

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort – Metabolic Tuning statt Doping	XIX
Vorwort	XXI
Abkürzungen	XXIII
1 Metabolic Tuning statt Doping	1
1.1 Doping: Verbotene Leistungsmanipulation mit gesundheitlichen Folgen.....	1
1.2 Doping im Altertum	1
1.3 Südamerika: Volksdoping mit Mate-Tee und Koka-Blättern	2
1.4 Pferdesport: Von den Pferden lernen?.....	2
1.5 Definition des Dopings.....	4
1.5.1 Dopingdefinition im Welt-Anti-Doping-Code (WADC), 2021	4
1.6 Dopingmittel: Die WADA-Verbotsliste 2025.....	5
1.7 Doping: Mit verbotenen Helfern zum Erfolg.....	9
1.8 Doping in der modernen Leistungsgesellschaft.....	20
1.9 Präadoleszenz: Doping-Einstiegsalter	21
1.10 „Sport ist Mord“ oder die gesundheitlichen Folgen des Dopings	22
1.11 Nebenwirkungen von Dopingmitteln	26
1.11.1 Anabole androgene Steroide (AAS)	26
1.11.2 Hormon: Erythropoetin (EPO)	34
Epo und COVID-19	37
Kohlenmonoxid ein Dopingmittel?	37
1.11.3 Hormon: Insulin	37
1.11.4 Hormon: Somatotropin (HGH, Wachstumshormon).....	38
1.11.5 Blutdoping	40
1.11.6 Stimulanzien	41
1.11.7 Diuretika	42
1.11.8 Zulässig, aber gefährlich: Schmerzmittel oder NSAR.....	44
NSAR: Arzneimittel mit breiter Wirkung, aber gravierenden Folgen	45
Lebensbedrohliche Nebenwirkungen der NSAR	45
Magen-Darm-Trakt, Nierenversagen	46
Sportleranämie	47

Leaky-Gut-Syndrom	47
Nierenschäden	48
Elektrolytverschiebungen und Hyponatriämie	48
Interview mit Prof. Dr. med. Gerhard Uhlenbrück (Teil I)	50
1.12 Exkurs: Myokine: Die Hormone der Muskulatur.....	54
1.12.1 Interleukin 6 (IL-6)	54
1.12.2 Interleukin 15 (IL-15)	56
1.12.3 Irisin	57
1.13 Myokine und Krafttraining.....	58
2 Mikronährstoffe – lebensnotwendige Steuermänner des Stoffwechsels.....	65
2.1 Das Ökosystem Mensch	65
2.2 (Mikro-)Nährstoffe, Mitochondrien & Co.	67
2.3 (Mikro-)Nährstoffe und Stoffwechselleistung	67
2.4 Mangelsymptome	69
Interview mit Dr. med. Klaus Pöttgen	70
3 Biologisch aktive Lebensmittel – die Basis der täglichen Mikronährstoffversorgung	76
3.1 Die mikronährstoffreiche Fitnesskost der Steinzeit	77
3.2 Steinzeit-Ernährung	79
3.3 Antiinflammatorisch und basisch.....	80
3.4 Schädliche Transfette.....	81
3.5 Röstaromen: Angebrannte Zucker!	81
3.6 Übergewicht und Folgen	82
3.7 Unser Gehirn braucht Energie	83
3.8 Mangel im Überfluss.....	89
Interview mit Prof. Dr. Dr. Philipp Zimmer	91
4 Gesunde Ernährung – die Basis der (Mikro-) Nährstoffversorgung	97
4.1 Was Hänschen nicht lernt, lernt Hans nimmer mehr.....	100
4.1.1 Vitamin- und Mineralstoffversorgung in Deutschland	101

4.2	Ernährung und Arzneimittel	105
	Interview mit Clemens von Schacky	107
5	Metabolic Tuning	112
5.1	(Mikro-)Nährstoffe bestimmen die Leistung unseres Stoffwechsels...	112
5.2	Stoffwechsel-Optimierung mit (Mikro-)Nährstoffen: Metabolic Tuning (MT) – Individuell und kontrolliert	114
5.2.1	Metabolic Tuning (MT) mit Vitamin D	115
5.2.2	Metabolic Tuning (MT) mit EPA und DHA.....	117
5.2.3	Metabolic Tuning (MT) mit Coenzym Q ₁₀	121
5.2.4	Metabolic Tuning (MT) mit Selen.....	124
5.2.5	Metabolic Tuning (MT) mit Vitamin C.....	129
5.3	Metabolic-Tuning statt Doping.....	132
	Interview mit Gerd Truntschka, ehemaliger Kapitän der Eishockey-Nationalmannschaft	135
6	(Mikro-)Nährstoffe im Leistungssport.....	140
6.1	Motivation und Gründe.....	140
6.2	Leistungssport – Risiken durch (Mikro-)Nährstoffdefizite	141
6.3	Nahrungsergänzungsmittel (NEM) – aus der Sicht des DOSB und IOC ..	142
6.4	Leistungssport und (Mikro-)Nährstoffbedarf	149
6.5	Ursachen für einen erhöhten Bedarf und/oder unzureichende Zufuhr von (Mikro-)Nährstoffen	150
6.5.1	(Mikro-)Nährstoffverluste über den Schweiß, Stuhl und Urin	151
	Elektrolyte: Schweißverlust	152
6.5.2	Ess-Störungen und (Mikro-)Nährstoffdefizite	153
	Interview mit Dr. med. Kurt Mosetter, ZIT-Konstanz	156
7	Sauerstoffumsatz und mitochondriale Radikalbildung (sportbedingter oxidativer Stress).....	165
7.1	Mitochondrien	165
7.2	Oxidativer Stress (ROS), nitrosativer Stress (RNS).....	167
7.3	Hochdosierte Antioxidanzien stören die Leistungsadaptation.....	174
7.4	Vorsicht Übertraining und Sportler-Burnout	175
7.4.1	Das CO ₂ -Trockenbad (CAT)	178
7.4.2	Intervall Hypoxie-Hyperoxie-Training (IHHT).....	179

8	Wasserhaushalt.....	184
8.1	Flüssigkeitsverlust und Leistung	184
8.2	Die richtige Flüssigkeitsaufnahme.....	186
8.3	Kohlenhydrathaltige Sportgetränke	188
9	Kohlenhydrate – ein kritischer Blick	190
9.1	Nachteile einfacher Kohlenhydrate	190
9.2	D-Galactose, D-Ribose und Isomaltulose	196
9.2.1	D-Galactose	196
9.2.2	D-Ribose	197
9.2.3	Isomaltulose (Handelsname: Palatinose): Die langanhaltende Energiequelle.....	199
10	Elektrolyte und Makromineralien	203
10.1	Natrium und Chlorid.....	203
10.2	Kalium.....	206
10.3	Der Säure-Basen-Haushalt.....	210
10.3.1	Sauer macht nicht immer lustig!	210
10.3.2	Folgen chronischer Übersäuerung.....	212
10.3.3	Kalium und Magnesium: Die Regler des Säure-Basen-Haushaltes	213
10.4	Magnesium – der mitochondriale Blockbuster im Leistungssport	214
10.4.1	Magnesium und Vitamin D	215
10.4.2	Magnesium und ATP	215
10.4.3	Magnesium und Muskulatur.....	217
10.4.4	Knochen und Mitochondrien: die Hauptspeicher.....	218
10.4.5	Magnesiumbedarf – nicht nur im Profisport individuell.....	219
10.4.6	Magnesiummangel und Folgen.....	220
10.4.7	Einfluss auf Leistungsparameter	221
10.4.8	Magnesiumstatus: Verteilung von Mineralstoffen zwischen Blutzellen und Plasma	223
10.4.9	Magnesium und ATP für die Zellenergie..... Interview mit Kirsten Bruhn	223
10.5	Kalzium – Muskelarbeit und Knochenaufbau.....	228

11	Lebensnotwendig: Spurenelemente	234
11.1	Eisen – Sauerstoff für die Zellen	234
11.1.1	Eisen: Aufgaben und Funktionen	234
11.1.2	Lebensmittel, die Eisen enthalten	235
11.1.3	Eisenmangel	236
	Eisenmangel ist weit verbreitet	236
	Risikogruppen	236
11.1.4	Eisen: Empfohlene tägliche Zufuhr der Ernährungsgesellschaften	238
	Prävention beginnt im Mutterleib: Eisen für zwei	238
	Eisen verbessert die Herzleistung	239
	Kombination bei Eisenmangel	239
	Eisen bei Eisenmangelanämie	239
	Eisenmangel im Leistungssport	240
	Eisenpräparate bei erhöhtem Bedarf und bei Eisenmangel	241
11.1.5	Eisenstatus	242
	Interview mit Prof. Dr. med. Thomas Wessinghage	244
11.2	Kupfer	247
11.3	Zink	249
11.3.1	Lebensmittel und Zink	252
11.3.2	Zinkmangel: Risikogruppen	253
11.3.3	Zink und Leistungssport	253
11.3.4	Zinkmangel: Laborparameter	255
11.4	Jod	256
11.4.1	Jod und Funktionen	256
11.4.2	Jodbedarf	258
	Erhöhte Jodverluste im Leistungssport über den Schweiß	258
	Jod bei Brustkrebs: Information für betroffene Frauen inklusive Athletinnen	258
11.4.3	Jodzufuhr und –versorgung	259
11.4.4	Jodstatus	260
11.5	Selen	260
11.5.1	Selen und selenhaltige Proteine bzw. Selenoproteine	261
	Selenoprotein P – die Drehscheibe im Selenstoffwechsel	263
	Der Selenoprotein-P-Status	264
11.5.2	Europa: eine Selenmangel-Region	264
11.5.3	Spitzensport: Selen und Selenoprotein P	266
11.6	Lithium – das unterschätzte Spurenelement	269
11.6.1	ATP-Mg-Li-Komplex	270

11.7	Chrom	270
11.8	Bor	271
11.9	Weitere Spurenelemente	273
12	Vitamine	280
12.1	Der Vitamin-B-Komplex	281
12.1.1	Aufgaben des Vitamin-B-Komplex	282
	Erhöhtes Homocystein.....	283
12.1.2	Vitamin B ₁ (Thiamin).....	284
12.1.3	Vitamin B ₂ (Riboflavin).....	287
	ATP-Produktion	288
	Regeneration von L-Glutathion	288
	Vitamin-D-Stoffwechsel	288
	Leistungssport.....	289
12.1.4	Vitamin B ₃ (Nicotinsäure und Nicotinamid)	290
	Spitzenleistung mit NAD ⁺ -Infusionen – der mitochondriale	
	ATP-Booster.....	295
12.1.5	Pantothenäsäure (Vitamin B ₅).....	297
12.1.6	Vitamin B ₆ (Pyridoxin)	298
12.1.7	Vitamin B ₁₂ (Cobalamin)	299
	Erhöhter Bedarf	301
	SAM: Methylierung und Epigenetik	301
	Mangel an Vitamin B ₁₂	302
	Sportmedizin	304
12.1.8	Folat (Folsäure) – die Diva unter den B-Vitaminen.....	306
	Begriff: Folate und Folsäure.....	306
	Funktionen.....	306
	Folat-Äquivalent (FÄ)	307
	Zufuhrempfehlungen	307
	Sicherheit	309
	Schwangerschaft: Prävention von Embryopathien	310
	Homocystein und B-Vitamine.....	310
	Homocystein und sportliche Leistung	311
	Anabolika und Homocystein	315
12.1.9	Biotin	316
12.2	Vitamin C (L-Ascorbinsäure)	318
12.2.1	Antioxidative und antiinflammatorische Wirkung von Vitamin C	318
12.2.2	Radikalquellen	318
12.2.3	Antioxidatives Netzwerk	319

12.2.4	Antioxidativer und antiinflammatorischer Zellschutz durch Nrf2	319
12.2.5	Endothelschutz, Proteinglykosilierung	319
12.2.6	Immunsystem, Regeneration und Sportverletzungen	320
12.2.7	Weitere Eigenschaften	321
12.2.8	Erhöhter Bedarf im Leistungssport	323
12.3	Das Sonnenhormon Vitamin D.....	325
12.3.1	Vitamin-D-Metabolite	327
12.3.2	Sonnenlicht und Vitamin-D-Synthese	328
12.3.3	Das Secosteroid $1,25(OH)_2D$	328
12.3.4	VDR und muskuläre Funktion	329
12.3.5	Vitamin D im Leistungssport	330
12.3.6	Das Leistungshormon $1,25(OH)_2D$ für Spitzensportler..... Der Vitamin-D-Rezeptor und Muskelfunktion..... $1,25(OH)_2D$: Promyogene Effekte auf Myozyten	332 333 334
	Vitamin D und Eisen	336
	Die Vitamin-D-Versorgung von Athleten.....	337
	Der Vitamin-D-Status: Leistungs- und Regenerationsfähigkeit von Athleten	337
	Kalzium-, Magnesium- und/oder Vitamin D-Mangel: Inflammation	338
	Vitamin D: Fazit für Athletinnen, Athleten, Trainerinnen und Trainer ...	339
12.3.7	Vitamin D: Im Netzwerk von Magnesium, Retinol, Riboflavin und Vitamin K ₂	339
12.4	Vitamin E (Tocopherole, Tocotrienole).....	342
12.4.1	Alzheimer: ein Fall für Vitamin E	342
12.4.2	Vitamin E: Leistungssportler brauchen mehr!.....	344
12.5	Vitamin A (Retinol)	345
12.5.1	Vitamin-A-Verbindungen	346
12.5.2	Häufig übersehen: Polymorphismen der BCMO	348
12.5.3	Vitamin-A-Mangel: Risikogruppen	349
12.5.4	Vitamin A im Leistungssport	349
12.6	Carotinoide	350
12.6.1	Astaxanthin	351
	Antioxidativer Zellschutz.....	352
	Mentale und physische Leistungsfähigkeit, Entzündungs- prozesse und Immunantwort	353
	Sicherheit, Verträglichkeit.....	353
12.6.2	Lycopin.....	354
12.6.3	Lutein und Zeaxanthin.....	355
12.6.4	Outdoor-Sportarten: Augenschutz mit Makulapigmenten	355

12.7	Vitamin K₁ und K₂ (z.B. MK-7).....	356
12.7.1	Der Vitamin-K-Bedarf	358
12.7.2	Einfluss von Vitamin K auf Blutgerinnungssystem	358
12.7.3	Einfluss von Vitamin K auf das Knochen- und Gefäßsystem.....	359
12.7.4	Kombination: Vitamin D mit Vitamin K ₂	360
	Knochenmineralisierung.....	360
	Gefäßverkalkung	361
12.7.5	Leistungssport.....	362
13	Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe (Phytamine)	371
13.1	Polyphenole	371
13.1.1	Flavonoide	372
	Vorkommen	372
	Flavonole: eine Gruppe der Flavonoide.....	373
	Bioverfügbarkeit	373
	Die ergogene Wirkung von Quercetin	375
	Fisetin	377
	Fisetin und neurodegenerative Erkrankungen wie Morbus Alzheimer...	378
	Fisetin und Quercetin als Senolytika	378
13.1.2	Stilbene	380
	Pterostilben und Resveratrol.....	380
	Präventive Eigenschaften von <i>trans</i> -Resveratrol.....	380
	Aktivierung von Sirtuin-1	382
	Resveratrol und Hirnleistung.....	382
	Resveratrol im Leistungssport.....	382
13.1.3	Pycnogenol.....	383
	Ein standardisierter Extrakt aus Polyphenolen	384
	Pycnogenol® im Leistungssport	385
	Gelenkschutz mit Pycnogenol®	386
14	Fettsäuren: Fett ist nicht gleich Fett!.....	392
14.1	Die zwei Gesichter der Omega-6-Fettsäuren	393
14.2	Omega-3-Fettsäuren: Der Schlüssel zur Gesundheit und Leistungsfähigkeit.....	395
14.2.1	Wie kann ich meine Omega-3-Versorgung überprüfen?.....	397
14.2.2	Was sind eigentlich Omega-3-Fettsäuren?.....	397
14.2.3	EPA/DHA: Motoren der menschlichen Evolution	399
14.2.4	Deutschland: ein EPA/DHA-Mangelland	399
14.2.5	Wirkungen von Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren	399

14.2.6	Algen – Plankton – Omega-3-Öl	400
14.2.7	Omega-3-Fettsäuremangel: Ursachen.....	401
14.2.8	Entzündungen auf leisen Sohlen	402
14.2.9	Wie viel EPA/DHA brauche ich als Leistungssportler?.....	402
14.2.10	Warum Leinöl nicht den Bedarf an EPA/DHA deckt	402
14.2.11	Länger, gesünder Leben: Prävention statt Reparaturmedizin	403
	Herz-Kreislauf-Erkrankungen (z. B. Bluthochdruck, Herzinfarkt, plötzlicher Herztod)	403
14.2.12	Omega-3-Fettsäuren im Leistungssport.....	404
14.2.13	Omega-3-Fettsäuren haltiges Öl: Worauf sollte ich als Leistungssportler oder Trainer beim Kauf achten?.....	407
14.3	Konjugierte Linolensäure (CLA) – Abbau von Körperfett.....	408
15	Mitochondrien und mitotrope Nährstoffe.....	411
15.1	Von der Altersforschung zur mitochondrialen Höchstleistung	411
15.1.1	Mitochondrien: Hauptquelle für ROS.....	412
	Die mitochondriale Atmungskette: Zwischen Elektronen- Transport und Protonen-Translokation	413
15.1.2	Wir altern mit unseren Mitochondrien.....	413
15.2	Mitochondrien – die Kraftwerke der Zelle.....	415
15.3	ATP-Fresser: Immunzellen	416
15.4	Bioenergetischer Gesundheitsindex (BHI)	417
15.5	Therapeutische Optionen	419
16	Vitaminoide – die mitochondrialen Blockbuster.....	421
16.1	α-Liponsäure – das Universalantioxidans.....	421
16.1.1	α-Liponsäure im Leistungssport.....	424
16.1.2	Was sollte man bei der Anwendung beachten?	425
16.1.3	Nebenwirkungen, Wechselwirkungen	425
16.2	Coenzym Q₁₀ (Ubiquinol-quinon) – der Energy Response Modifier ...	426
16.2.1	Vom Prooxidans und Zellregulator zum Antioxidans	428
16.2.2	Erhöhter Bedarf an Coenzym Q ₁₀	430
16.2.3	Ubiquinol und Bioverfügbarkeit.....	431
16.2.4	Anwendungsgebiete	433
16.2.5	Coenzym Q ₁₀ im Leistungssport	433
16.3	L-Carnitin	437
16.3.1	Der mitochondriale Stoffwechselregulator.....	438

16.3.2	Nebenwirkungen	440
16.3.3	L-Carnitin im Leistungssport	441
16.3.4	Labor: L-Carnitin-Status	443
	Interview mit Prof. Dr. med. Gerhard Uhlenbruck (Teil II)	446
16.3.5	L-Carnitin-Effekte beim Athleten	449
17	Metabolic Tuning mit (Mikro-)Nährstoffen im Leistungssport	455
17.1	Grundsätze des Metabolic Tuning mit (Mikro-)Nährstoffen im leistungsorientierten Sport	455
17.2	Übersicht über die Mikronährstoffe (Tabelle)	457
18	(Mikro-)Nährstoffe für gesunde Gelenke und Gelenkschutz im Leistungssport	461
18.1	Aufbau und Funktion des Knorpels	461
18.2	Leistungssport und Arthrose	462
18.3	Glucosamin- und Chondroitinsulfat	464
18.3.1	Glucosaminsulfat – Eigenschaften und Funktionen	464
18.4	Methylsulfonylmethan, MSM	467
18.5	Kollagenhydrolysat	467
18.6	Das Phytamin Curcumin	468
18.7	Laborparameter: COMP	469
18.8	S-Adenosyl-Methionin (SAM): Funktionen und Aufgaben	470
19	Kreatin – der Muskelenergator	476
19.1	Der muskuläre Energiestoffwechsel im Überblick	478
19.2	Stoffwechselprozesse des arbeitenden Muskels in Abhängigkeit von der sportlichen Belastung	480
19.3	Kreatin – Physiologische Bedeutung	482
19.3.1	Vorkommen und Bedarf	483
19.3.2	Biosynthese	483
19.3.3	Ausscheidung	484
19.3.4	Resorption	485
19.4	Kreatin im Leistungssport	486
19.4.1	Sprint-, Kraft- und Ausdauersport	487

19.4.2	Kreatin-Monohydrat-Dosierung im Bodybuilding	487
19.4.3	Kreatin und Doping	490
19.5	Einnahmehinweis	490
19.6	Nebenwirkungen	491
	Interview mit Michael Schetter	491
20	Aminosäuren – Bausteine des Lebens	496
20.1	Aminosäuren: Bausteine der Proteine	498
20.2	Aminosäuren im Leistungssport	499
20.3	Proteinogene Aminosäuren	500
20.4	Die Grundstruktur der Aminosäuren: L- oder D-Aminosäure?	500
20.5	Essenzielle Aminosäuren	501
20.6	Biologische Wertigkeit	502
20.7	Glucogene und ketogene Aminosäuren	504
20.8	Was sind Peptide?	504
20.9	Molkenprotein	505
20.10	Casein (Milchprotein)	506
20.11	Insekten-Proteine	506
20.12	Eiweißbedarf – eine variable Größe	509
20.12.1	Eiweißbedarf im Leistungssport	510
20.12.2	Proteinzufuhr: Empfehlungen der International Society of Sports Nutrition	511
20.12.3	Potenzielle Nebenwirkungen einer hohen Proteinzufuhr	512
20.12.4	Ursachen für einen Proteinmangel bzw. erhöhten Proteinbedarf	512
20.12.5	Mögliche Mangelsymptome und Folgen bei Proteinmangel	513
20.13	Proteinquelle: Tierisch oder pflanzlich?	515
20.14	Aminosäuren: Stoffwechselprodukte und Funktionen (Auswahl)	516
20.15	L-Arginin/L-Citrullin und L-Ornithin	517
20.15.1	L-Arginin/L-Citrullin: Wichtige Aufgaben und Funktionen	517
	Interview mit Mark Warnecke	521
20.15.2	L-Arginin/L-Citrullin: Versorgung, Bedarf, Mangel	525
20.15.3	Anwendungsgebiete für L-Arginin/L-Citrullin (Auswahl)	527
20.15.4	Einnahme und Nebenwirkungen	531

20.16 Betain (Trimethyl-Glycin, TMG)	532
20.16.1 Betain – Funktionen	532
Betain als Osmoprotektor	532
Betain als Methylgruppen-Donator	532
Betain als NAD ⁺ -Booster	533
20.16.2 Betain und Lebererkrankungen	534
20.16.3 Betain im Leistungssport	534
20.17 L-Cystein (N-AC), L-Cystin, L-Glutathion	536
20.17.1 Wichtige Aufgaben und Funktionen	537
Biochemische Funktionen	537
Mögliche Mangelsymptome/erhöhter Bedarf:	538
Anwendungsgebiete	539
20.17.2 N-Acetylcystein (NAC) – das GSH-Prodrug	539
NAC im Leistungssport	540
NAC bei Immunschwäche	540
NAC zur Entgiftung	541
20.18 L-Glutamin	541
20.18.1 Wichtige Aufgaben und Funktionen	541
Dünndarm und Immunsystem	542
Muskulatur und Wachstumshormon	543
20.18.2 L-Glutamin: Mangel und erhöhter Bedarf	543
20.18.3 L-Glutamin im Leistungssport	544
Neben- und Wechselwirkungen	546
20.19 L-Leucin, L-Isoleucin und L-Valin – die verzweigtkettigen Aminosäuren (VKAS)	546
20.19.1 VKAS: Ursachen für Mangel bzw. erhöhter Bedarf	548
20.19.2 VKAS im Leistungssport – antikataboler Schutz	549
20.19.3 β -Hydroxy- β -methylbutyrat (HMB)	550
Nebenwirkungen von HMB	550
20.20 Taurin	551
20.20.1 Wichtige Aufgaben und Funktionen	552
Antioxidans	552
Mitochondriale Integrität und Leistungssport	552
Hirn- und Herzentwicklung	552
Immunkompetenz	553
20.20.2 Mangel bzw. erhöhter Bedarf	554
Herz-Kreislauf-Erkrankungen	554
Leistungssport	555

20.20.3 Nebenwirkungen	555
21 (Mikro-)Nährstoffe im Profisport	563
21.1 (Mikro-)Nährstoffe im Profifußball	563
21.1.1 Sportverletzungen – das CO ₂ -Trockenbad (CAT)	567
21.1.2 Bundesliga-Verein aus dem Ruhrgebiet	568
21.2 Schwimmen – Häufige Atemwegsinfekte	568
21.2.1 Therapieschemata	569
21.2.2 Mögliche Effekte	570
21.3 31-jähriger Handball Profi mit Post-Vac-Syndrom	570
21.3.1 Nitrosativer Stress, mitochondriale Funktionsmarker	572
21.3.2 Bioenergetischer Gesundheitsindex (BHI)	573
21.3.3 TMAO (Trimethylamin-N-Oxid)	573
21.3.4 Therapeutische Intervention	574
21.3.5 Therapieerfolg (nach 2-3 Wo.)	575
22 Infusionen mit (Mikro-)Nährstoffen	576
22.1 Initial parenteral: Infusionen mit Aminosäuren und anderen (Mikro-)Nährstoffen	577
22.2 Infusionen: Beispiele (Auswahl)	578
22.2.1 Anwendung (z. B. Spitzensportler): Entzündungen, Übertrainingssyndrom (ÜTS), Sportler-Burnout	578
22.2.2 Anwendung (z. B. Spitzensportler): Schwellungen, Entzündungen sowie Rücken- und Gelenkschmerzen, Knorpelregeneration	579
22.2.3 Anwendung (z. B. Spitzensportler): Infektanfälligkeit, Immunstimulation	579
22.2.4 Anwendung (z. B. Spitzensportler): Erschöpfung, Fatigue, Förderung der Regeneration	580
22.2.5 Anwendung (z. B. Spitzensportler): Förderung der Trainingsbereitschaft, mitochondriale Dysfunktion	581
Anhang	582
Mikronährstoff-Tabellen	582
Vitamine	583
Vitaminoide	591
Mineralstoffe	592
Spurenelemente	594
Aminosäuren	596

Hersteller von (Mikro-)Nährstoff-Präparaten (Auswahl ohne Wertung)	600
Glossar	601
Bildnachweis	605
Der Autor	607
Index.....	609