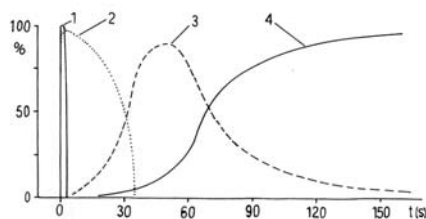


Abb. 3: Ablaufschema der verschiedenen Prozesse der Energiebereitstellung (nach Keul)

1.2.3. Ausprägungen der Ausdauer

Ausdauer ist die Form einer Leistungsfähigkeit, eine bestimmte Muskeltätigkeit länger dauernd auszuführen und die aufkommende Ermüdung zu überwinden. Soll

das gelingen, sind zwei Bedingungen zu erfüllen. Die eine besteht in den körperlichen Voraussetzungen, die mit einem gut funktionierenden Stoffwechsel und Kreislauf für die notwendige Energiebereitstellung sorgen müssen. Die zweite in der richtigen Bewegungsintensität, die auf die Zeitdauer der Tätigkeit abgestimmt sein muss. Kürzere Belastungen gestatten eine höhere Intensität. Je länger die Muskelarbeit andauern soll, desto niedriger muss der Krafteinsatz sein, um bis zum Ende durchzuhalten.

In der Bewegungstätigkeit im Alltag spielt dieses Problem nur eine untergeordnete Rolle. Hier wird der anaerobe Stoffwechsel nicht nennenswert genutzt. Er dient lediglich der Energiebereitstellung für den Tätigkeitsbeginn und wechselt dann in die aerobe Form über. Die meisten Aktivitäten laufen mit niedriger Intensität ab und haben Zwischenphasen, in denen sich die geringe Menge an verbrauchter Energie ergänzt und eine schnelle Erholung eintritt. Anders ist das Bild, wenn die Bewegungstätigkeit nach sportlichen Maßstäben abläuft und es um eine stärkere Beanspruchung des Stoffwechsels, in Wettkämpfen sogar bis an die Grenzen seiner Ergiebigkeit geht.

Für den Leistungssport geben die jeweils benutzten unterschiedlichen Stoffwechselwege Anlass, die Ausdauer nicht als pauschale Eigenschaft, sondern differenziert anzusehen. Wegen der von der Bewegungsweise abhängigen unterschiedlichen Fortbewegungsgeschwindigkeit hat sich die Differenzierung nach der Zeitdauer als sinnvoll erwiesen. Diese steht allerdings immer im Wechselverhältnis zur Bewegungsintensität, die sich in dem eingeschlagenen Fortbewegungstempo niederschlägt. Eine erste Zuordnung ergibt sich für Fortbewegungen mit maximaler Intensität. Hier wird die Energie noch ausschließlich von den Kreatiphosphatvorräten in den Muskeln bereitgestellt, die spätestens nach

30 Sekunden erschöpft sind. Maximale Intensität ist gleichbedeutend mit höchster Schnelligkeit, die mit der einsetzenden Ermüdung nicht mehr aufrecht erhalten werden kann. Deshalb wird diese Art der Ausdauer als Schnelligkeitsausdauer bezeichnet.

Alle länger dauernden Bewegungstätigkeiten müssen mit mehr oder weniger gedrosselten Intensitäten begonnen und fortgeführt werden. Von 30 Sekunden bis etwa zwei Minuten wird die Energie überwiegend aus der anaeroben Glykolyse gewonnen. Für die Ausdauersportarten ist das nur eine kurze Zeit, weswegen hier die Bezeichnung Kurzzeitausdauer üblich ist. Die mehr oder weniger zweigleisigen Versorgung danach bis etwa zehn Minuten ist die Grundlage der Mittelzeitausdauer. Hier setzt der aerobe Stoffwechsel ein, es fallen aber immer noch beachtliche Mengen von Laktat aus dem anaeroben Modus an. Erst über zehn Minuten hinaus kann die Energie deutlich überwiegend über den aeroben Weg umgewandelt werden, dessen Ergiebigkeit die Langzeitausdauer ausmacht. Der Zeitbereich über 90 Minuten wird für den Leistungssport von Sportmedizinern noch weiter unterteilt. Hier reduziert sich der anaerobe Restanteil noch weiter, die Glykogenreserven gehen früher oder später zur Neige und zunehmend wird auch der Fettstoffwechsel zur Energieumwandlung herangezogen. Die Abgrenzungen variieren aber oft infolge unterschiedlicher Renngestaltungen und Streckenprofile.

Bei sportlichen Wettkämpfen in allen Zeitbereichen bestimmt die Bewegungsintensität zunächst unabhängig von der Zeitdauer der Bewegungstätigkeit den Grad der Energiebereitstellung, da der Organismus ja nicht wissen kann, wie lange die Beanspruchung anhalten soll. Geht es um das Erreichen einer Bestleistung, muss sie von Anfang an willkürlich so gesteuert

werden, dass sie dem eigenen Leistungsvermögen entspricht und bis zum Ende auch durchgehalten werden kann. Die Endphase verlangt dann einen großen zusätzlichen Willenseinsatz, um das Tempo zu halten. Häufig mündet das in einen Schlusssprint, der die immer noch vorhandenen lokalen Energiereserven in den Muskeln nicht selten voll ausschöpft. Geht es um den Sieg, wird die Bewegungsintensität oft nach taktischen Gesichtspunkten gestaltet, wozu mitunter plötzliche Temposteigerungen gehören. Der Stoffwechsel schaltet dabei stärker den anaeroben Modus ein, was die Energiebilanzen dann deutlich verändert.

Einen Einfluss auf Beanspruchung der Stoffwechselprozesse hat auch die sportartspezifische Bewegungsweise. Es ist nämlich ein Unterschied, ob im einzelnen Bewegungszyklus der vortriebserzeugende Krafteinsatz z.B. beim Rudern etwa 0,8 Sekunden dauert oder beim Laufen nur 0,15 Sekunden. Ruderer setzen auch mehr Muskeln ein, so dass andere Ansprüche an die Energiebereitstellung gestellt werden. Noch deutlichere Unterschiede zwischen beiden Bewegungsweisen ergeben sich im Training: Beim Laufen verändert sich das Arbeits-Pausen-Verhältnis im Einzelzyklus kaum, beim Rudern werden im Wesentlichen die Pausen gestreckt und damit veränderte Bedingungen für den Nachschub an Energie geschaffen.

Solche hohen Ansprüche werden an das Ausdauertraining im Fitnesssport nicht gestellt. Hier bleiben die Intensitäten meist im niedrigen Bereich, längere Betätigungen stehen im Vordergrund. Ein solches Training zielt auf die Langzeitausdauer, bei der die Energiebereitstellung maßgeblich auf aeroben Wege erfolgt. Ein verbesserter Trainingszustand erlaubt es aber durchaus, mit differenzierten Trainingsformen auch andere Stoffwechselbereiche in Anspruch zu nehmen und damit die Fitness noch viel-

seitiger auszuprägen. Viele Ausdauergeräte bieten deshalb eine Auswahl vorinstallierter Belastungsprogramme an, die auf solche unterschiedlichen Stoffwechsel- und Kreislaufbeanspruchungen ausgerichtet sind. Neben gleichbleibender Belastung werden Intervallformen mit wechselnder Intensität, Hügelbewältigungen, an- und absteigende-pyramidenartige Belastungen, Crosslauf ähnliche Gestaltungen und sogar Zufalls gesteuerter Intensitätswechsel vorgegeben. Die den anaeroben Stoffwechsel beanspruchenden Belastungsabschnitte sind entsprechend kurz und müssen durch solche mit niedriger Intensität abgelöst werden, um wieder aerobe Ausgangsbedingungen zu schaffen

1.2.4. Kreislauf

Für alle über eine Minute hinaus gehenden Muskeltätigkeiten rückt die Funktionstüchtigkeit des Herzkreislaufsystems in den Vordergrund. Je nach Arbeitsintensität sollen die nötigen Mengen an energetischen Substanzen und Sauerstoff mit dem Blut an den Ort ihrer Verwertung transportiert werden. Das Herz pumpt das mit Sauerstoff und Energiesubstanzen angereicherte Blut durch das Gefäßsystem zum Muskelgewebe. Von dort wird es mit den bei der Muskelarbeit anfallenden Stoffwechselprodukten zu den Verwertungs- und Ausscheidungsorganen befördert, darunter die beträchtlichen Mengen an Kohlendioxyd zum Gasaustausch in die Lungen.

Für intensive Muskeltätigkeiten erhöht sich seine Schlagfrequenz sowie sein Schlagvolumen so, dass mehr Blut in der Zeiteinheit umlaufen kann, was noch durch eine Gefäßerweiterung im Bereich der arbeitenden Muskeln unterstützt wird. Auch der Blutdruck steigt mit der Belastung an, da das Herz kräftiger arbeitet. Zugleich vergrößert das Blut seine Transportkapazität für Sauerstoff und

Energiesubstanzen entsprechend dem Bedarf und nutzt sie gegebenenfalls bis zur Grenze aus. Diese Veränderungen regeln sich mit Beginn einer Belastung über chemische Fühler selbsttätig ein. Allerdings geschieht dies sukzessiv, weil immer erst eine Muskelarbeit angelaufen sein muss, um einen sich daraus ergebenden Energiebedarf als Regelgröße zu verwenden. Deshalb müssen zunächst alle "Startenergien" auch ohne Kreislaufnachschieb verfügbar sein. Unabhängig von der Dauer der Muskel-tätigkeit wird der Kreislauf sofort nach deren Beginn beschleunigt

Beträgt die Pulsfrequenz in Ruhe 50 bis 70 Schläge pro Minute, erreicht sie nach ein bis zwei Minuten bei einer auf länger andauernde Muskelarbeit ausgerichteten Bewegungsintensität im Durchschnitt 100 bis 120 Schläge, bei höheren und nicht lange durchzuhaltenden "Ausbelastungen" sogar 150 bis über 180. Die Pulsrückkehr nach einer Belastung regelt sich nach dem Grad der Verausgabung und Auffüllung der Speicher sowie der Entfernung der Abbausubstanzen aus dem Blut. In zwei bis drei Minuten geht der Puls etwa um 40 bis 60 Schläge zurück, für die Erreichung des Ruhewertes wird eine wesentlich längere Zeitspanne benötigt.

Die Herzschlagfrequenz ist somit für den Fitnesssportler eine wichtige Kenngröße für die Bewertung seiner Reaktion auf die gewählte Belastung. Deshalb sind die meisten Gerätmodelle für das Ausdauertraining mit Möglichkeiten zur Pulskontrolle oder sogar mit Programmen zur pulsgesteuerten Belastung ausgestattet. Es ist allerdings zu beachten, dass sowohl der Ruhepuls als auch der anzustrebende Belastungspuls individuell sehr unterschiedlich sein kann. Außerdem verändern sich diese Größen mit dem Lebensalter und mit dem Trainingszustand, worauf noch eingegangen wird. Während einer Betätigung lässt sich der Puls übrigens vorübergehend um

4–6 Schläge absenken, wenn man einige besonders kräftige Atemzüge einfügt. Übermäßig ansteigen kann der Puls bei großer Hitze, besonders untrainierte Menschen sind hier bei hohen Ausdauerbelastungen gefährdet.

Erwähnt werden kann noch, dass in jüngster Zeit auch auf die Herzfrequenz-Variation (HRV) hingewiesen wird. Hiermit sind die Schwankungen der Frequenz aufeinander folgender Herzschläge gemeint, die das vegetative Nervensystem verursacht. Mit der Abnahme der HRV lässt sich die Trainingsnachwirkung verdeutlichen und Risikosituationen nach extrem hohen Ausdauerbelastungen aufdecken. Eine Rolle spielt der Wert deshalb besonders für den Leistungssport.

1.2.5. Fettverwertung

Fette gelangen aus verschiedenen Körperdepots und auch unmittelbar aus der Verdauung als freie Fettsäuren in die Blutbahn und von dort in das Muskelgewebe, in dem sie ebenfalls zur ATP-Erneuerung dienen. Sie tragen zur Energiebereitstellung für die Körperfunktionen in Ruhe und für nur mäßig intensive Tätigkeiten bei und übernehmen sie mehr und mehr, wenn im Verlaufe sehr lang andauernder Muskelarbeit die Glykogenreserven zur Neige gehen. Die verwertbaren Fettreserven sind schon beim normalgewichtigen Menschen bedeutend und sichern selbst unter eingeschränkter Nahrungsaufnahme alle lebenserhaltenden Tätigkeiten. Fettreserven entstehen zum Teil auch dadurch, dass sich ab dem mittleren Lebensalter allmählich das Muskelgewebe reduziert und dafür das Fettgewebe vermehrt. Das gehört zum natürlichen Altern, hat aber zusätzliche Ursachen im begleitenden Bewegungsmangel.

Der Anteil der Fettverwertung an der Energienerzeugung richtet sich danach, in

welchem Maße die schneller verfügbaren Kohlenhydrate aufgebraucht werden. Kurzzeitige Belastungen beanspruchen ohnehin lediglich die Kohlenhydratreserven. Wer vor oder nach Ausdauerbelastungen noch besondere "Energiedrinks" oder reinen Traubenzucker (Glukose) zu sich nimmt, schont die Fettreserven sowieso. Übergewichtige können ihre Fettpolster ohne Nahrungseinschränkung entgegen weit verbreiteter Auffassung mit Ausdauerbelastungen kaum reduzieren. Das liegt daran, dass diese nach jedem Training alsbald wieder aufgebaut werden. Jede größere Energieverausgabung hat zur Folge, dass der Körper anschließend ein erhöhtes Bedürfnis zur Energiezuführung wahrnimmt. Regelmäßige Belastungen verhindern höchstens eine Zunahme der Fettreserven durch die Umwandlung von Kohlenhydraten. Ausdauersportler trainieren meistens in dichter Folge, so dass nur geringe Fettreserven angelegt und außerdem besser verwertet werden als bei wenig Trainierten.

Die energetische Fettverwertung ist einerseits in Bewegungstätigkeiten mit betont niedriger Intensität möglich, bei welcher der Stoffwechsel neben den Kohlenhydraten auch auf Fette zurückgreift. Das geschieht aber nur, wenn der aerobe Stoffwechselweg eingehalten wird und keine wesentliche Laktatanhäufung zustande kommt. Herzfrequenz gesteuerte Ausdauergeräte bieten meistens eine spezielle Belastungsvorgabe für die Fettverbrennung, die einen niedrigen Pulswert als Maßstab nimmt. Die alleinige Orientierung auf eine solche Zone ist aber irreführend. Bei einer betont niedrigen Bewegungsintensität pro Zeiteinheit wird absolut nur eine geringe Menge an Fett abgebaut. Eine größere Summe kommt erst zustande, wenn die Belastungen länger anhalten. Der Organismus bevorzugt bei körperlicher Arbeit ohnehin die Verbrennung von Glukose, wozu schon der erhöhte

Insulinspiegel im Blut sorgt. Ein verstärkter Fettabbau wird erst bei ununterbrochenem Tätigsein von über 90 Minuten Dauer erreicht, wie es aber kaum typisch für das Fitnesstraining ist und von übergewichtigen Menschen ohnehin nicht realisiert wird.

Ein Fettabbau gelingt andererseits auch mit Krafttraining, da auch hier auf die Fettverbrennung zurück gegriffen wird. Kraftübungen fördern zugleich die lokale Durchblutung, die bei einem vielseitigen Übungsprogramm den ganzen Körper erreicht – besser als das oft nur auf eine Bewegungsform gerichtete Ausdauertraining. Entgegen mancher Werbeversprüche erreicht man mit ausgewählten Kraftübungen aber nicht, gezielt Fettdepots bestimmter Körperregionen (z.B. "Bauch und Po") zu verringern, da ihr Auf- und Abbau immer einer zentralen Regelung unterliegt. Allerdings werden besonders markante Fettpolster mit einer Nahrungseinschränkung und dem Training immer zuerst reduziert. Die von Kraftübungen verursachte verbesserte lokale Durchblutung kann jedoch im benachbarten Bindegewebe den Abbau von fehlerhaft eingelagerten Fettzellen bewirken, wie sie für die Zellulitis typisch sind.

Um den Anteil des Körperfetts am Gesamtgewicht des Fitnesssportlers deutlich zu machen und den Fettabbau kontrollieren zu können wird im einfachsten Fall von einem Normalgewicht in Bezug zur Körperhöhe ausgegangen. Dieses ergibt sich aus der um 100 reduzierten Körperhöhe in cm. Ist man schwerer, kann ein höherer Fettanteil die Ursache sein. Davon gehen auch einige Ausdauergeräte aus, wenn am Anzeigecomputer Körpergewicht und Körperhöhe einzugeben sind, woraus dieser den Fettanteil in kg oder % rechnerisch ermittelt. Genau lässt er sich auf diese Weise nicht wiedergeben, weil ja auch andere Körpergewichtsanteile, wie z.B. der

Muskulatur, individuell verschieden und veränderlich sind. Das trifft auch auf den sogen. Body-Mass-Index (BMI) zu, den einige amerikanische Geräte anzeigen. Bei ihm wird das Körpergewicht in kg durch das Quadrat der Körperhöhe in m geteilt (entspricht dem seit langer Zeit bekannten deutschen Körperbauindex nach Kaup, bei dem vom Körpergewicht in Gramm und dem Quadrat der Körperhöhe in cm ausgegangen wird). Eine etwas genauere Bestimmung ist mit speziellen Verfahren möglich, so mit der Hautfaltenmessung am Rumpf mit einem Tastzirkel. Ein eleganteres, aber kaum genaueres Verfahren ist die bioelektrische Impedanzanalyse, bei der die Fließgeschwindigkeit eines schwachen elektrischen Stromes durch die Fußsohlen – beim Stand auf einer entsprechend ausgestatteten Waage – gemessen wird. Damit wird indirekt auf den Körperfettanteil geschlossen. Zuverlässiger scheinen zwei neuere Verfahren zu sein, die mit Ultraschall oder Infrarotlicht auf ausgewählte Hautpartien arbeiten und mit einer speziellen Software die örtliche Fett- und Muskelschichtendicke ermitteln.

1.2.6. Energiebedarf

Bei intensiverer Muskelarbeit entsteht erklärlicherweise ein größerer Energiebedarf pro Zeiteinheit als bei nur mäßiger Belastung. Die anaeroben Prozesse können zwar unter Zeitzwang mehr Energie bereitstellen, nutzen aber die verfügbaren Quellen keineswegs ökonomisch aus. Das gelingt nur unter aeroben Bedingungen. Der Energiebedarf hängt außerdem davon ab, ob in einer Bewegungstätigkeit viele oder wenige Muskeln mechanische Arbeit leisten müssen. So wird z.B. für das Radfahren relativ wenig Energie benötigt, weil die Tretarbeit fast nur die Hüft- und Oberschenkelmuskeln ausführen und außerdem das Körpergewicht nicht aktiv zu bewältigen ist. Gegenüber dem Laufen kommt beim Skilaufen die Armarbeit hin-

zu, die auch bei den modernen Schreitgeräten mit den Armhebeln abverlangt wird. Die Ruderbewegung beansprucht neben den Arm- und Beinmuskeln noch die gesamte Rumpfmuskulatur.

In den Energiebedarf geht nicht nur der Aufwand für den erzeugten Vortrieb ein, sondern auch der für die Rückbewegung, statische Halteleistungen und übungsspezifische Nebenbewegungen sowie die stets die Muskularbeit begleitende Wärmeproduktion und den prozesseignen Verbrauch des Stoffwechsels nötig ist, der aber nicht als Arbeit im mechanischen Sinne gewertet wird. Schließlich verbraucht man allein für die Aufrechterhaltung der Körperfunktionen einen nicht unerheblichen Energiebetrag, so dass die eigentliche mechanische Arbeit in Vergleich zum Energieverbrauch nur mit einem Wirkungsgrad von unter 30 % geleistet werden kann. Beim Training auf Ausdauergeräten wird die übertragene Energie meistens in kcal (Kilokalorien) oder nach dem neueren internationalen Standard in kJ (Kilojoule) angezeigt.

In der nachfolgenden Tabelle wird der Energiebedarf in kcal für unterschiedliche Bewegungsgeschwindigkeiten in einigen Fortbewegungsarten verglichen. Die Werte wurden aus Angaben von Hollmann/Hettinger in Belastungen über eine Dauer

Tätigkeit	km/h	kcal/ 30 min	kcal/ 10 km
Gehen	4	93	470
Gehen	8	288	720
Gehen mit 8 % Steigung	4	171	850
Rudern	3	60	410
Rudern	6	222	740
Radfahren	10	84	168
Radfahren	20	234	234

von 30 Minuten und eine Strecke von 10 km umgerechnet.

Es ist zu sehen, dass sich im Allgemeinen mit der Verdoppelung der Geschwindigkeit der Energieverbrauch in einer Betätigung von gleicher Dauer verdreifacht: Wenn beim Gehen eine achtprozentige Steigung zu bewältigen ist, verdoppelt er sich: Bezieht man die Bewegungsleistung auf eine bestimmte Strecke (z.B. 10 km), fallen die Unterschiede in den Geschwindigkeiten deshalb geringer aus, weil sich mit der jeweils höheren Geschwindigkeit über die gleiche Distanz eine kürzere Arbeitsdauer ergibt.

1.2.7. Wärmeproduktion

Bei intensiver Muskularbeit produziert der Stoffwechsel wesentlich mehr Wärmeenergie als mechanische Energie. Diese Wärme darf nicht zur Überhitzung des Körpers führen. Deshalb wird sie mit dem Blutstrom beschleunigt auf die gesamte Körpermasse verteilt und zur Körperoberfläche geleitet, wo sie überwiegend die Verdunstung des Schweißes an die Umgebung abgibt. Dieser Vorgang ist mit einem Wasser- und Salzverlust des Körpers verbunden, der sich im verstärkten Durstempfinden bemerkbar macht und entsprechend ausgeglichen werden muss. "Austrocknen" kann man bei einer Fitnessarbeit unter normalen Temperaturen allerdings nicht, eine bestimmte Menge Wasser wird als Nebenprodukt beim Stoffwechsel gebildet.

Da starkes Schwitzen bei zu warmer Umgebung als unangenehm empfunden wird, sollte in Fitnessräumen eine verminderte Raumtemperatur von etwa 16 bis 18° herrschen. Da bei allen im Stand betriebenen Ausdauergeräten der natürliche Fahrtwind entfällt, helfen komfortable Modelle mit einem eingebauten Ventilator nach. Unkontrollierte Zugluft ist im Fitnessraum allerdings zu vermeiden. Der Schweiß ist

im Zusammenhang mit Benutzung von Fitnessgeräten durch mehrere Personen leider ein hygienisches Problem, das ein häufiges Reinigen der Polsterbezüge und die Benutzung persönlicher Hilfsmittel erfordert. Während längerer Übungspausen und nach dem Training ist warm haltende Kleidung anzulegen, um ein Auskühlen der Körperoberfläche zu vermeiden.

Als nützlich wird eine moderate Wärmeproduktion übrigens zum Beginn einer jeden Trainingsstunde und erst recht vor einer vorausgehenden Belastung angesehen. Ein solches Aufwärmen erfolgt mit Übungen und Bewegungstätigkeiten unter geringer Belastung, so dass Stoffwechsel und Kreislauf für das eigentliche Trainingsprogramm bereits vorbeschleunigt werden und Muskeln und Bänder ihre optimale Arbeitsfähigkeit erreichen und in diesem Zustand weniger verletzungsanfällig sind. Geräte mit vom Computer gesteuerten Belastungsprogrammen bieten nicht selten ein eigenständiges Aufwärmprogramm, meistens auch ein Programm zum Abkühlen am Ende des Trainings. Einzelne Modelle zeigen die aktuelle Körpertemperatur, gemessen mittels Fingersensor, an.

1.3. Bewegungsmechanische Aspekte

Bezogen sich die bisherigen Ausführungen lediglich auf die Muskeln selbst und ihre Energieversorgung, ist hinsichtlich ihrer Energieabgabe immer der Zusammenhang mit der Bewegungsmechanik des Skelettsystems in Betracht zu ziehen.

1.3.1. Gelenkfunktionen

Muskeln sind die Antriebe für die Bewegungen der verschiedenen Körpergelenke. Sie sind so um ein Gelenk angeordnet, dass sie mit ihrer Kontraktion die vom Gelenk verbundenen Körperteile in eine

der möglichen Richtungen bewegen. Bei den um nur eine Achse schwenkenden Scharniergelenken, wie z.B. dem Knie- und Ellenbogengelenk, sorgen die einen für die Beugung des gestreckten Gelenks, die Muskeln der Gegenseite für die Streckung des gebeugten. Bei den mehrachsigen Gelenken, wie die kugelförmigen Hüft- und Schultergelenke, kommt das seitwärtige Spreizen und Wiederheranziehen durch entsprechend ansetzende Muskeln hinzu, so dass alle Raumrichtungen erschließbar sind. Einige Muskeln bewirken auch eine axiale Verwindung eines Körpergliedes oder des Rumpfes, wie z.B. die Aus- und Einwärtsdreher des Unterarmes oder die schrägen Bauchmuskeln. Beliebige Auslenkungen gestatten auch die Mehrfachgelenke des Fußes und der Hand sowie der Wirbelsäule, für die jeweils mehrere Muskeln tätig sind.

Den vorgesehen Zugrichtungen ist die Gestalt der Muskeln angepasst. Die einen sind schlank und setzen mit den Enden nur an jeweils einer Knochenstelle an. Andere verzweigen sich und sind zwei-, drei- oder vierköpfig und damit an verschiedenen Arealen befestigt. Neben dem gemeinsamen Zug können die Zweige auch einzeln aktiviert werden und so die Wirkungsrichtung modifizieren. Stark gefächerte Muskeln, wie der große Gesäßmuskel oder der Deltamuskel, haben sogar noch ein breiteres Spektrum. Lange schlanke Muskeln können mit ihrer Kontraktion meist einen längeren Weg zurücklegen, erzeugen dafür aber nur geringe Zugkräfte. Kurze dicke und gefächerte Muskeln erbringen mehr Kraft und kontrahieren kürzer.

Während einige Muskeln nur ein Gelenk betätigen, wie z.B. der Armbeuger (M. brachialis), wirken viele zweigelenkig, wie die meist nur als Beugemuskeln angesehenen Bizeps am Oberarm und Oberschenkel. Der Oberarm-Bizeps hat seine zwei Köpfe am Schulterblatt verankert und kann ne-

ben der Beugung des Unterarmes mit dem einen Kopf auch den Oberarm seitwärts spreizen und mit dem zweiten wieder heranziehen. Der Bizeps an der Rückseite des Oberschenkels ist am Sitzbein befestigt und so an der Hüftgelenkstreckung beteiligt. Mitunter ist auch nur ein Teil eines Muskels zweigelenkig, wie z.B. beim Quadrizeps, der sich mit den drei vom Oberschenkelknochen ausgehenden Köpfen auf die Streckung des Kniegelenks beschränkt und mit dem am Darmbein entspringenden vierten Kopf an der Hüftbeugung mitwirkt. Zweigelenkige Muskeln werden besonders stark gedehnt, wenn Gegenmuskeln oder äußere Kraft einwirkung die beiden Gelenke entgegengesetzt betätigen.

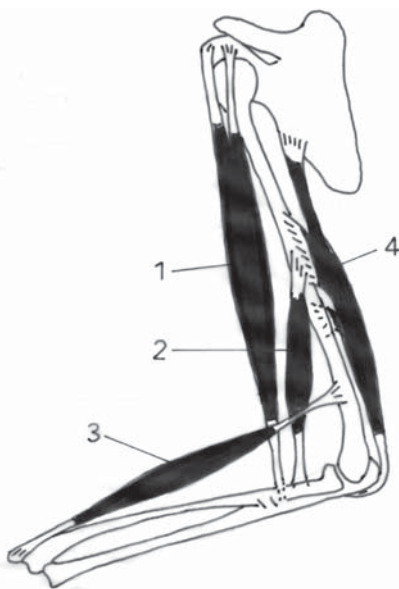


Abb. 4: Muskelfunktionen am Oberarm (vereinfacht). Die Beugemuskeln Bizeps (1), Armbeuger (2), Oberarmspeichenmuskel (3) und der Streckmuskel Trizeps (4)

Bei den meisten Körperbewegungen treten mehrere Gelenke gleichzeitig bzw. zeitlich versetzt in Aktion, weil damit eine größere Bewegungsamplitude erreicht werden kann, als es mit einzelnen Gelenken mög-

lich ist. Außerdem lassen sich so die durch das Einzelgelenk gegebenen bogenförmigen Bewegungsbahnen der Gliedmaßen ausgleichen und wunschgemäß gestalten. Mehrgelenkige Kraftübungen bieten zwar einen Trainingseffekt für gleich mehrere Muskelgruppen, bergen aber ein höheres Verletzungsrisiko für einzelne Muskeln, wenn diese sich als "schwächstes Kettenglied" erweisen. Eine solche Gefahrenstelle besteht auch bei den einbezogenen Gelenken, wie besonders bei den Wirbelgelenken im Lendenbereich.

Auf das einzelne Gelenke und die zugehörigen Muskeln bezogen bieten die ein- und mehrgelenkigen Übungen nahezu gleichartige Wirkungen. So ist z.B. die Bewegung der Oberarme in Bezug auf die Schulterachse und damit der Übungseffekt für die großen Brustmuskeln an einem Butterflygerät etwa der gleiche wie bei der Übung Bankdrücken. Das Bankdrücken nutzt eine mehrgelenkige Bewegung und zielt neben den Brustmuskeln zugleich auf die Armstrecke. Die Butterflyübung richtet sich selektiv auf die Brustmuskeln. Im Fitnesstraining sind selektiv und damit eingeschränkt wirkende Kraftübungen ohnehin vorteilhaft. Sie gestatten ein feinfühliges Belastungsweise, haben ein reduziertes Verletzungsrisiko und sorgen für größere Vielfalt im Übungsprogramm. Andererseits gestatten mehrgelenkige Übungen wie das Bankdrücken ein rationelleres Vorgehen, weil eben in ein und derselben Übungsserie zwei bedeutsame Muskelgruppen zugleich bedacht werden.

Bei der Ausführung von mehrgelenkigen Kraftübungen ist noch zu beachten, ob die zugehörigen Muskeln tatsächlich an der Arbeitsleistung aktiv beteiligt sind. Wenn z.B. bei einer Armzugübung die Unterarm-längsachse mit der Zugrichtung übereinstimmt (Abb. 5a), dann wird der Zug hauptsächlich von den Schultermuskeln geleistet, die mit den Oberarmen an den

passiv zwischen geschalteten Unterarmen ziehen. Die Ellenbogenbeuger kontrahieren zwar auch, entwickeln aber kaum eine trainingswirksame Anspannung. Anders ist es, wenn die Übung auf das Ellenbogengelenk beschränkt bleibt und nur die Unterarme aktiv eingesetzt werden, so dass ihre Beuger allein die Kontraktionskräfte aufbringen müssen (Abb. 5 b).

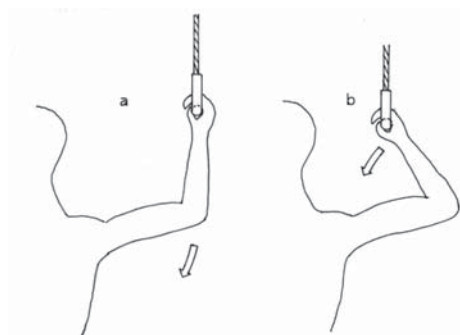


Abb. 5: Einsatz der Ellenbogenbeuger bei verschiedener Ausführung einer Armzugübung

Auf das einzelne Gelenk bezogen, bewirkt die Muskelkontraktion oft nur die Bewegung des einen der zum Gelenk gehörenden Körperteile. Das andere verhält sich dabei statisch oder quasi-statisch, entweder infolge einer Abstützung, im Kraftübungsgerät z.B. mit einer Lehne als Gegenlager, oder aufgrund einer großen und trägen Körpermasse. Fehlt die Abstützung, bewegen sich die Körperteile relativ zu einander, wie es z.B. bei der Kraftübung "Butterfly" der Fall ist.

Für einen schädigungsarmen Übungseinsatz der Gelenke spielt eine Rolle, welche Belastungen im Endbereich des Bewegungssektors auftreten. Bei Übungen mit Gewichtsbelastung können z.B. unkontrollierte Kräfte wirken und zu Gelenkschäden führen. Viele moderne Kraftgeräte sind deshalb mit Vorrichtungen zur Bewegungsbegrenzung ausgestattet. Für das Rehatraining beziehen sie auch den Bewegungs-

anfang mit ein und sind ohnehin erforderlich, um geschädigte Gelenkabschnitte auszuklammern. Hydraulisch erzeugter Übungswiderstand entsteht überhaupt erst mit der Bewegung ein und setzt am Bewegungsende aus, so dass damit Gelenkschädigungen vermieden werden können.

1.3.2. Beweglichkeit

Als körperliche Beweglichkeit wird in der Sportwissenschaft der Grad der Ausschöpfung der Gelenkfunktionen bezeichnet. Eine allgemeine Beweglichkeit betrifft den ganzen Körper, eine spezielle bezieht sich auf bestimmte Gelenke. Ihr Kriterium ist die Bewegungsamplitude, die in den Gelenken erreicht wird. Diese ist beim gesunden Menschen hauptsächlich von der Reaktion der einwirkenden Muskeln, aber auch von der Elastizität der Sehnen und des Muskelgewebes abhängig. Eine zu weite Amplitude wird normalerweise durch eine reflektorische Anspannung der jeweiligen Gegenmuskeln begrenzt. Sie verhindert beim Ungeübten eine mögliche Schädigung des Gelenks, besonders, wenn Fremdkräfte einwirken.

Die Bewegungsmöglichkeiten der einzelnen Körpergelenke sind in der Regel unterschiedlich ausgeprägt. Nahezu voll beweglich sind beim gesunden Menschen die Hand- und Fußgelenke. Bei den Ellenbogen- und Kniegelenken merkt man im üblichen Gebrauch ebenfalls keine Begrenzungen. Die Kniegelenke erreichen aber oft keine vollständige Beuge, das Gesäß kann dann nicht die Fersen berühren. In den Schultern sind lediglich die Armbewegungen nach hinten eingeschränkt. Merkwürdig begrenzt ist bei den meisten Menschen das Spreizvermögen der Hüftgelenke. Bei der Wirbelsäule summiert sich die Beweglichkeit der einzelnen Wirbelgelenke, so dass z.B. im Vorbeugen des Rumpfes merkliche Einschränkungen zustande kommen können.

Sind ansonsten gesunde Menschen von einer Einschränkung ihrer Beweglichkeit betroffen, liegt die Ursache oft in ihrem langjährig gewohnten Bewegungsverhalten. Neben dem allgemeinen Bewegungsmangel ist es besonders die einseitige und räumlich eingeschränkte Bewegungstätigkeit im Alltag und Beruf, die mit immer kleineren Bewegungswinkeln in den Gelenken auskommt. Auf längere Zeit kann das dann zu Fehlhaltungen des Körpers und sogar zu dauerhafte Schäden führen. Sind die Gelenke erst geschädigt, wie bei nicht wenigen älteren Menschen, lassen sie sich nur unter Schmerzen bewegen. Dadurch ist dann allgemein die Bewegungstätigkeit nur in begrenztem Umfang möglich und sportliche Aktivitäten mit den betroffenen Gelenken sogar ausgeschlossen.

Die Einschränkungen der Beweglichkeit ergeben sich im Frühstadium noch nicht durch morphologische Veränderungen des Knorpel- und Knochengewebes, sondern stehen hauptsächlich mit dem Anspannungszustand der beiden gegensätzlich auf das Gelenk wirkenden Muskelgruppen im Zusammenhang. Dieser passt sich der Ausnutzung einer geringen Bewegungsamplitude an und sperrt sich durch das gewohnte Innervationsmuster und auch reflektorisch gegen eine Ausweitung. Ein vielseitiges Fitnesstraining kann das weitgehend aufhalten. Spezielle Übungen führen in den betreffenden Gelenken zu spürbaren Verbesserungen. Ganz allgemein lässt sich eine Einbuße schon dadurch vermeiden oder zumindest begrenzen, indem die sprichwörtliche Bewegungsarmut in einem Bewegungsreichtum oder wenigstens in ein mittleres "Bewegungseinkommen" umgewandelt wird. Kautschukartisten wenden ein forciertes Beweglichkeitstraining an, mit dem sich die Beweglichkeit in einigen Gelenken sogar erheblich steigern lässt, was aber über das Ziel des Fitnesssports weit hinaus geht.

Mit spezifischer Wirkung sind es Dehnübungen, die mit eigener oder fremder Kraft gegen den Widerstand der hemmenden Muskeln angehen. Hinzu kommen Entspannungs- und Lockerungsübungen, die helfen, die nicht beherrschten Anspannungen abzubauen und schließlich auch Bewegungsübungen mit vergrößerter Bewegungsweite. Werden letztere schwunghaft ausgeführt, sollte die Amplitude nur allmählich gesteigert werden. Überhaupt ist es geboten, sich mit einer ausreichenden Erwärmungsarbeit auf die Ausführung all dieser Übungen vorzubereiten. Die Beweglichkeit der Wirbelsäule sowie der Schulter- und Hüftgelenke kann übrigens mit bestimmten Testübungen kontrolliert werden. Oft hilft schon die Erinnerung an die ehemals vorhandene Beuge- und Spreizfähigkeit und der gedankliche Vergleich mit dem aktuellen Stand.

Muskelverspannungen und auch Muskelkater nach übermäßigen Belastungen können die Beweglichkeit vorübergehend einschränken. Hier sind Dehnübungen nicht angebracht, wohl aber Entspannungs- und Lockerungsübungen. Diese sollten allerdings schon vorbeugend absolviert werden. Muskeln zu entspannen, gelingt vielen Menschen nicht auf Anhieb. Sie können es aber über das mentale Üben lernen, den Zustand der Entspannung zu "erfühlen". Zur Beseitigung von Verspannungen lassen sich Massage- und Vibrationsgeräte nutzen, die es in verschiedenen Ausführungen gibt (siehe auch Abschn. 3.10.4.).

Im Gegensatz zur medizinischen Rehabilitation stehen für das Fitnesstraining allgemein, sieht man von Hilfsvorrichtungen für die Ausführung von einzelnen Dehnübungen ab, kaum eigenständige Geräte zur Förderung der Beweglichkeit zur Verfügung. Diese Aufgabe lässt sich aber mit den vorhandenen Kraft- und Ausdauergeräten durchaus lösen. Es kommt dann nicht auf die üblichen hohen Belastungs-

widerstände wie für Kraftübungen oder auf die lang andauernde Belastungen des Kreislaufsystems und den Stoffwechsel an, sondern auf das Bemühen um gesteigerte Bewegungsamplituden und den Ausgleich von zu geringer Bewegungstätigkeit. Mit Kraftgeräten lassen sich viele Übungen zur Ausweitung der betreffenden Bewegungssektoren in den verschiedenen Gelenken ausführen. Das Prinzip der geführten Bewegung an Schwenkhebeln und die zweckmäßige Positionierung des Körpers auf dem Gerät unterstützen die Übungsabsicht wesentlich. In einigen Geräten kann direkt mit der Übungslast der Dehnvorgang unterstützt werden, wie z.B. bei der Übung Schenkel schließen (Adduktionsgerät). Hier ist meistens ein Hilfshebel für den erleichterten Einstieg mit einem geringen Spreizwinkel vorhanden. Man kann dann das Gewicht passiv zur vollen Spreizung der Hüftgelenke benutzen.

Mit Ausdauergeräten können Defizite in der Bewegungsaktivität bereits behoben werden, wenn eine ausreichende Bewegungsarbeit ohne oder mit ganz geringer Widerstandseinstellung geleistet wird. Für das Spreizen der Beine eignet sich besonders der Bogenschreiter (Abschn. 5.4.2.), weil mit oder besser ohne Schwung ein weiter Schritt "erzwungen" werden kann. Wenn es lediglich darum geht, den Verlust an Bewegungsfähigkeit aufzuhalten, müssen nicht unbedingt Dehnübungen angewendet werden. Ein Hersteller hat ein Fahrradergometer mit einem motorischen Fremdantrieb versehen, der vor allem älteren Benutzern eine "Bewegungshilfe" gibt, ohne dass sie größere Anstrengungen aufbringen müssen. Bei einer längeren Betätigung auf einem solchen Gerät wird einerseits die Gehirnaktivität erhöht und das betreffende nervale Bewegungsmuster wieder "gebrauchsfähig" gemacht, andererseits aber auch ein gesteigerter Energiestoffwechsel in Gang gesetzt und

über die Dauer des Bewegens aufrecht gehalten. Auch die mit Motorkraft betriebenen Übungsbänke in speziellen Bewegungsstudios (Abschn. 3.10.3.) dienen einer solchen Aufgabe.

1.3.3. Muskelkraftmomente

Im einfachsten Fall bewirkt der Muskelzug eine Drehbewegung des betreffenden Körperteils um das Gelenk. Der Knochen stellt dabei einen einarmigen Hebel dar, der mit seinem freien Ende die Kraft nach außen überträgt. Zwischen diesem Punkt und dem Gelenk setzt der Muskel an, der damit eine größere Kraft aufbringen muss, als der Hebel am Ende abgeben kann. Nach diesem Prinzip arbeiten die meisten Gelenkhebel im menschlichen Bewegungsapparat, allerdings mit sehr unterschiedlichen Hebelverhältnissen. Die einen sorgen für hohe Kraftübertragungen, die anderen für lange Wege und große Geschwindigkeiten. Wirken in einem Gelenk mehrere Muskeln, sind sie meist ebenfalls unter verschiedenen Hebelverhältnissen tätig.

Für die Muskelarbeit und besonders für hohe Widerstände überwindende Kraftübungen sind deshalb nicht nur die von den Muskeln entwickelten Zugkräfte von Bedeutung, sondern die Drehmomente an den Knochenhebeln, die als Muskelkraftmomente bezeichnet werden. Sie sind das Produkt aus der Zugkraft des Muskels und dem Abstand ihrer Wirkungslinie vom Drehpunkt des Gelenks. Hinzu kommen die gegensätzlich wirkenden Last- oder Widerstandsmomente, die sich auf die Größe der Last oder des Widerstandes und deren Abstand zum Gelenkpunkt beziehen. Der Zusammenhang ist am Beispiel der Bicepsfunktion beim Armbeugen mit aufgestütztem Ellenbogen dargestellt. Zur Vereinfachung wurde in der Abbildung der ebenfalls an der Beugung mitwirkende Brachialisarmmuskel und der Oberarm-