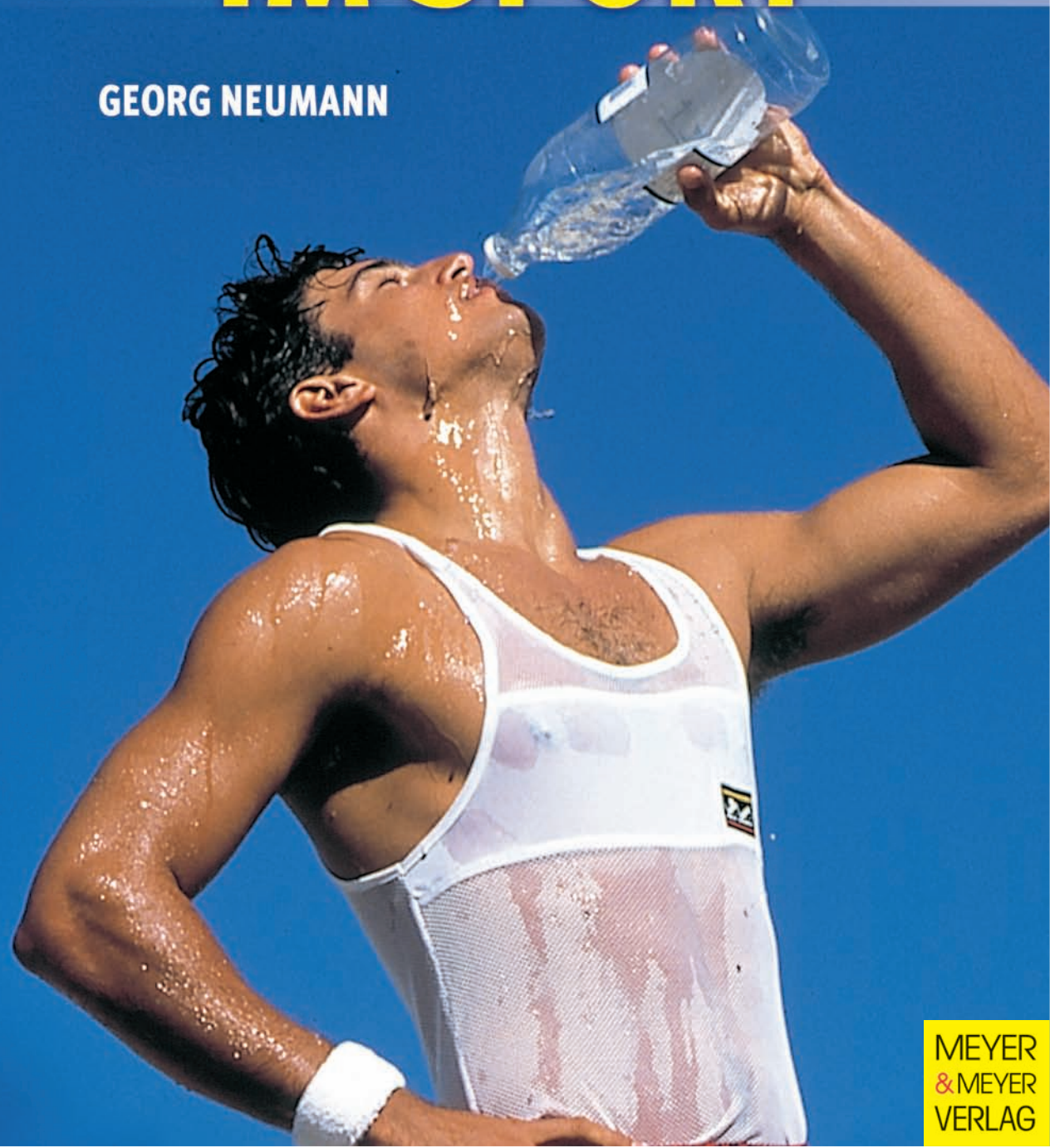


ERNÄHRUNG IM SPORT

GEORG NEUMANN



MEYER
& MEYER
VERLAG

Inhalt

1	Einleitung	9
2	Energiestoffwechsel	13
2.1	Kohlenhydrate	19
2.2	Fette	20
2.3	Proteine	25
3	Ernährungsformen und Energieaufnahme im Sport	27
3.1	Risikogruppen in der Sporternährung	27
3.1.1	Halten niedriger Körpermasse	29
3.1.2	Muskelaufbau (Bodybuilding, Gewichtheben, Kraftsport)	39
3.1.3	Langzeitausdauerleistungsfähigkeit	42
3.1.4	Häufige Massenveränderungen	48
3.2	Ernährungsweisen in Sportartengruppen	50
3.2.1	Fitnesssport	51
3.2.2	Sportartengruppen	55
	a) Ausdauersportarten	55
	b) Schnellkraftsportarten	57
	c) Zweikampfsportarten	59
	d) Sportspielarten	63
	e) Technische Sportarten	65
3.3	Kohlenhydrat- und Proteinaufnahme im Sport	65
3.3.1	Kohlenhydrataufnahme vor Belastungen	66
3.3.2	Kohlenhydrataufnahme während Training und Wettkampf	70
3.3.3	Kohlenhydrataufnahme nach Belastung (Regeneration)	76
3.3.4	Kohlenhydratanteil in Trinklösungen	78
3.3.5	Leistungssteigerung durch Kohlenhydrataufnahme?	81
3.3.6	Proteinaufnahme während Belastungen	82
3.4	Förderung der Regeneration durch Ernährung	83
3.4.1	Belastung und Regeneration	83
3.4.2	Sportmethodische Maßnahmen zur Verbesserung der Regeneration	85
3.4.3	Sportmedizinische Maßnahmen	86
3.4.4	Diätetische Maßnahmen	87
3.5	Regeneration und Magnetfeldtherapie	88



4	Umwelteinflüsse und Ernährung	91
4.1	Höhentraining	91
4.2	Training bei Kälte	95
4.3	Training bei Hitze	97
4.3.1	Hitzeakklimatisation und Schweißbildung	98
4.3.2	Hitzeschäden	100
4.3.3	Übertrinkphänomen bei Belastung	102
4.3.4	Wettkampfverhalten bei Hitze	102
4.3.5	Bekleidung bei Hitze	111
4.4	Klimafaktor Luftverschmutzung	112
4.5	Wechsel der Zeitzonen	114
5	Flüssigkeitsaufnahme im Sport	117
5.1	Flüssigkeitsaufnahme und Leistungsfähigkeit	118
5.2	Flüssigkeitsaufnahme bei Hitzebelastungen	120
5.3	Flüssigkeitsaufnahme und Temperaturregulation	125
5.4	Flüssigkeitsaufnahme in Sportartengruppen	126
a)	Ausdauersportarten	126
b)	Schnellkraftsportarten	128
c)	Kampfsportarten	128
d)	Sportspielarten	129
e)	Technische Sportarten	130
5.5	Flüssigkeitsaufnahme beim Höhentraining	130
5.6	Flüssigkeitsaufnahme bei Hitze	132
6	Vitamine und Sport	137
	Vitamine A, D, E, K	141
	Vitamine B ₁ , B ₂ , B ₆ , B ₁₂ , Biotin, Folsäure, Niacin, Pantothenensäure, Vitamin C ..	149
7	Mineralien und Sport	163
	Natrium, Kalium, Magnesium, Kalzium, Eisen, Zink	165
	Spurenelemente: Kupfer, Selen, Chrom, Vanadium, Bor, Jod	182
8	Wirkstoffe und Leistungsfähigkeit	189
8.1	Aminosäuren	190
8.2	L-Carnitin	201
8.3	Ubichinon (Coenzym Q ₁₀)	206
8.4	Taurin	207
8.5	Coffein	208
8.6	Alkalische Salze	215



8.7	Kreatin	216
8.8	Glycerol	223
8.9	Stoffwechszwischenprodukte	224
8.9.1	Pyruvat	226
8.9.2	Hydroxymethylbutyrat (HMB)	227
8.10	Mittelkettige Fettsäuren (MCT)	227
8.11	Omegafettsäuren	228
8.12	Ginseng	230
8.13	Ballaststoffe	231
9	Sekundäre Pflanzenstoffe	233
10	Säure-Basen-Haushalt und Leistungsfähigkeit	237
11	Unerlaubte Substanzen im Leistungssport (Doping)	239
11.1	Geschichte des Dopings	239
11.2	Definition des Dopings im Leistungssport	241
11.3	Im Wettkampf verbotene Wirkstoffe und Methoden	245
11.4	Juristische Aspekte	248
12	Außenseiterdiäten	253
13	Abweichende Ernährungsformen	261
13.1	Vegetarische Ernährungsweisen und Sport	261
13.2	Ernährung und Sport bei Diabetes mellitus	270
14	Optimales Körpergewicht	277
Anhang	285
	Literatur	285
	Abkürzungsverzeichnis	302
	Verzeichnis wichtiger Fachbegriffe	304
	Sachwortverzeichnis	310
	Bildnachweis	318





1 EINLEITUNG

Zur Aufrechterhaltung des Lebens ist eine ständige Nahrungsaufnahme notwendig. Noch ernährt sich die Mehrzahl der Menschen im mitteleuropäischen Raum normal. Doch die Zunahme der Übergewichtigkeit, bis in das Kindesalter, stellt ein Signal für die zunehmende **Fehl- und Überernährung** dar.

Die Neigung zum Übergewicht ist wahrscheinlich ein genetisches Relikt aus der Steinzeit. Durch die unsichere Ernährungslage haben nur die Menschen überlebt, welche die Fähigkeit zur Fettspeicherung hatten. Mit Fettdepots konnten Hungerperioden überwunden werden. Der fettspeichernde Genotyp bringt heute Nachteile, weil es keine Nahrungskarenzenzeiten mehr gibt und die tägliche Bewegung von vier Stunden außerhalb des Sports entfällt.

Das Übergewicht ist mit zahlreichen gesundheitlichen Risiken behaftet. Zu den bekannten Risiken gehören Blutdruckerhöhung, Herz-Kreislauf-Krankheiten, Diabetes Typ II, Gicht, Fettstoffwechselstörungen u. a. Wenn auf der einen Seite die auffallende Zunahme der Körpermasse bei 30-40 % der erwachsenen Population in Deutschland steht, bahnt sich auf der anderen Seite eine Entwicklung an, die das Gegenteil anstrebt, die Unterernährung. Das Schönheitsideal der Models wurde von den Medien bereits so in das Unterbewusstsein transportiert, dass immer mehr junge Mädchen mit großem Aufwand versuchen, schlank zu werden. Die Folgen sind die bekannten Essstörungen mit *Magersucht* (Anorexia nervosa) und *Ess-Brech-Sucht* (Bulimia nervosa). Das Problem ist insofern tragisch, da trotz Klinikbehandlung etwa 5 % der essgestörten Mädchen versterben.

Auch im Sport ist eine neue Form der Gewichtsverminderung bekannt geworden (Anorexia athletica). Sportler beiderlei Geschlechts werden in Gewichtsklassensportarten, technisch-akrobatischen Sportarten oder Ausdauersportarten, meist durch ihr Betreuerumfeld, motiviert, ihre Leistungen durch die Massenabnahme zu steigern. Die Konsequenz ist meist eine Leistungsabnahme und das Karriereende.

Nach wie vor wird die Ernährung stark von Glauben, Philosophie, Mythos, Extremvarianten, Trends u. a. Faktoren beeinflusst. Auch die Ernährung im Sport ist nicht frei von diesen Einflüssen. Nachdem die Nützlichkeit der Kohlenhydrataufnahme im Leistungssport durch wissenschaftliche Daten bestärkt wurde, hat dieser Aspekt eine gewisse Eigendynamik entwickelt, bis hin zu industriell hergestellten und zahlreich angebotenen Kohlenhydratprodukten. Erst die Untersuchungen der Ernährung bei mehrtägigen Extrembelastungen (z. B. Mehrfachlangtriathlon, Etappenläufe von über 1.000 Meilen (1.609 km) bis über 5.000 km, Extremradfahrten von 4.000-12.000 km u. a.) und die Auswertung der Erfahrungen der Athleten, führten wieder zur Einsicht, dass zum Stan-

dard der menschlichen Ernährung das ausgewogene Verhältnis von Kohlenhydrat-, Protein- und Fettaufnahme gehört. Zumindest sind nur so Dauerleistungen möglich. Diese Extremausdauerathleten verzichteten weitgehend auf Ernährungskonzentrate.

Erstaunlich war bei den Ernährungsanalysen der „Dauerleister“, dass sie eine große Spannbreite in der Verteilung der Grundnahrungsmittel aufwiesen. In der Wettkampfernährung verteilten sich die zugeführten Energieprozentwerte der Kohlenhydrate von 50-80 %. Damit wurde klar, dass die Spannbreiten individueller Ernährung groß sind.

In diesem Zusammenhang ist die Auswertung der Ernährung unserer Vorfahren in der jüngeren Steinzeit, also vor 10.000 Jahren, von Interesse. Durch die Untersuchung von Speiseresten an Lagerfeuern und Vergleichen mit jetzt noch lebenden Urvölkern kamen interessante Befunde zutage. Der angenommene Proteinmangel bei unseren Altvorfahren war ein Trugschluss, da schlichtweg die Fische als wichtige Proteinträger vergessen wurden. Ernährungsvergleiche mit Steinzeitmenschen und der heutigen Ernährung der Industrienationen ergaben, dass damals die Proteinaufnahme doppelt so hoch war wie heute und die Kohlenhydratzufuhr aber nur halb so reichlich wie heute ausfiel. Zudem wiesen die Kohlenhydrate damals einen niedrigen glykämischen Index auf, da sie aus Wildfrüchten mit vielen Ballaststoffen bestanden. Der Fettkonsum hat sich, abgesehen von bestimmten regionalen Schwankungen, nicht wesentlich verändert.

Damit ist belegt, dass die Spannbreite in der Ernährung entwicklungsgeschichtlich viel größer war, als so mancher Ernährungsexperte derzeit mit seinen Idealrezepten empfiehlt.

Als entscheidend wurde erkannt, dass die Balance zwischen aufgenommener Energie und Umsatz durch Bewegung eine Schlüsselfunktion für den Gesundheitserhalt einnimmt.

Fast alle Strategien, dem Übergewicht in großen Bevölkerungskreisen mit einer Ernährungsumstellung zu begegnen, waren bislang wenig erfolgreich. Die Varianten für Abmagerungskuren haben meist den Inauguratoren vorübergehend genutzt, nicht aber so sehr den Betroffenen. Belegt ist für die Massenreduktion ohne größere körperliche Belastung, dass sich bisher nur zwei Medikamente und der chirurgische Eingriff zur Magenverkleinerung bewährt haben.

Die Ernährung oder Fehlernährung scheint nicht der alleinige Grund für die Gewichtszunahme zu sein. Noch wird die Bewegungsarmut als Mitauslöser der Gewichtszunahme gesellschaftlich unterbewertet. Die allgemeine Unterschätzung der Bewegung in Beruf und Freizeit ist ein bedeutender Schlüssel zur Lösung der Übergewichtsproblematik. Der *Energiemehrverbrauch* durch Bewegung von etwa 2.000 kcal/Woche, ist, wie große epidemiologische Studien wiederholt auswiesen, ein entscheidender Ansatz, das Gewicht zu halten oder eine weitere Gewichtszunahme nach dem 40. Lebensjahr zu stoppen.

Um den Body-Mass-Index (BMI) unter 25 oder den Bauchumfang unter 102 cm bei Männern oder 88 cm bei Frauen zu halten, muss das körperliche Belastungsmaß in der Freizeit bedeutend erhöht werden. Für die Vorbeugung von späteren Gesundheitsstörungen haben ausdauerorientierte Sportarten eine entscheidende Bedeutung.

Die Ernährung bildet für den Sporttreibenden ein wichtiges Bindeglied zur Sicherung der Belastbarkeit und Regeneration. Hierbei geht es zunehmend um qualitative Aspekte, wie wissenschaftliche Erkenntnisse ausweisen.

Das Wesen der Sporternährung besteht nicht in der Empfehlung von Nährstoffrelationen, d. h., wie viele Kohlenhydrate, Proteine und Fette am Gesamtenergiegewinn (Energieprozent) beteiligt sind. Wichtiger ist für das Training die bedarfsgerechte Ernährung und die Sicherung der Wiederbelastbarkeit (Regeneration) bei den vielfältigen Anforderungen in den Sportartengruppen. Bei den *technisch-akrobatischen Sportarten* (z. B. Turnen, Gymnastik, Ballett) geht es um das Halten einer niedrigen Körpermasse über längere Lebenszeiträume. In den *Kraftsportarten* steht die Zunahme der Muskelmasse im Vordergrund. *Ausdauersportler* benötigen die meiste Energie und zählen bei einem Tagesbedarf von 4.000-6.000 kcal zu den besten Nahrungsverwertern. Zum Abschluss seien die *Kampfsportarten* erwähnt (z. B. Judo, Ringen, Boxen), die ständig vor dem Wettkampf ihr Gewicht um 2-6 kg vermindern, um in der niedrigeren Gewichtsklasse erfolgreicher zu sein.

Im Leistungssport können die üblichen Rituale der Nahrungsaufnahme nicht eingehalten werden, da die Probleme der Verdauung nach reichlicher Nahrungsaufnahme das Training stören würden. Bei Rundfahrten im Radsport nehmen einzelne Athleten bis zu 40 % ihres Energiebedarfs auf dem Fahrrad auf. Demnach müssen sich Auswahl und Zubereitung der Nahrungsmittel den Belastungsbedingungen anpassen.

Um den qualitativen Ansprüchen in der Ernährung besser gerecht zu werden, hat sich ein großer Sektor für die Herstellung von Nahrungsergänzungsmitteln entwickelt. Der Markt für den Vertrieb von Vitaminen, Mineralien und weiteren Wirkstoffen ist riesig. Allein in den USA wird ein Umsatz von über 40 Milliarden Dollar pro Jahr geschätzt. Da Nahrungsergänzungsmittel oder diätetische Lebensmittel nicht dem Arzneimittelgesetz unterliegen, gibt es derzeit große Freiräume für die Herstellung. Eine Verpflichtung zur exakten Deklaration der Inhaltsstoffe besteht nicht. Unseriöse Hersteller vertreiben Nahrungsergänzungsmittel (meist über das Internet) und mischen in diese, bewusst oder unbewusst, nicht im Leistungssport erlaubte Substanzen hinein. Die Häufung von Dopingfällen zu Beginn des Jahres 2000, die auf der Ein-



nahme von Prohormonen (z. B. Nandrolon) beruhen, war Ausdruck dieser Entwicklung. In der Endkonsequenz wurde der Athlet bestraft. Nach gegenwärtiger Rechtslage trägt der im Leistungssport trainierende Athlet selbst die Verantwortung für die gekauften und aufgenommenen Supplemente. Entsprechende Warnungen sind von den Sportverbänden ausgesprochen worden. Für die Freizeitsportler gilt diese Reglementierung derzeit noch nicht, obgleich hier eine große Grauzone besteht.

Das Anliegen dieses Ernährungsbuches in nun 6. Auflage besteht darin, auf wesentliche und für den Sportler nützliche Tipps bezüglich der Ernährung beim Training und Wettkampf aufmerksam zu machen. Die Praxisempfehlungen zur Ernährung im Sport erfolgen weitgehend auf der Grundlage verfügbarer wissenschaftlicher Daten und eigener Erfahrungen.

Unbestritten gibt es Vitamine, Mineralien sowie weitere Wirkstoffe, mit denen ein Sportler auf Grund des Schweißverlustes, des höheren Energieumsatzes oder der Zerstörung muskulärer Strukturen unterversorgt ist. Ihn darauf aufmerksam zu machen, ist Anliegen dieser Schrift. Die Zunahme der Wissensbestände zur Ernährung gab den Anlass, neue Erkenntnisse zur Ernährung im Sport einzuarbeiten. Neben dem Training ist die sportgerechte Ernährung eine Hauptsäule zum Erreichen persönlicher Leistungsziele.



2 ENERGIESTOFFWECHSEL

Die muskuläre Leistungsfähigkeit hängt bei längeren körperlichen oder sportlichen Belastungen von einer ständigen Energieversorgung ab. Um im Bedarfsfall sofort reagieren zu können, hat jede Muskulatur eigene Energiereserven, die Energiespeicher (Tab. 1/2).

Energiespeicher

Der Energiegewinn aus Adenosintriphosphat (ATP) und Kreatinphosphat (CP) ist für Kurzbelastungen unerheblich. Die ATP-Speicher sind so klein, dass sie nur für wenige Muskelkontraktionen oder 1-2 s Belastung alleine reichen. Mit dem CP-Speicher sind maximale Schnelligkeitsleistungen bis etwa 6-8 s Dauer möglich. Der Abruf der Energiespeicher erfolgt bei Belastungsbeginn übergreifend parallel, in einer bestimmten zeitlichen Folge.

Tab. 1/2: Verfügbare Energiesubstrate und Energieproduktionsrate (70 kg Körpergewicht und 28 kg Muskelmasse). Nach: HULTMAN & GREENHAFF (2000)

Energiespeicher und Abbau		Verfügbare Energiemenge (mmol)	Energiebildungsrate (mmol/min)
ATP, CP	➔ ADP, Cr	0,67	4,40
Muskelglykogen	➔ Laktat	6,70* (~1,6)	2,35
Muskelglykogen	➔ CO ₂	84,00	0,85-1,14
Leberglykogen	➔ CO ₂	19,00	0,37
Fettsäuren	➔ CO ₂	4.000*	0,40

* Diese Stoffwechselwege sind während sportlicher Belastung nicht voll nutzbar.

Sachwortverzeichnis

A denosindiphosphat (ADP)	13, 17
Adenosintriphosphat (ATP)	13, 17
Adipositas	281
Acetyl-CoA	21
Akute-Phase-Reaktion	176
Alkalische Salze	215
Alkalisierung	237
Alkalose	215, 237
Amenorrhö	37, 172
Aminosäuren	190, 194
Aminosäuren, essenzielle	191
Aminosäureaufnahme	194
Aminosäurenpool	193
Ammoniak	216
Amphetamin	245
Amylose	35
Anabole Steroide	243
Anabolika	243
Anämie	178
Anionen	163
Anorexie	37, 38
Anorexia nervosa, athletica	37, 38
Anti-Doping-Gesetz	250
Arzneimittelgesetz	249
Aufbaukost	59
Ausdauersportarten	55, 126
Außenseiterdiäten	253
Arzneimittel	190
B allaststoffe	10, 62, 231
BCAA	192
Beta-2-Agonisten	244
Bekleidung, Hitze	111
Betablocker	246
Bikarbonatpuffer	237
Bodybuilding	39
Body-Mass-Index (BMI)	38, 253, 279
Bor	186
Brenztraubensäure	226
BROCA-Index	278
Bromantan	245

Broteinheit	274
Bulimie	37
C anaboide	246
Carnitin	201
Chrom	185
Chrysin	235
Cocain	245
Coenzym Q ₁₀	206
Coffein	200, 206
CONRAD-Schema	283
Cortisol	197
D ehydratation	101
DGE	194
Diät	253, 257
Diätetische Maßnahmen	87
Diabetes mellitus	270
Diabetes Typ I	271
Diabetes Typ II	78, 272
Diuretika	244
Doping	239, 241
Dopingdefinition	239
Dreifachlangtriathlon	196
Durstgefühl	118
E isen	177
Eisenaufnahme, Nahrungsmittel	177
Eisenversorgung	180
Eisenreserven	177
Eisenresorption	179
Eisenspeicher	177
Elektrolyte	163
Eleuterococcus	230
Energieäquivalent	56
Energieaufnahme	54
Energiebedarf	58
Energiedichte	164
Energieprozent	31, 59
Energereiche Phosphate	17
Energiespeicher	13, 19
Energiestoffwechsel	13
Energiestoffwechsel (aerob)	13, 21
Energiestoffwechsel (anaerob)	13, 21

Energiesubstrate	13, 57
Energieverbrauch	52, 54
Energievorräte	18
Entmineralisierung	170, 171
Ephedrin	245
Ergogene Substanzen	220
Ernährungsweisen	48
Ernährungsformen (Abweichungen der Ernährungsformen)	27, 261
Erythropoietin®	240
Ess-Brech-Sucht (Bulimie)	38
Essstörungen	36
Extrembelastung	43, 46
F asten	258
Fast-Food-Ernährung	34
Fehlernährung	9, 34
Ferritin	175
Fette	20
Fettstoffwechsel	22
Fettstoffwechseltraining	24, 67
Fitnesssport	51
Flüssigkeitsaufnahme	108, 120
Flüssigkeitsaufnahme (bei Hitze)	120, 132
Flüssigkeitsaufnahme (im Höhentraining)	130
Flüssigkeitsaufnahme (für versch. Sportartengruppen)	126
Flüssigkeitsverlust	119
Folsäure	155
Formula-Diät	258
Freie Fettsäuren (FFS)	22
Functional Foods	190
G alaktose	35
Gewichtsabnahme	59, 258
Gewichtheben	39, 57
Gewichtsklassen	57, 60
Ginseng	230
Glukoneogenese	197
Glukose	35
Glukoseaufnahme	66
Glukosetoleranztest	275
Glukosetransporter	270
Glycerol	223
Glykämischer Index	77

Glykogen	14
Glykogenepletion	19
Glykolyse	17, 21
Glyzerin	223
Guarana	208
Guggulsterone	235
H autfaltendicke	280
Hämatokrit	98, 178
Hämodilution	98
Hämoglobin	177
Hitzeakklimatisation	97
Hitzeerkrankungen	100
Hitzekollaps	100
Hitzeschäden	100
Hitze training	97
Höhe	91
Höhentraining	91
Hydroximethylbutyrat (HMB)	226
Hyponatriämie	166
I mmunsystem	198
Index	278
Infektprophylaxe	198
Insulin	270
J etlag	115
Jod	186
K alium	167, 173
Kalium-Natrium-Pumpe	167
Kaliumgehalt	167
Kalipermetrie	280
Kaloriengehalt	32
Kaltwasserschwimmen	96
Kalzium	172
Kalziumaufnahme	173
Kannaboide	246
Kationen	163
Kaup-Index	279
Klima	112
Körperbautyp	282
Körperfettbestimmung	280
Körpergewicht	277

Körperhöhe	277
Körpermasse	277
Kohlenhydrataufnahme	65, 70, 78, 81
Kohlenhydrataufnahme (nach Belastung)	76
Kohlenhydrataufnahme (vor Belastung)	66
Kohlenhydrataufnahme (vor Start)	66
Kohlenhydrataufnahme (während Belastung)	70
Kohlenhydrataufnahme (während Training)	70
Kohlenhydratstoffwechsel	66
Kohlenhydrate	19
Kohlenhydrateinheit	274
Kokain	245
Körpermasse	29
Krafttraining	39
Kreatin	216
Kreatinsupplementation	218
Kupfer	183
L aktat	13, 22, 109
Langtriathlon	42, 46
Langzeitausdauerleistungsfähigkeit	42
L-Carnitin	201
Lebensmittel	62
Leberglykogen	13, 14
Leistungssteigerung	199
Linolsäure	228
Linolensäure	229
Luftverschmutzung	112
M agenverdauungsraten	105
Magersucht	37
Magnesium	169
Magnesiumaufnahme	170
Magnesiummangel	169
Magnetfeldtherapie	88
Maltose	35
Marihuana	246
Mate	208
Marathonlauf	55
Massenveränderungen	48
Mehrfachlangtriathlon	46
Mineralbedarf	165, 171, 175
Mineraldrink	110

Mineralgetränke	110, 176
Mineralien	163
Mineralien (Unterversorgung)	175
Mineralverluste	164
Mineralwasser	174
Mittelkettige Fettsäuren (MCT)	227
Monosaccharide	35
Muskelaufbau	39, 197
Muskelglykogen	14
Muskelkrämpfe	170
N ADA	242
Nährstoffdichte	31, 163
Nahrungsergänzungsmittel	190
Nandrolon	243
Narkotika	246
Natrium	165
Natriumbikarbonat	215
Nährstoffrelation	58
Niacin	156
Nicotinamid	156
Nicotinsäure	156
Normalkost	59
Nüchterntraining	67
Nutraceuticals	190
O megafettsäuren	228
Opium	246
Optimalgewicht	283
Osteoporose	172
Ozon	112
P antothensäure	159
Pektin	35
Peptidhormone	243
Pflanzenstoffe, sekundäre	233
Pollenflug	114
Polysaccharide	35
Prohormone	243
Proteinabbau	192
Proteinaufnahme	65, 192, 195
Proteine	25, 40
Proteinstoffwechsel	192
Proteinsynthese	193

Pseudoanämie	178
Puffersysteme	237
Pyruvat	13, 226
Q UETELET-Index	279
R eduktionskost	59
Regeneration	83, 85, 199
Regeneration (zeitlicher Ablauf)	83, 85
Regenerationsmaßnahmen (physiotherapeutische)	86, 88
Regenerationsmaßnahmen (sportmethodische)	85
Regenerationsmaßnahmen (sportmedizinische)	86
Respiratorischer Quotient (RQ)	56, 76
Risikogruppen	27
ROHRER-Index	278
S accharose	35
Salzmangel	166
Säure-Basen-Haushalt	237
Schnellkraftsportarten	57, 128
Schlaf	199
Schwefelabbauprodukte	112
Schweiß	164
Schweißbildungsrate	101, 106, 118
Schwimmen, Kaltwasser	96
Selen	184
Selenocystein	184
Serumeisen	177
Serumferritin	175, 178
Serumharnstoff	195
Spielsportarten	63, 129
Sportartengruppen	50, 55
Sportleranämie	178
Sportmethodische Maßnahmen (Regeneration)	86
Sportrecht	248
Sprays	244
Spurenelementbedarf	165
Spurenelemente	182
Steinzeit	171
Stimulanzen	245
Stoffwechselzwischenprodukte	224
Stressfraktur	172
Supplemente	189

T aillen-Hüft-Umfang	280
Taillenumfang	280
Taurin	207
Technische Sportarten	65
Testosteron	243
Training (Kälte)	95
Training (Hitze)	97
Training (Höhe)	91
Trainingsumfang	51
Trehalose	35
Tribulus terrestris	235
Trinklösungen	78
Tryptophan	191
U bichinon (Coenzym Q ₁₀)	206
Übergewicht	281
Übertrinkphänomen	102
Umwelteinflüsse (Ernährung)	91
UV-Strahlung	113
V anadium	186
Vanadylsulfat	186
Veganer	270
Vegetarier	261, 264, 266
Vegetarische Ernährungsweise	266
Verbotene Methoden	244
Verweildauer der Speisen im Magen	64
Vitaminbedarf	137
Vitamin A	141
Vitamin D	144
Vitamin E	145
Vitamin K	148
Vitamin B ₁	149
Vitamin B ₂	150
Vitamin B ₆	153
Vitamin B ₁₂	154
Vitamin C	160
Vitamin H (Biotin)	155
Vitamin M (Folsäure)	155
Vitamine	137
Vitaminwirkungen	140
Vollwerternährung	267
Vorstarterwärmung	86

W ADA	242
Wachstumshormon	243
Wettkampf (Hitze)	102
Wiederherstellung	83
Windchilltemperatur	95
Wirkungsgrad	14
Wirkstoffe	189
Z ink	175, 181
Zinkgehalt, Nahrungsmittel	182
Zitratzyklus	21
Zeitzone(n)	114
Zuckerkrankheit	270
Zweikampfsportarten	59

BILDNACHWEIS

Umschlaggestaltung: Jens Vogelsang, Aachen

Fotos (Innenteil):

Bakke-Svennson: 210, 281

Georg Neumann: S. 12, 28, 34, 43, 55, 68, 69, 70, 74, 77, 86, 88, 94, 101, 102, 105, 107, 115, 116, 118, 119, 120, 123, 133, 134, 160, 174, 185, 186, 210, 211, 212, 220, 234, 249, 250, 256, 261, 264, 284, 288

getty images: 3, 69, 316, 317, sämtliche Hinterlegungen der Tabellen

Polar Electro GmbH, Büttelborn: S. 8, 11, 41, 50, 51, 59, 109, 111, 164, 179, 188, 248, 255, 263, 267, 281

Reinhardt Völker: S. 89

Beate Knechte: S. 207

Olaf Rieck: S. 208

Fotos (Umschlag): U 1 – jump Fotoagentur, Hamburg, U 4 – Georg Neumann