

Inhaltsverzeichnis

I Vorbemerkungen

1	Allgemeines	18
1.1	Mikronährstoffe – Definition ...	18
1.2	Bedarf und Empfehlung	18
1.3	Was ist ein Mangel und wie erkennt man diesen?	19
1.4	Verborgener Hunger	19
2	Mikronährstoffe – was wir wissen, was wir nicht wissen, was wir wissen sollten	22
2.1	Einführung	22
2.2	Vitamine – was wissen wir über sie?	22
2.2.1	Vitamin D	22
2.2.2	Vitamin B ₁₂ – die tödliche Anämie .	24
2.2.3	Vitamin A	24
2.2.4	Fazit	25
2.3	Vitamine – was wissen wir (noch) nicht?	25
2.3.1	Antioxidanzien	25
2.3.2	Fazit – das wissen wir nicht	28
2.4	Das sollten wir wissen	29
2.4.1	Schwangerschaft	30
2.4.2	1000-Tage-Fenster	31
2.4.3	Fazit	32
3	Ernährung und Evolution	34
3.1	Einführung	34
3.2	Nischen und Nischenkonstruktionen	34
3.3	Nutritive Nischenbildung für Mikronährstoffe	36
3.3.1	Provitamin A	36
3.3.2	Vitamin-D-Synthese in der Haut als Selektionsvorteil	38
3.3.3	Vitamin-C-Synthese	39

II Vitamine und Minerale

4	Fettlösliche Vitamine	42
4.1	Vitamin A	42
4.1.1	Nomenklatur	42
4.1.2	Funktion	42
4.1.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	43
4.1.4	Risikogruppen	45
4.1.5	Interaktionen	46
4.1.6	Analytik	46
4.1.7	Mangel/Unterversorgung	50
4.1.8	Gesundheit und Prävention	52
4.1.9	Therapie	53
4.1.10	Toxikologie	56
4.2	Provitamin A	56
4.2.1	Nomenklatur	56
4.2.2	Funktion	57
4.2.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	57
4.2.4	Analytik	58
4.2.5	Mangel/Unterversorgung	58
4.2.6	Gesundheit und Prävention	58
4.2.7	Therapie	59
4.2.8	Toxikologie	59

4.3	Vitamin D	59	4.4.6	Analytik	87
4.3.1	Nomenklatur	59	4.4.7	Mangel/Unterversorgung	88
4.3.2	Funktion.	59	4.4.8	Gesundheit und Prävention	88
4.3.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	61	4.4.9	Therapie	90
4.3.4	Risikogruppen	64	4.4.10	Toxikologie	91
4.3.5	Interaktionen	67			
4.3.6	Analytik	68	4.5	Vitamin K	91
4.3.7	Mangel/Unterversorgung	68	4.5.1	Nomenklatur	92
4.3.8	Gesundheit und Prävention	71	4.5.2	Funktion.	92
4.3.9	Therapie	78	4.5.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	93
4.3.10	Toxikologie	82	4.5.4	Risikogruppen	94
			4.5.5	Interaktionen	95
4.4	Vitamin E	83	4.5.6	Analytik	95
4.4.1	Nomenklatur	84	4.5.7	Mangel/Unterversorgung	95
4.4.2	Funktion.	84	4.5.8	Gesundheit und Prävention	96
4.4.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	84	4.5.9	Therapie	97
4.4.4	Risikogruppen	87	4.5.10	Toxikologie	97
4.4.5	Interaktionen	87			
5	Wasserlösliche Vitamine	98			
5.1	Vitamin C	98	5.4.5	Interaktionen	116
5.1.1	Nomenklatur	98	5.4.6	Analytik	117
5.1.2	Funktion.	98	5.4.7	Mangel/Unterversorgung	117
5.1.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	98	5.4.8	Gesundheit und Prävention	118
5.1.4	Risikogruppen	101	5.4.9	Therapie	120
5.1.5	Interaktionen	102	5.4.10	Toxikologie	120
5.1.6	Analytik	102			
5.1.7	Mangel/Unterversorgung	102	5.5	Vitamin B₃ (Niacin)	120
5.1.8	Gesundheit und Prävention	104	5.5.1	Nomenklatur	120
5.1.9	Therapie	106	5.5.2	Funktion.	120
5.1.10	Toxikologie	106	5.5.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	121
			5.5.4	Risikogruppen	122
5.2	B-Vitamine – Interaktionen.	106	5.5.5	Interaktionen	122
			5.5.6	Analytik	122
5.3	Vitamin B₁ (Thiamin).	106	5.5.7	Mangel/Unterversorgung	122
5.3.1	Nomenklatur	107	5.5.8	Gesundheit und Prävention	123
5.3.2	Funktion.	107	5.5.9	Therapie	124
5.3.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	107	5.5.10	Toxikologie	124
5.3.4	Risikogruppen	109			
5.3.5	Interaktionen	110	5.6	Biotin	125
5.3.6	Analytik	110	5.6.1	Nomenklatur	125
5.3.7	Mangel/Unterversorgung	111	5.6.2	Funktion.	125
5.3.8	Gesundheit und Prävention	112	5.6.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	125
5.3.9	Therapie	112	5.6.4	Risikogruppen	126
5.3.10	Toxikologie	113	5.6.5	Interaktionen	127
			5.6.6	Analytik	127
5.4	Vitamin B₂ (Riboflavin).	113	5.6.7	Mangel/Unterversorgung	127
5.4.1	Nomenklatur	113	5.6.8	Gesundheit und Prävention	128
5.4.2	Funktion.	113	5.6.9	Therapie	129
5.4.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	114	5.6.10	Toxikologie	129
5.4.4	Risikogruppen	116			

5.7	Vitamin B₆	129	5.9.5	Interaktionen.....	147
5.7.1	Nomenklatur.....	129	5.9.6	Analytik.....	147
5.7.2	Funktion.....	130	5.9.7	Mangel/Unterversorgung.....	149
5.7.3	Nährstoffquellen.....	130	5.9.8	Gesundheit und Prävention.....	151
5.7.4	Risikogruppen.....	131	5.9.9	Therapie.....	151
5.7.5	Interaktionen.....	132	5.9.10	Toxikologie.....	152
5.7.6	Analytik.....	132	5.10	Gemeinsamkeiten von	
5.7.7	Mangel/Unterversorgung.....	133		Vitamin B₁₂ und Folsäure	152
5.7.8	Gesundheit und Prävention.....	134	5.10.1	Typische Laborwerte bei	
5.7.9	Therapie.....	134		Vitamin-B ₁₂ - oder Folsäuredefizit. .	153
5.8	Folsäure	136	5.10.2	Differenzialdiagnostische	
5.8.1	Nomenklatur.....	136		Abgrenzung anderer Formen	
5.8.2	Funktion.....	136		megaloblastärer Anämien.....	153
5.8.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	136	5.10.3	Gesundheit und Prävention.....	154
5.8.4	Risikogruppen.....	138	5.11	Pantothensäure	156
5.8.5	Interaktionen.....	139	5.11.1	Nomenklatur.....	156
5.8.6	Analytik.....	139	5.11.2	Funktion.....	156
5.8.7	Mangel/Unterversorgung.....	140	5.11.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	157
5.8.8	Gesundheit und Prävention.....	142	5.11.4	Risikogruppen.....	158
5.8.9	Therapie.....	142	5.11.5	Interaktionen.....	158
5.8.10	Toxikologie.....	143	5.11.6	Analytik.....	158
5.9	Vitamin B₁₂	143	5.11.7	Mangel/Unterversorgung.....	158
5.9.1	Nomenklatur.....	144	5.11.8	Gesundheit und Prävention.....	159
5.9.2	Funktion.....	144	5.11.9	Therapie.....	159
5.9.3	Nährstoffquellen und Stoffwechsel.	144	5.11.10	Toxikologie.....	159
5.9.4	Risikogruppen.....	146			
6	Minerale und Spurenelemente	160			
6.1	Bor	160	6.3	Eisen	166
6.1.1	Funktion.....	160	6.3.1	Funktion.....	166
6.1.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	160	6.3.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel.	166
6.1.3	Risikogruppen.....	161	6.3.3	Interaktionen.....	170
6.1.4	Interaktionen.....	161	6.3.4	Analytik.....	170
6.1.5	Analytik.....	161	6.3.5	Mangel/Unterversorgung.....	171
6.1.6	Mangel/Unterversorgung.....	162	6.3.6	Gesundheit und Prävention.....	172
6.1.7	Gesundheit und Prävention.....	162	6.3.7	Therapie.....	174
6.1.8	Therapie.....	162	6.3.8	Toxikologie.....	174
6.1.9	Toxikologie.....	162	6.3.9	Anämie.....	175
6.2	Chrom	162	6.4	Fluor	183
6.2.1	Funktion.....	163	6.4.1	Funktion.....	184
6.2.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	163	6.4.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	184
6.2.3	Risikogruppen.....	164	6.4.3	Risikogruppen.....	185
6.2.4	Interaktionen.....	164	6.4.4	Interaktionen.....	185
6.2.5	Analytik.....	164	6.4.5	Analytik.....	185
6.2.6	Mangel/Unterversorgung.....	164	6.4.6	Mangel/Unterversorgung.....	185
6.2.7	Gesundheit und Prävention.....	165	6.4.7	Gesundheit und Prävention.....	185
6.2.8	Therapie.....	165	6.4.8	Therapie.....	186
6.2.9	Toxikologie.....	165	6.4.9	Toxikologie.....	186

6.5	Jod	187	6.10	Mangan	221
6.5.1	Funktion.....	188	6.10.1	Funktion.....	221
6.5.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	188	6.10.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	222
6.5.3	Risikogruppen.....	189	6.10.3	Risikogruppen.....	223
6.5.4	Interaktionen	190	6.10.4	Interaktionen	223
6.5.5	Analytik	190	6.10.5	Analytik	223
6.5.6	Mangel/Unterversorgung	190	6.10.6	Mangel/Unterversorgung	224
6.5.7	Therapie.....	190	6.10.7	Gesundheit und Prävention	224
6.5.8	Toxikologie.....	191	6.10.8	Therapie.....	224
			6.10.9	Toxikologie.....	224
6.6	Kalium	191	6.11	Molybdän	226
6.6.1	Funktion.....	191	6.11.1	Funktion.....	227
6.6.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	191	6.11.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	227
6.6.3	Analytik	192	6.11.3	Risikogruppen.....	228
6.6.4	Interaktionen	192	6.11.4	Interaktionen	228
6.6.5	Mangel/Überschuss	192	6.11.5	Analytik	228
6.6.6	Gesundheit und Prävention	192	6.11.6	Mangel/Unterversorgung	228
			6.11.7	Gesundheit und Prävention	228
6.7	Kalzium	193	6.11.8	Therapie.....	229
6.7.1	Funktion.....	194	6.11.9	Toxikologie.....	229
6.7.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	194			
6.7.3	Risikogruppen.....	196	6.12	Natrium	229
6.7.4	Interaktionen	197	6.12.1	Funktion.....	229
6.7.5	Analytik	197	6.12.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	230
6.7.6	Mangel/Unterversorgung	197	6.12.3	Analytik	230
6.7.7	Gesundheit und Prävention	197	6.12.4	Mangel und Überschuss.....	230
6.7.8	Toxikologie.....	200	6.12.5	Gesundheit und Prävention	230
			6.12.6	Toxikologie.....	233
6.8	Kupfer	200	6.13	Nickel	233
6.8.1	Funktion.....	200	6.13.1	Funktion.....	234
6.8.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	202	6.13.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	234
6.8.3	Risikogruppen.....	204	6.13.3	Analytik	234
6.8.4	Interaktionen	205	6.13.4	Mangel/Unterversorgung	234
6.8.5	Analytik	205	6.13.5	Gesundheit und Prävention	234
6.8.6	Mangel/Unterversorgung	205	6.13.6	Therapie.....	235
6.8.7	Gesundheit und Prävention	206	6.13.7	Toxikologie.....	235
6.8.8	Therapie.....	207			
6.8.9	Toxikologie.....	207	6.14	Phosphor	235
			6.14.1	Funktion.....	236
6.9	Magnesium	207	6.14.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	236
6.9.1	Funktion.....	208	6.14.3	Interaktionen	236
6.9.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	208	6.14.4	Mangel/Unterversorgung	236
6.9.3	Risikogruppen.....	210	6.14.5	Gesundheit und Prävention	237
6.9.4	Interaktionen	211	6.14.6	Toxikologie.....	237
6.9.5	Analytik	211			
6.9.6	Mangel/Unterversorgung	212	6.15	Selen	237
6.9.7	Gesundheit und Prävention	212	6.15.1	Funktion.....	237
6.9.8	Therapie.....	218	6.15.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	238
6.9.9	Toxikologie.....	220	6.15.3	Risikogruppen.....	240
			6.15.4	Interaktionen	240

6.15.5	Analytik	240	6.18	Zink	244
6.15.6	Mangel/Unterversorgung	240	6.18.1	Funktion	245
6.15.7	Gesundheit und Prävention	241	6.18.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	246
6.15.8	Therapie	242	6.18.3	Risikogruppen	247
6.15.9	Toxikologie	242	6.18.4	Interaktionen	248
6.16	Silizium	242	6.18.5	Analytik	248
6.16.1	Funktion	242	6.18.6	Mangel/Unterversorgung	248
6.16.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	242	6.18.7	Gesundheit und Prävention	249
6.16.3	Analytik	243	6.18.8	Therapie	250
6.16.4	Mangel/Unterversorgung	243	6.18.9	Toxikologie	251
6.16.5	Gesundheit und Prävention	243	6.19	Arsen	251
6.16.6	Therapie	243	6.19.1	Funktion	251
6.16.7	Toxikologie	243	6.19.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	251
6.17	Vanadium	243	6.19.3	Risikogruppen	252
6.17.1	Funktion	243	6.19.4	Analytik	252
6.17.2	Nährstoffquellen und Stoffwechsel	243	6.19.5	Mangel/Unterversorgung	252
6.17.3	Risikogruppen	244	6.19.6	Toxikologie	252
6.17.4	Interaktionen	244	6.20	Toxische Schwermetalle	
6.17.5	Mangel/Unterversorgung	244		in der Ernährung	253
6.17.6	Therapie	244	6.20.1	Mögliche Risiken von glutenfreier Ernährung	253
6.17.7	Toxikologie	244			
7	Infektionskrankheiten (inkl. COVID-19)	255			
7.1	Einführung	255	7.4	Infektionen mit SARS-CoV-2	257
7.2	Immunsystem	255	7.4.1	Vorgang und Folgen der Invasion ..	257
7.3	Wirkung von Vitamin A und D im Immunsystem	255	7.4.2	Wie reagiert der Organismus auf die SARS-CoV-2 Infektion?	258
7.3.1	Bedeutung der Vitamine A und D in der Abwehr von Infektionskeimen .	256	7.4.3	SARS-CoV-2 bei Kindern	258
7.3.2	Folgen eines Vitamin-A- und -D-Mangels.	256	7.5	Risiko von Co-Infektionen bei Vitamin-A- und -D-Mangel ..	258
8	Mikrobiota und Mikronährstoffe	260			
8.1	Wasserlösliche Vitamine	260	8.2	Fettlösliche Vitamine	264
8.1.1	Thiamin.	260	8.2.1	Vitamin K ₂	264
8.1.2	Vitamin B ₂	260	8.2.2	Vitamin A und Vitamin D	264
8.1.3	Vitamin B ₆	261	8.3	Eisen	265
8.1.4	Folsäure	261	8.4	Mangelernährung	266
8.1.5	Vitamin B ₁₂	261			
8.1.6	Einfluss auf das Immunsystem	262			
8.1.7	Entzündliche Darmerkrankungen .	263			
8.1.8	Krebserkrankungen.	263			
8.1.9	Epigenetische Effekte wasserlöslicher Vitamine	263			

III Risikoprofile und besondere Indikationen

9	Risikoprofile im Allgemeinen.....	268
9.1	Vorbemerkungen.....	268
9.2	Risikogruppen für eine unzureichende Vitaminzufuhr ..	268
10	Sozialstatus.....	271
10.1	Geringes Einkommen als Risikoprofil.....	271
10.1.1	Armut und Ernährung.....	271
11	Besondere Ernährungsformen.....	275
11.1	Ernährung als Ursache von Mikronährstoffdefiziten.....	275
11.2	Ernährungsformen und Diäten ..	275
11.2.1	Vegetarische Ernährungsformen ..	275
11.2.2	Ernährung zur Reduktion des Körpergewichts	284
11.2.3	Low-Carb-Diäten (LCD)	284
11.2.4	Glutenfreie Ernährung.....	285
12	Lebenszyklus	286
12.1	Schwangerschaft	286
12.1.1	Kritische Mikronährstoffe	289
12.1.2	Besondere Risikogruppen	296
12.1.3	Folgen einer Mangelernährung für die pränatale Entwicklung	297
12.1.4	Langfristige postnatale Folgen einer Mangelernährung.....	298
12.1.5	Rationale für Multivitamin/ Mineral-Supplemente in der Schwangerschaft.....	300
12.2	Stillzeit	305
12.2.1	Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr	306
12.2.2	Zusammensetzung der Muttermilch	306
12.2.3	Supplemente.....	312
12.2.4	Fazit	312
12.3	Versorgungslücken im 1000-Tage-Fenster.....	312
12.3.1	Körperliche Entwicklung.....	313
12.3.2	Mikronährstoffe und Hirnentwicklung.....	314
12.3.3	Kognitive Entwicklung.....	315
12.4	Kleinkinder.....	319
12.5	Jugendliche	319
12.6	Senioren	319
12.6.1	Epidemiologie des Vitamin- und Mineralstoffmangels im Alter	320
12.6.2	Folgen der Mangelernährung im Alter	322
12.6.3	Therapeutisches Vorgehen – Grenzen und Möglichkeiten	324
12.6.4	Ernährungsarmut.....	325

IV Besondere klinische Fragestellungen

13	Einführung	328
13.1	Vorbemerkungen	328
13.2	Tumorbedingte Ursachen	329
14	Onkologie	331
14.1	Vorbemerkungen	331
14.2	Unter-/Mangelernährung bei Krebserkrankungen	331
14.3	Kompensation von Defiziten	332
14.4	Anämie bei Krebspatienten	332
14.4.1	Anämiebehandlung	333
14.5	Knochengesundheit	333
14.5.1	Prävention und Therapie des Knochenverlusts bei Krebspatienten ...	334
14.6	Vitamine bzw. Mikronährstoffe in der adjuvanten Therapie bei Tumorpatienten	335
14.6.1	Vitamin A	335
14.6.2	Vitamin D	335
14.6.3	Vitamin C	335
14.6.4	Multivitamine	337
14.6.5	Vitamine bei Krebspatienten – Rationale und Risiken	337
14.7	Fazit	343
15	Gastroenterologie	345
15.1	Malassimilation von Mikronährstoffen	345
15.1.1	Allgemeine Therapie	345
15.2	Abetalipoproteinämie	345
15.3	Zystische Fibrose (CF)	347
15.3.1	Empfehlungen bei zystischer Fibrose	347
15.3.2	Wasserlösliche Vitamine	350
15.3.3	Alternativen	351
15.3.4	Minerale	351
15.3.5	Spurenelemente	351
15.4	Kurzdarmsyndrom	351
15.4.1	Therapie bei starken Verlusten	352
15.5	Zöliakie	352
15.6	Entzündungsgeschehen und Mikronährstoffe	355
15.7	Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen (CED)	356
15.7.1	Ursachen der Mangelernährung ...	356
15.7.2	Therapie	358
15.7.3	Leitlinien der DGEM 2013	359
15.7.4	Leitlinien der DGVS zu ulzerativer Kolitis (aktualisierte Leitlinien 2023)	360
15.7.5	Therapieempfehlungen (DGVS-Leitlinie)	360

16	Adipositas-Chirurgie (bariatrische Chirurgie)	362		
16.1	Vorbemerkungen	362	16.6.1	Wernicke-Enzephalopathie (WE) .
16.2	Vitamindefizite bei Übergewichtigen	362	16.6.2	Micronutrient Responsive Cerebral Dysfunction (MRCD)
16.2.1	Ursachen	362	16.7	Empfehlungen der Fachgesellschaften
16.3	Am häufigsten betroffene Vitamine	363	16.7.1	Vitamine und Mineralsupplemente nach Magenballon
16.4	Folgen des chirurgischen Eingriffs	364	16.7.2	Vitamine und Mineralsupplemente nach Magenband
16.4.1	Operationsformen	364	16.7.3	Vitamine und Mineralsupplemente nach Schlauchmagen (GB), Magen-Bypass (RYGB) und bilio-pankreatischer Diversion (BPD-DS)
16.4.2	Wesentliche Ursache für vermeidbare Mikronährstoffdefizite..	366	16.8	Schwangerschaft nach bariatrischer Chirurgie
16.4.3	Postoperative Prävalenz von Vitamindefiziten.....	366	16.8.1	Mögliche Defizite
16.4.4	Eisen.....	367	16.8.2	Empfehlungen.....
16.5	Supplementierung von Mikronährstoffen	368	16.8.3	Fazit
16.5.1	Leitlinien der DAG	368	16.9	Stillzeit
16.5.2	Vorgehensweise	369	16.10	Therapie
16.6	Vermeidbare Folgeerkrankungen	371		
17	Alkoholkrankheit	383		
17.1	Vorbemerkungen	383	17.4	Alkoholische Pellagra-Enzephalopathie (APE)
17.2	Wernicke-Korsakow-Syndrom (WKS)	383	17.4.1	Risikofaktoren.....
17.3	Alkoholische Pellagra	383	17.4.2	Klinik
17.3.1	Mechanismen der alkoholischen Pellagra.....	384	17.4.3	Differenzialdiagnose.....
17.3.2	Ursachen	384	17.4.4	Therapie.....
18	Neurologische Erkrankungen	387	17.5	Fetales Alkoholsyndrom (FAS) ..
18.1	Alzheimer-Demenz	387		
18.1.1	Bedeutung der Mikronährstoffe...	387	18.2	Morbus Parkinson
18.1.2	Mikronährstoffstatus von Alzheimer-Patienten	389	18.3	Multiple Sklerose (MS)
18.1.3	Einfluss einer Substituierung	390	18.3.1	Vitamin D.....
18.1.4	Kombinationen mit n-3-Fettsäuren	391	18.3.2	Vitamin A.....
18.1.5	Fazit	392	18.3.3	Biotin
			18.3.4	Metalle.....

18.4	Amyotrophe Lateralsklerose (ALS)	394	18.5	Friedreich-Ataxie	396
18.4.1	Therapie	394			
18.4.2	Fazit	395			
19	Nierenerkrankungen	397			
19.1	Einfluss der Erkrankung	397	19.3	Chronische Nierenerkrankung und Mineral-Knochen-Störung (CKD-MBD)	404
19.2	Versorgungszustand	398	19.3.1	Phosphor	405
19.2.1	Wasserlösliche Vitamine	399	19.3.2	Vitamin D	408
19.2.2	Fettlösliche Vitamine	402			
19.2.3	Minerale und Spurenelemente	403			
20	Künstliche Ernährung	415			
20.1	Enterale Ernährung	415	20.4	Fazit	423
20.2	Parenterale Ernährung	416	20.5	Einzelanwendungen und Indikationen	424
20.2.1	Vorbemerkung	416			
20.2.2	Risikogruppen	416	20.6	Kritisch Kranke und Mikronährstoffe	426
20.2.3	Indikation und Therapie	417	20.6.1	Thiamin	426
20.3	Faktoren, die die Versorgung mit Mikronährstoffen bei kritisch Kranken beeinträchtigen ..	420	20.6.2	Vitamin D	427
20.3.1	Verfügbare Formulierungen	421	20.6.3	Vitamin C	428
20.3.2	Refeeding-Syndrom	421	20.6.4	Kombinationen	428

IV Anhang

21	Mikronährstoff-Wechselwirkungen	432
22	Umrechnung von Mikronährstoffeinheiten	440
22.1	Vitamin A	440
22.2	Vitamin D	441
22.3	Vitamin E	441
22.4	Vitamin K	442
22.5	Folsäure	442
22.6	Pantothensäure	443
22.7	Biotin	443
22.8	Vitamin B₁	443
22.9	Vitamin B₂	444
22.10	Vitamin B₃	444
22.11	Vitamin B₆	445
22.12	Vitamin B₁₂	445
22.13	Vitamin C	446

23	Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr	447
23.1	Vitamine	447
23.1.1	Vitamin A	447
23.1.2	Vitamin D	448
23.1.3	Vitamin E	448
23.1.4	Vitamin K	449
23.1.5	Vitamin B ₁	449
23.1.6	Vitamin B ₂	450
23.1.7	Vitamin B ₃	450
23.1.8	Vitamin B ₆	451
23.1.9	Folsäure	451
23.1.10	Pantothensäure	452
23.1.11	Biotin	452
23.1.12	Vitamin B ₁₂	453
23.1.13	Vitamin C	453
23.2	Minerale	454
23.2.1	Chrom	454
23.2.2	Eisen	454
23.2.3	Fluorid	455
23.2.4	Kalium	456
23.2.5	Kalzium	456
23.2.6	Kupfer	457
23.2.7	Magnesium	457
23.2.8	Mangan	457
23.2.9	Molybdän	457
23.2.10	Selen	458
23.2.11	Jod	458
23.2.12	Zink	459
24	Literatur	460
25	Abkürzungen	500
	Sachverzeichnis	505