Inhaltsverzeichnis

Vorwort ... V
Abkürzungsverzeichnis ... XIII

1 Grundlagen ... 1
1.1 Der Mensch als Holobiont ... 1
1.2 Begriffsdefinitionen ... 1
1.2.1 Mikrobiota ... 1
1.2.2 Mikrobiom ... 3
1.2.3 Mikrobiotika ... 5
1.2.4 Mikroorganismen ... 5
1.2.5 Bakteriom ... 6
1.2.6 Virom ... 6
1.2.7 Mykobiom ... 6
1.2.8 Archaeom ... 7
1.2.9 Mikroökologie des Menschen ... 7
1.3 Aufbau der Darmbarriere ... 8
1.3.1 Bakterienschicht ... 8
1.3.2 Schleimschicht ... 9
1.3.3 Darmepithel ... 10
1.3.4 Darmassoziiertes Immunsystem ... 11
1.3.5 Leaky-Gut-Syndrom ... 14
1.3.6 Blutgruppen ... 15
1.4 Human Microbiome Project ... 15
1.5 Der Gastrointestinaltrakt ... 16
1.5.1 Wege der Nahrung durch den Gastrointestinaltrakt ... 16
1.6 Pathogenität der Mikroorganismen ... 17
1.6.1 Intoxikation ... 17
1.6.2 Infektion ... 18
1.7 Darm-Achsen ... 18
1.7.1 Entstehung der Darm-Achsen ... 18
1.7.2 Darm-Hirn-Achse ... 19
1.7.3 Darm-Immunsystem-Achse ... 22
1.7.4 Darm-Leber-Achse ... 22
1.7.5 Darm-Lungen-Achse ... 23
1.7.6 Darm-Haut-Achse ... 24
1.7.7 Darm-Hoden-Achse ... 24
1.7.8 Darm-Augen-Achse ... 24

2 Taxonomie der Mikroorganismen ... 25
2.1 Bakterien ... 25
2.1.1 Aufbau ... 26
2.1.2 Systematik ... 27
2.1.3 Bacillota ... 30
2.1.4 Bacteroidota ... 56

2.1.5 Actinomycetota ... 59
2.1.6 Pseudomonadota ... 64
2.1.7 Fusobacteria ... 67
2.1.8 Verrucomicrobiota ... 68
2.1.9 Stoffwechselprodukte von Bakterien ... 69
2.2 Archaeen ... 76
2.3 Eukaryoten ... 77
2.3.1 Saccharomyces boulardii ... 77
2.4 Viren ... 78
2.4.1 Aufbau ... 78
2.4.2 Virom der Säugetiere ... 79

3 Das Mikrobiom ... **82**
3.1 Zusammensetzung des Mikrobioms ... 82
3.2 Funktion des Mikrobioms ... 83
3.2.1 Metabolische Funktion des Mikrobioms ... 83
3.2.2 Trophische Funktion des Mikrobioms ... 84
3.2.3 Immunologische Funktion des Mikrobioms ... 84
3.2.4 Protektive Funktion des Mikrobioms ... 85
3.3 Verteilung des Mikrobioms im und am menschlichen Körper ... 86
3.3.1 Haut ... 86
3.3.2 Nase ... 87
3.3.3 Mundhöhle und Rachenraum ... 88
3.3.4 Lunge ... 88
3.3.5 Magen-Darm-Trakt ... 89
3.3.6 Vagina ... 91
3.4 Der Mensch und das Mikrobiom ... 91
3.4.1 Symbiose ... 91
3.4.2 Eubiose ... 92
3.4.3 Dysbiose ... 93
3.5 Veränderung des Mikrobioms im Laufe des Lebens ... 94
3.5.1 Aufbau des intestinalen Mikrobioms von Neugeborenen ... 95
3.5.2 Aufbau des adulten intestinalen Mikrobioms ... 96
3.5.3 Veränderung des intestinalen Mikrobioms im Alter ... 97
3.6 Mikrobiom und Immunsystem ... 98

4 Einflussfaktoren auf das intestinale Mikrobiom ... **99**
4.1 Einfluss des pH-Werts ... 100
4.2 Direkter Einfluss der Ernährung ... 100
4.2.1 Bedeutung der Muttermilch ... 100
4.2.2 Einfluss von Zucker und Fett ... 101
4.2.3 Einfluss von Emulgatoren ... 102
4.2.4 Einfluss von Fetten ... 102
4.2.5 Einfluss von fermentierten Lebensmitteln ... 103
4.2.6 Einfluss von präbiotischen Lebensmitteln ... 104

4.2.7 Einfluss der Nahrung auf das Virom ... 105
4.2.8 Einfluss der Nahrung auf die Besiedelung mit Pilzen ... 105
4.2.9 Indirekter Einfluss der Ernährung ... 105
4.2.10 Praktische Empfehlungen für die Ernährung ... 105
4.3 Probiotika ... 105
4.3.1 Eigenschaften von Probiotika ... 106
4.3.2 Das probiotische Konzept ... 106
4.3.3 Wirkungsweise von Probiotika ... 107
4.3.4 Probiotika als Nahrungsergänzungsmittel ... 108
4.3.5 Mögliche gesundheitliche Vorteile von Probiotika ... 109
4.3.6 Kontraindikationen für Probiotika ... 113
4.3.7 Immunmodulatorische Probiotika ... 113
4.4 Präbiotika ... 114
4.4.1 Funktion der Präbiotika ... 115
4.5 Synbiotika ... 115
4.6 Postbiotika ... 116
4.7 Einfluss körperlicher Aktivität auf das Mikrobiom ... 117
4.8 Arzneimittelwirkung auf das Mikrobiom ... 117
4.8.1 Antibiotika ... 118
4.8.2 Antidiabetika ... 119
4.8.3 Kontrazeptiva ... 122
4.8.4 Antipsychotika ... 122
4.8.5 Minocyclin ... 124
4.8.6 Protonenpumpenhemmer ... 125
4.8.7 Statine ... 125
4.8.8 Immuntherapie ... 126
4.8.9 Digoxin und Digitoxin ... 126
4.8.10 L-Dopa ... 127
4.9 Wirkung des Mikrobioms auf Oxalat ... 127
4.10 Fäkaler Mikrobiomtransfer ... 128
4.10.1 Vorgehen ... 128
4.10.2 FMT nach Kaiserschnitt ... 129

5 Veränderungen und Erkrankungen durch das Mikrobiom ... 131
5.1 Erkrankungen des Magen-Darm-Trakts ... 132
5.1.1 Chronisch-entzündliche Darmerkrankungen ... 132
5.1.2 Reizdarmsyndrom ... 134
5.1.3 Diarrhö ... 141
5.1.4 Obstipation ... 144
5.1.5 Infektion mit Helicobacter pylori ... 145
5.1.6 Regulationsstörungen ... 145
5.1.7 Veränderungen des Darms in der Schwangerschaft ... 146
5.2 Atopische Erkrankungen ... 146
5.2.1 Atopisches Ekzem ... 147
5.3 Erkrankungen der Atemwege ... 148
5.3.1 Rhinosinusitis ... 148

5.3.2 COVID-19 ... 149
5.3.3 Bronchitis ... 151
5.3.4 Asthma bronchiale ... 151
5.3.5 Chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) ... 152
5.3.6 Idiopathische Lungenfibrose ... 153
5.3.7 Besiedelung der Nase mit Staphylococcus aureus ... 153
5.4 Dermatologische Veränderungen und Erkrankungen ... 153
5.4.1 Normales Mikrobiom der Haut ... 154
5.4.2 Einfluss von Kosmetika auf die Haut ... 155
5.4.3 Akne ... 156
5.4.4 Atopische Dermatitis ... 156
5.4.5 Psoriasis ... 156
5.4.6 Wundheilung ... 157
5.5 Psychiatrische Erkrankungen ... 158
5.5.1 Angsterkrankungen ... 158
5.5.2 Depression ... 159
5.5.3 Schizophrenie ... 160
5.5.4 Essstörungen ... 160
5.5.5 Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) ... 162
5.5.6 Stressresistenz ... 163
5.6 Neurologische Erkrankungen ... 164
5.6.1 Epilepsie ... 164
5.6.2 Multiple Sklerose ... 164
5.6.3 Autismus-Spektrum-Störungen ... 165
5.6.4 Alzheimer-Demenz ... 165
5.6.5 Parkinson ... 166
5.7 Erkrankungen des Stoffwechsels ... 166
5.7.1 Adipositas und Übergewicht ... 167
5.7.2 Diabetes ... 168
5.7.3 Lipidstoffwechselstörung ... 169
5.7.4 Gicht ... 170
5.7.5 Mukoviszidose ... 171
5.7.6 Lactoseintoleranz ... 171
5.8 Erkrankungen des Gefäßsystems ... 172
5.9 Erkrankungen, Fehlsteuerung oder Beeinflussung des Immunsystems ... 172
5.9.1 Krebserkrankungen ... 173
5.9.2 Humanes Immundefizienz-Virus (HIV) ... 174
5.9.3 Rheumatische Erkrankungen ... 174
5.9.4 Impfungen ... 175
5.10 Erkrankungen der Leber und der Galle ... 176
5.10.1 Hepatische Enzephalopathie ... 176
5.10.2 Nichtalkoholische Leberverfettung ... 177
5.10.3 Leberzirrhose ... 177
5.11 Erkrankungen und Veränderungen des Mundraums ... 178
5.11.1 Halitosis (Mundgeruch) ... 179

5.11.2 Karies ... 179
5.11.3 Parodontitis ... 179
5.12 Erkrankungen des Urogenitaltrakts ... 180
5.12.1 Harnwegsinfekte ... 180
5.12.2 Vaginosen ... 181
5.12.3 Unfruchtbarkeit und unerfüllter Kinderwunsch ... 183

Literaturverzeichnis ... 185
Bildnachweis ... 205
Sachregister ... 207
Die Autorin ... 221