Inhaltsverzeichnis

A Ernährungsphysiologie

1 Biochemische Grundlagen 15
1.1 Grundbausteine der Biosphäre und molekularer Bauplan des Lebens 15
1.1.1 Allgemeines 15
1.1.2 Kohlenhydrate 15
1.1.2.1 Monosaccharide 15
1.1.2.2 Disaccharide und Oligosaccharide 17
1.1.2.3 Polysaccharide 17
1.1.3 Lipide 21
1.1.3.1 Fette 21
1.1.3.2 Phospholipide (Phosphatide) . 24
1.1.3.3 Steroide und Carotinoide . . . 25
1.1.4 Proteine 25
1.1.4.1 Aminosäuren, Struktur und Eigenschaften 25
1.1.4.2 Peptidbindung und Peptide . . 28
1.1.4.3 Proteine und ihre Struktur . . 28
1.1.5 Nucleinsäuren 29
1.1.6 Nucleotide als energiereiche Verbindungen 31
1.1.7 Nährstoff- und Futtermittelanalytik 32
1.1.7.1 Allgemeines 32
1.1.7.2 Probenahme und -vorbereitung 32
1.1.7.3 Weender Futtermittelanalyse . 33
1.1.7.4 Kohlenhydratanalytik nach der Detergenzienmethode 36
1.1.7.5 Analytik spezieller Nährstoffe . 36
1.2 Enzyme und ihre Wirkung . . 38
1.2.1 Was sind Enzyme? 38
1.2.2 Enzymatische Katalyse 38
1.2.3 Spezifität der Enzyme 38
1.2.4 Coenzyme 40
1.2.5 Enzymkinetik und Regulation . 40
1.2.6 Einflußfaktoren auf enzymatisch katalysierte Reaktionen . 41
1.2.7 Enzymnomenklatur 42
1.2.8 Herstellung und Anwendung von Enzymen 43
1.3 Stoffwechsel der Hauptnährstoffe 43
1.3.1 Einführung 43
1.3.2 Stoffwechsel der Eiweiße und der Aminosäuren 45
1.3.2.1 Allgemeines 45
1.3.2.2 Aminosäurenstoffwechsel . . . 45
1.3.2.3 Abbau der Aminosäuren . . . 46
1.3.2.4 Bildung harnfähiger Ausscheidungsprodukte des Aminosäuren-N 49
1.3.2.5 Proteinumsatz 50
1.3.3 Stoffwechsel der Lipide 52
1.3.3.1 Abbau und Synthese der Fette 52
1.3.3.2 Bedeutung des Coenzyms A . . 53
1.3.3.3 Abbau der Fettsäuren, β-Oxidation 54
1.3.3.4 Synthese der Fettsäuren 55
1.3.3.5 Bildung von Ketonkörpern . . 56
1.3.4 Stoffwechsel der Kohlenhydrate und zentrale Abbauwege . . . 57
1.3.4.1 Glycolyse 57
1.3.4.2 Gluconeogenese 59
1.3.4.3 Pentosephosphatweg 59
1.3.4.4 Citratzyklus 61
1.3.4.5 Atmungskette (oxidative Phosphorylierung) 61
1.4 Biochemische Kommunikation: Hormone 63
1.4.1 Einteilung der Hormone . . . 63
1.4.2 Allgemeine Wirkung von Hormonen und Hierarchie der Wechselwirkung 64
1.4.3 Wirkungsmechanismen der Hormone 65
1.4.4 Funktionen einiger Hormone . 65
1.5 Mikroorganismen und ihr Stoffwechsel 67
1.5.1 Bedeutung der Mikroorganismen 67
1.5.2 Nutzung mikrobieller Stoffwechselleistungen durch den Menschen 68
1.5.3 Besonderheiten des Wachstums von Bakterien 70
1.5.4 Für die Taxonomie bedeutende Merkmale 70

2	**Mineralstoffe**	71
2.1	Allgemeines	71
2.2	Mengenelemente	76
2.2.1	Calcium und Phosphor	76
2.2.2	Magnesium	80
2.2.3	Natrium, Kalium und Chlorid	82
2.2.4	Schwefel	83
2.3	Spurenelemente	83
2.3.1	Eisen	83
2.3.2	Kupfer	86
2.3.3	Cobalt	88
2.3.4	Iod	88
2.3.5	Mangan	89
2.3.6	Zink	90
2.3.7	Selen	91
2.3.8	Molybdän	92
2.3.9	Fluor	92
2.3.10	Chrom	92
2.3.11	Nickel	93
2.3.12	Übersicht zu Spurenelement-mangelerkrankungen und Richtwerte für den Schwermetallgehalt im Futter	93
3	**Vitamine**	94
3.1	Allgemeines	94
3.2	Einteilung der Vitamine	95
3.3	Charakterisierung des Versorgungsgrades mit Vitaminen	95
3.4	Vitaminbedarf und Empfehlungen zur Bedarfsdeckung	96
3.5	Fettlösliche Vitamine	97
3.5.1	Vitamin A (Retinol) und seine Vorstufen	97
3.5.2	Vitamin D (Calciferole)	99
3.5.3	Vitamin E (Tocopherol)	101
3.5.4	Vitamin K	102
3.6	Wasserlösliche Vitamine	104
3.6.1	Vitamin B_1 (Thiamin)	104
3.6.2	Vitamin B_2 (Riboflavin)	105
3.6.3	Vitamin B_6 (Pyridoxin)	105
3.6.4	Niacin (Nicotinsäure, Nicotinsäureamid)	106
3.6.5	Biotin	106
3.6.6	Pantothensäure	107
3.6.7	Folsäure	107
3.6.8	Cobalamin (Vitamin B_{12}; Extrinsic factor)	108
3.6.9	Ascorbinsäure (Vitamin C)	109
3.6.10	Stoffe mit vitaminähnlichem Charakter	109
4	**Futteraufnahme und ihre Regulation**	110
4.1	Einleitung	110
4.2	Regulationsebenen der Nahrungsaufnahme	111
4.3	Physikalische Faktoren der Regulation	112
4.4	Zentralnervensystem und Verzehrsregulation	113
4.5	Chemische und physiologische Signale	113
4.6	Signalvermittlung	115
5	**Verdauung und Resorption**	116
5.1	Bau des Verdauungstraktes	116
5.2	Verdauung	118
5.2.1	Verdauung durch körpereigene Enzyme	118
5.2.1.1	Allgemeines	118
5.2.1.2	Verdauung im Magen (Nichtwiederkäuer)	121
5.2.1.3	Verdauung der Hauptnährstoffe im Dünndarm	122
5.2.1.4	Regulation der Expression und Sekretion von Verdauungsenzymen	124
5.2.2	Mikrobielle Verdauung	125
5.2.2.1	Mikrobielle Verdauung in den Vormägen	125
5.2.2.2	Mikrobielle Verdauung im Dickdarm	131
5.2.3	Resorption	133
5.2.3.1	Allgemeines	133
5.2.3.2	Resorptionsmechanismen	133
5.2.3.3	Resorptionsorte	135
5.2.3.4	Resorption einiger Verdauungsprodukte	135
5.3	Nährstoffverdaulichkeit und ihre Bestimmung	138
5.3.1	Scheinbare und wahre Verdaulichkeit	138
5.3.2	Praecaecale Verdaulichkeit	138
5.3.3	Bestimmung der Verdaulichkeit	139
5.3.3.1	Verdaulichkeitsbestimmung im Tierversuch	139
5.3.3.2	Schätzmethoden und In-vitro-Methoden	140
5.3.4	Beeinflussung der Verdaulichkeit	140
6	**Energiehaushalt**	141
6.1	Grundlagen	141
6.2	Energieumsatz	142
6.2.1	Theoretische energetische	142

	Effizienz der Nährstoffe beim oxidativen Abbau	142
6.2.2	Theoretischer Energieaufwand für die Synthese körpereigener Nährstoffe	143
6.2.3	Effizienzbestimmung auf der Grundlage von Stoffwechseluntersuchungen	143
6.2.3.1	Energieumwandlungsstufen	144
6.2.4	Methodik der Energiewechselmessung	145
6.2.4.1	Direkte Kalorimetrie	145
6.2.4.2	Indirekte Kalorimetrie	146
6.2.4.3	Gaswechselmessungen	147
6.2.4.4	Vergleichende Schlachttechnik	147
6.2.4.5	Weitere Methoden	147
6.2.5	Energetische Verwertung der Nahrungsenergie	147
6.2.5.1	Monogastriden	147
6.2.5.2	Wiederkäuer	148
6.3	Energiebedarf	149
6.3.1	Grundumsatz	149
6.3.2	Erhaltungsbedarf	150
6.3.3	Leistungsbedarf	151
6.3.3.1	Teilbedarf für die Reproduktion	152
6.3.3.2	Teilbedarf für die Laktation	153
6.3.3.3	Teilbedarf für die Eibildung	154
6.3.3.4	Teilbedarf für das Wachstum	154
6.3.3.5	Teilbedarf für Bewegungsleistungen	154
6.3.3.6	Teilbedarf für die Wollbildung	155
6.4	Energetische Futtermittelbewertungssysteme	155
6.4.1	Futtermittelbewertung auf der Basis der verdaulichen Energie	156
6.4.2	Futtermittelbewertung auf der Basis der umsetzbaren Energie	157
6.4.2.1	Schwein	157
6.4.2.2	Aufzuchtkälber, Aufzuchtrinder, Mastrinder sowie Schafe	157
6.4.2.3	Geflügel	157
6.4.3	Futtermittelbewertung auf der Basis des Nettoenergie-Fett-Systems (NE_f)	158
6.4.3.1	Stärkewertsystem	158
6.4.3.2	Futtermittelbewertung auf der Grundlage der Nettoenergie Laktation (NEL)	159
7	**Verwertung des Eiweißes und Eiweißbewertung**	161
7.1	Allgemeines	161
7.2	Tierexperimentelle Methoden der Proteinbewertung	162
7.2.1	PER (protein efficiency ratio, Proteinwirkungsverhältnis)	162
7.2.2	Proteinbewertung mit Hilfe der N-Bilanz	162
7.2.2.1	Biologische Wertigkeit	163
7.2.2.2	Nettoproteinverwertung (NPU; net protein utilisation)	164
7.3	Proteinbewertung auf Basis chemisch-analytischer Daten	164
7.3.1	Eiproteinverhältnis (EPV)/ Milchproteinverhältnis (MPV) und „chemical score"	164
7.3.2	Verfügbarkeit des Lysins	165
7.4	Proteinbewertung für Wiederkäuer	165
7.5	Aminosäurenbedarf und Aminosäurenbedarfsdeckung	166
7.5.1	Bestimmung des Aminosäurenbedarfs	166
7.5.2	„Ideales Protein" und unausgeglichene Aminosäurenzufuhr	167
7.5.3	Aminosäurenbedarfsdeckung und Stickstoffausscheidung	168

B Futtermittelkunde

1	**Einleitende Bemerkungen**	169
2	**Definition und Einteilung der Futtermittel**	169
3	**Futtermittelrechtliche Vorschriften**	170
4	**Grünfutter und Grünfutterkonservate**	174
4.1	Grünfutter	174
4.1.1	Allgemeine Angaben	174
4.1.2	Inhaltsstoffe und Futterwert	175
4.1.2.1	Energieliefernde Inhaltsstoffe (Kohlenhydrate, Fette)	175
4.1.2.2	Rohprotein	176
4.1.2.3	Mineralstoffe	177
4.1.2.4	Provitamine und Vitamine	177
4.1.2.5	Antinutritive und toxische Substanzen	178
4.1.2.6	Verdaulichkeit, energetischer Futterwert und Energieertrag	183
4.1.3	Einsatzempfehlungen	188
4.2	Grünfutterkonservate	188

5 Stroh 190
5.1 Inhaltsstoffe und Futterwert . 190
5.2 Strohbehandlung zur Futterwertverbesserung 190
5.3 Einsatzempfehlungen 192

6 Knollen und Wurzeln 192
6.1 Allgemeine Angaben 192
6.2 Kartoffeln 193
6.2.1 Gehalt an Hauptnährstoffen . . 193
6.2.2 Gehalte an Mineralstoffen und Vitaminen 194
6.2.3 Gehalt an antinutritiven Substanzen 194
6.2.4 Verdaulichkeit und energetischer Futterwert 194
6.2.5 Einsatzempfehlungen 196
6.3 Beta-Rüben 196
6.3.1 Inhaltsstoffe 196
6.3.2 Verdaulichkeit und energetischer Futterwert 196
6.3.3 Einsatzempfehlungen 197
6.4 Brassica-Rüben 197
6.4.1 Inhaltsstoffe 197
6.4.2 Verdaulichkeit und energetischer Futterwert 197
6.4.3 Einsatzempfehlungen 197
6.5 Mohrrüben 197
6.6 Maniok (Tapioka, Cassava) . . 198
6.6.1 Inhaltsstoffe 198
6.6.2 Verdaulichkeit und energetischer Futterwert 198
6.6.3 Einsatzempfehlungen 198
6.7 Weitere Knollen für Futterzwecke 199

7 Körner und Samen 199
7.1 Allgemeine Angaben 199
7.2 Getreide 199
7.2.1 Morphologischer Aufbau des Getreidekorns 200
7.2.2 Gehalt an Hauptnährstoffen 200
7.2.3 Mineralstoffgehalt 201
7.2.4 Vitamingehalt 202
7.2.5 Gehalt an antinutritiven Substanzen und Kontamination mit Schadstoffen 203
7.2.6 Verdaulichkeit und energetischer Futterwert 203
7.2.7 Proteinqualität 205
7.2.8 Futterwert von erntefrischem Getreide 206
7.2.9 Spezifische Futterqualitätseigenschaften einzelner Getreidearten und Einsatzempfehlungen 207
7.3 Körnerleguminosen 211
7.3.1 Gehalt an Hauptnährstoffen . . 211
7.3.2 Mineralstoff- und Vitamingehalt 211
7.3.3 Gehalt an antinutritiven Inhaltsstoffen 211
7.3.4 Proteinqualität 213
7.3.5 Verdaulichkeit und energetischer Futterwert 213
7.3.6 Einsatzempfehlungen 214
7.4 Fettreiche Samen 215
7.5 Buchweizen 216
7.6 Samen von Holzgewächsen . . 216

8 Futtermittel aus der industriellen Verarbeitung pflanzlicher Rohstoffe 217
8.1 Allgemeine Angaben 217
8.2 Nebenprodukte der Mehl- und Schälmüllerei 217
8.2.1 Nebenprodukte der Mehlmüllerei 217
8.2.1.1 Inhaltsstoffe und Futterwert . 218
8.2.1.2 Einsatzempfehlungen 218
8.2.2 Nebenprodukte und Produkte der Schälmüllerei 220
8.3 Nebenprodukte der Stärkeindustrie 221
8.3.1 Nebenprodukte bei der Stärkegewinnung aus Mais und Weizen 221
8.3.2 Nebenprodukte aus der Kartoffelstärkegewinnung . . . 223
8.4 Nebenprodukte der Brennerei . 225
8.5 Nebenprodukte der Bierbrauerei 226
8.6 Nebenprodukte der Obstverarbeitung 229
8.7 Nebenprodukte der Ölindustrie 229
8.7.1 Allgemeine Angaben 229
8.7.2 Verfahren der Ölgewinnung . . 230
8.7.3 Rohproteingehalt und Proteinqualität 231
8.7.4 Gehalt an Kohlenhydraten und Faser, Verdaulichkeit und energetischer Futterwert 232
8.7.5 Gehalte an Mineralstoffen und Vitaminen 233
8.7.6 Vorkommen an antinutritiven Inhaltsstoffen 233
8.7.7 Einsatzempfehlungen 233
8.8 Nebenprodukte der Zuckerrübenverarbeitung 233

8.8.1 Verfahren der Zuckerherstellung 233
8.8.2 Inhaltstoffe, Futterwert und Einsatzempfehlungen 235
8.8.2.1 Extrahierte Zuckerrübenschnitzel 235
8.8.2.2 Melasse 236
8.8.2.3 Melassierte extrahierte Zuckerrübenschnitzel 237
8.8.2.4 Futterzucker 238

9 Futtermittel auf mikrobieller Basis 238
9.1 Allgemeine Angaben 238
9.2 Hefen 239
9.2.1 Inhaltsstoffe 239
9.2.2 Proteinqualität, Verdaulichkeit und energetischer Futterwert . 240
9.2.3 Einsatzempfehlungen 241
9.3 Bakterien 241

10 Futtermittel tierischer Herkunft 241
10.1 Allgemeine Angaben 241
10.2 Milch und Milchverarbeitungsprodukte 242
10.2.1 Milchverarbeitung und anfallende Produkte 242
10.2.2 Inhaltsstoffe und Futterwert . 242
10.2.3 Einsatzempfehlungen 243
10.3 Produkte von Säugetieren und Geflügel 244
10.3.1 Allgemeine Angaben 244
10.3.2 Tiermehl und Fleischknochenmehl 244
10.3.2.1 Herstellungsverfahren 244
10.3.2.2 Inhaltsstoffe und Futterwert . 245
10.3.2.3 Einsatzempfehlungen 245
10.3.3 Getrocknete Geflügelschlachtabfälle 246
10.3.4 Blutmehl 246
10.3.5 Federmehl 246
10.4 Futtermittel aus Fischen 246
10.4.1 Fischmehl 247
10.4.1.1 Herstellungsverfahren 247
10.4.1.2 Inhaltsstoffe und Futterwert . 248
10.4.1.3 Einsatzempfehlungen 249
10.4.2 Weitere Fischprodukte 250

11 Futterfette 250
11.1 Futterfettquellen 250
11.2 Ziele des Fetteinsatzes 250
11.3 Fettsäurenmuster von Futterfetten 251
11.4 Fettqualitätsveränderungen . . 251
11.5 Verdaulichkeit und energetischer Futterwert 253
11.6 Einsatzempfehlungen 254

12 Speiseabfälle und Nebenprodukte der Backwarenindustrie 255
12.1 Speiseabfälle 255
12.1.1 Aufbereitung von Speiseabfällen zu Futtermitteln . . . 256
12.1.2 Inhaltsstoffe und Futterwert . 257
12.1.3 Einsatzempfehlungen 257
12.2 Nebenprodukte der Backwarenindustrie 257
12.2.1 Inhaltsstoffe und Futterwert . 257
12.2.2 Einsatzempfehlungen 258

13 Ergänzungs- und Zusatzstoffe 258
13.1 Allgemeine Angaben 258
13.2 Ergänzungsstoffe mit Nährstoffcharakter 258
13.2.1 Aminosäuren und deren Hydroxyanaloga 258
13.2.2 NPN-Verbindungen 259
13.2.3 Mengenelemente 259
13.3 Zusatzstoffe mit Nährstoffcharakter 260
13.3.1 Spurenelemente 260
13.3.2 Vitamine 260
13.4 Zusatzstoffe ohne Nährstoffcharakter 261
13.4.1 Leistungsförderer 261
13.4.2 Futterenzyme 261
13.4.3 Mikroorganismen 263
13.4.4 Weitere Zusatzstoffe 263

14 Mischfuttermittel 263
14.1 Allgemeine Bemerkungen . . . 263
14.2 Mischfutterberechnung 266
14.3 Herstellung 266
14.4 Einteilung und Verwendungsart 266
14.5 Allgemeine Anforderungen . . 267
14.6 Deklaration 268
14.7 Qualitätskontrolle 269

15 Konservierung von Futtermitteln 271
15.1 Einleitende Bemerkungen . . . 271
15.2 Silierung 271
15.2.1 Verfahrensprinzip 271
15.2.2 Vergärbarkeit 273
15.2.3 Silierzusätze 274
15.2.4 Siliertechnik und -verfahren . . 275

15.2.5 Spezielle Hinweise für die Silierung verschiedener Futtermittel 276
15.3 Bereitung von Trockenfutter . 277
15.3.1 Verfahrensprinzip 277
15.3.2 Bodentrocknung 277
15.3.3 Belüftungstrocknung 278
15.3.4 Heißlufttrocknung 278
15.3.5 Lagerung der Trockenkonservate 279
15.4 Konservierende Lagerung von Getreide, Kartoffeln und Beta-Rüben 279
15.5 Nährstoffverluste und Konservatqualität 280

16 Futtermittelbearbeitung und -behandlung 283
16.1 Reinigen von Futtermitteln . . 284
16.2 Mechanische Bearbeitung und Behandlung von Futtermitteln . 284
16.3 Biologische Behandlungsverfahren 286
16.4 Chemische Behandlungsverfahren 287
16.5 Thermische, hydrothermische, thermisch-mechanische und hydrothermisch-mechanische Behandlungsverfahren 290

17 Futtermittelverderb 294
17.1 Mikrobiell bedingter Verderb . 294
17.2 Verderb durch abiotische Vorgänge 294
17.3 Verderb durch Auswuchs (Getreide) 294
17.4 Verderb durch tierische Vorratsschädlinge 297

18 Futterwerttabellen 298

C Fütterung

1 Fütterung der Schweine . . . 319
1.1 Suidengerechte (schweinegerechte) Fütterung 319
1.1.1 Saugferkelfütterung 323
1.1.1.1 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 323
1.1.1.2 Energie- und Nährstoffbedarf . 325
1.1.1.3 Praktische Fütterung 326
1.1.2 Fütterung der Absetzferkel, Läufer und Mastschweine . . . 329
1.1.2.1 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 329
1.1.2.2 Energie- und Nährstoffbedarf der Absetzferkel 329
1.1.2.3 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten von Mastschweinen 330
1.1.2.4 Energie- und Nährstoffbedarf der Mastschweine 331
1.1.2.5 Praktische Fütterung 333
1.1.3 Fütterung der Jungsauen . . . 343
1.1.3.1 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 344
1.1.3.2 Energie- und Nährstoffbedarf, praktische Fütterung 345
1.1.4 Fütterung der tragenden Sauen 345
1.1.4.1 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 345
1.1.4.2 Energie- und Nährstoffbedarf . 346
1.1.4.3 Praktische Fütterung 347
1.1.5 Fütterung der laktierenden Sauen 348
1.1.5.1 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 348
1.1.5.2 Energie- und Nährstoffbedarf . 349
1.1.5.3 Praktische Fütterung 349
1.1.6 Fütterung der Zuchteber . . . 351
1.1.6.1 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 351
1.1.6.2 Energie- und Nährstoffbedarf, praktische Fütterung 351
1.1.7 Allgemeines zur Mineralstoff- und Vitaminversorgung von Schweinen 352
1.2 Fütterung und Schlachtkörper- bzw. Fleischqualität 354
1.3 Fütterungsbedingte Erkrankungen der Schweine 356
1.4 Umwelt- und ressourcenschonende Fütterung der Schweine 360

2 Fütterung der Pferde 362
2.1 Equidengerechte (pferdegerechte) Fütterung 362
2.1.1 Wachsende Pferde und Reitpferde 366
2.1.1.1 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 366
2.1.1.2 Energie- und Nährstoffbedarf . 367
2.1.2 Stuten 370
2.1.2.1 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 370

2.1.2.2 Energie- und Nährstoffbedarf . 370
2.1.3 Praktische Fütterung 371
2.1.3.1 Arbeitende Pferde 371
2.1.3.2 Stuten 374
2.1.3.3 Fohlen 376
2.1.3.4 Hochleistungspferde 377
2.1.3.5 Deckhengste 379
2.1.4 Weidehaltung der Pferde . . . 379
2.2 Fütterungsbedingte Erkrankungen der Pferde 380

3 Fütterung der Rinder 382
3.1 Fütterung der Mastkälber . . . 382
3.1.1 Fütterung in der ersten Lebenswoche 383
3.1.1.1 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 383
3.1.1.2 Praktische Fütterung 384
3.1.2 Fütterung nach der ersten Lebenswoche 384
3.1.2.1 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 384
3.1.2.2 Energie- und Nährstoffbedarf . 384
3.1.2.3 Praktische Fütterung 388
3.1.3 Fütterung und Schlachtkörperqualität 393
3.1.4 Fütterungsbedingte Gesundheitsstörungen 394
3.2 Fütterung der Aufzuchtkälber 396
3.2.1 Tiergerechte Anforderungen . 396
3.2.2 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 396
3.2.3 Energie- und Nährstoffbedarf . 397
3.2.4 Praktische Fütterung 398
3.2.5 Fütterungsbedingte Gesundheitsstörungen 403
3.3 Jungviehfütterung für die weibliche Nachzucht 404
3.3.1 Tiergerechte Anforderungen . 404
3.3.2 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 405
3.3.3 Energie- und Nährstoffbedarf . 405
3.3.4 Praktische Fütterung 409
3.4 Milchkuhfütterung 413
3.4.1 Anforderungen an wiederkäuergerechte Fütterung 413
3.4.2 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 418
3.4.3 Energie- und Nährstoffbedarf . 418
3.4.4 Praktische Fütterung 426
3.4.5 Fütterung und Milchqualität . 438
3.4.6 Fütterungsbedingte Gesundheitsstörungen 440
3.5 Mastbullenfütterung 445
3.5.1 Tiergerechte Anforderungen . 445
3.5.2 Physiologische Grundlagen, Leistungskenndaten 445
3.5.3 Energie- und Nährstoffbedarf . 446
3.5.4 Praktische Fütterung 449
3.5.5 Schlachtkörperqualität, Fleischqualität 459
3.5.6 Fütterungsbedingte Gesundheitsstörungen 460
3.6 Jungrindermast durch Mutterkuhhaltung 461
3.7 Mast von Färsen und Ochsen . 462
3.8 Ausmästung von Altkühen . . 463
3.9 Fütterung der Zuchtbullen . . 463

4 Fütterung der Schafe 464
4.1 Einleitende Bemerkungen . . . 464
4.2 Anforderungen an die Fütterung 465
4.2.1 Besonderheiten des Schafes hinsichtlich Futteraufnahme und Verdauungsleistung 465
4.2.2 Energie- und Proteinbedarf . . 466
4.2.3 Mineralstoffbedarf und -versorgung 467
4.2.4 Vitaminbedarf und -versorgung 468
4.2.5 Futterdarbietungsformen . . . 468
4.3 Fütterung der Mutterschafe . . 469
4.3.1 Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung 469
4.3.2 Fütterung mit Grünfutter . . . 473
4.3.3 Fütterung mit Konservaten . . 474
4.4 Fütterung der Zuchtböcke . . 476
4.5 Fütterung der Lämmer 476
4.5.1 Energie- und Nährstoffbedarf . 476
4.5.2 Kolostralmilchversorgung . . . 476
4.5.3 Lämmeraufzucht am Mutterschaf 476
4.5.4 Lämmeraufzucht mit Milchaustauschern 477
4.6 Fütterung der Mastlämmer . . 478
4.6.1 Energie- und Nährstoffbedarf . 478
4.6.2 Milchlämmermast 478
4.6.3 Intensive Lämmermast 479
4.6.4 Wirtschaftsmast 480
4.7 Fütterung der Jungschafe . . . 480
4.7.1 Energie- und Nährstoffbedarf . 480
4.7.2 Praktische Fütterung 480
4.8 Fütterung und Wollbildung . . 481
4.9 Fütterungsbedingte Stoffwechselstörungen 481

5	**Fütterung des Geflügels**	483
5.1	Einleitende Bemerkungen	483
5.2	Futter- und Wasseraufnahme beeinflussende Faktoren	484
5.3	Besonderheiten des Verdauungstraktes und Folgen für die Fütterung	484
5.4	Energie- und Nährstoffbedarf sowie Versorgungsempfehlungen	486
5.4.1	Energie-, Protein- und Aminosäurenbedarf legender Tiere	486
5.4.2	Energie-, Protein- und Aminosäurenbedarf des Mastgeflügels	489
5.4.3	Bedarf an Mengen- und Spurenelementen	494
5.4.4	Bedarf an Vitaminen und essentiellen Fettsäuren	494
5.4.5	Wasserversorgung	495
5.5	Futtermittel, Futtermischungen und Futterzusatzstoffe	495
5.6	Fütterungstechnik	496
5.7	Fütterung für die Eiproduktion	505
5.7.1	Leistungsdaten	505
5.7.2	Fütterung der Junghennen der Legerichtung	505
5.7.3	Fütterung der Legehennen	509
5.8	Fütterung des Zuchtgeflügels	511
5.8.1	Zuchthennen	511
5.8.1.1	Fütterung der Broilerzuchtjunghennen	512
5.8.1.2	Fütterung der Broilerzuchthennen	513
5.8.1.3	Fütterung der Hähne	515
5.8.2	Fütterung der Zuchtputen und Zuchtputer	517
5.8.2.1	Leistungsdaten	517
5.8.2.2	Fütterung der Zuchtputen	517
5.8.2.3	Fütterung der Zuchtputer	517
5.9	Fütterung der Masttiere	518
5.9.1	Allgemeine Grundsätze	518
5.9.2	Leistungsdaten	519
5.9.3	Kompensatorisches Wachstum	519
5.9.4	Fütterung der Broiler	520
5.9.5	Fütterung der Mastputen	523
5.10	Fütterung und Produktqualität	524
5.10.1	Eiqualität	524
5.10.2	Schlachtkörper- und Fleischqualität	527
5.11	Ökologische Aspekte der Fütterung	527
5.12	Mit der Fütterung im Zusammenhang stehende Krankheiten bzw. Krankheitssyndrome	529
Benutzte und weiterführende Literatur		533
Abkürzungen		535
Register		537