

# Inhaltsübersicht

## Einführung

1. Kultur mit Nutztieren (Abel) . . . . . 23
2. Entwicklung der Tierernährungswissenschaft (Hennig) . . . . . 35

## Teil I: Das Futterpotential

1. Globales Futterpotential und Futterpflanzen der gemäßigten Klimate (Flachowsky, Bergmann) 39
2. Futterpotential der Tropen und Subtropen (Ørskov) . . . . . 62
3. Futterstoffe tierischer Herkunft (Schubert, Flachowsky) . . . . . 75
4. Einzellerproteine (Molnar) . . . . . 87
5. Futterergänzungstoffe (Flachowsky) . . . . . 94
6. Futterkonservierung (Nonn) . . . . . 126
7. Futtertechnologie (Jansen) . . . . . 146

## Teil II: Das Nutztierpotential

1. Morphophysiologische Adaptationen des Verdauungssystems (Hofmann) . . . . . 163
2. Mikrobiologie der Verdauung (Demeyer, Vande Woestyne, Prins) . . . . . 185
3. Verdauung durch körpereigene Enzyme (Simon) . . . . . 206
4. Gastrointestinale Transportmechanismen (Martens) . . . . . 219
5. Stoffwechselregulation (Stangassinger) . . . . . 247
6. Reproduktion (Holtz, Neubert) . . . . . 263
7. Legeleistung (Pingel, Jeroch) . . . . . 272
8. Wachstum (Molnar) . . . . . 280
9. Laktation (Abel) . . . . . 289
10. Wollerzeugung (Dittrich) . . . . . 301
11. Zügelung (Becker) . . . . . 305

## Teil III: Das Fütterungspotential

1. Tierernährung und Tierverhalten (Ladewig, Müller) . . . . . 317
2. Regulation der Futteraufnahme (Hennig, Ranft) . . . . . 327
3. Fütterungsverfahren und Fütterungstechnik (Pirkelmann) . . . . . 339
4. Futter- und Fütterungshygiene (Gedek) . . . . . 354

## Teil IV: Das Nahrungsmittelpotential

1. Fleisch (Kreuzer) . . . . . 375
2. Milch (Pabst) . . . . . 401
3. Eier (Jeroch) . . . . . 417
4. Fische (Rennert) . . . . . 431
5. Honig (Dustmann) . . . . . 442

## Teil V: Das gesellschaftliche Potential

1. Tierernährung und Nahrungsgrundlage des Menschen (Schafft, Immig) . . . . . 453
2. Tierernährung im Ökosystem (Versteegen, Tamminga) . . . . . 464
3. Tierernährung und Ökonomie (Mährlein) . . . . . 478
4. Tierernährung und Ethik (Schulze) . . . . . 489
5. Tierernährung und Recht (Petersen) . . . . . 493

## Ausblick: Verantwortung und Perspektiven (Abel) . . . . . 503

## Sachregister . . . . . 505

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b>	23
<b>1. Kultur mit Nutztieren (Hj. Abel)</b>	23
1.1 Domestikation	23
1.2 Materieller Fortschritt	24
1.3 Gefährdungen und Grenzen	28
1.4 Geistiger Fortschritt	29
1.5 Schlußbemerkungen	33
<i>Literatur</i>	33
<b>2. Entwicklung der Tierernährungswissenschaft (A. Hennig)</b>	35
2.1 Verdauliche Nährstoffe	35
2.2 Bewertung des Futters	35
2.3 Eiweiß	36
2.4 Vitamine	37
2.5 Mineralstoffe	37
2.6 Leistungsförderer (Ergotropika)	38
<i>Literatur</i>	38
<b>Teil I: Das Futterpotential</b>	39
<b>1. Globales Futterpotential und Futterpflanzen der gemäßigten Klimate</b>	39
1.1 Naturwissenschaftliche Grundlagen und globales Futterpotential (H. Bergmann und G. Flachowsky)	39
1.1.1 Biologische Stoffproduktion	39
1.1.2 Zusammensetzung der Syntheseprodukte	40
1.1.3 Ernährungsphysiologische Bewertung von Inhaltsstoffen	42
1.1.3.1 Zellinhalt	42
1.1.3.2 Zellwandbestandteile	43
1.1.3.3 Antinutritiva	43
1.1.4 Ökologische Leistungen der pflanzlichen Stoffproduktion	44
1.1.5 Globales Futterpotential	46
1.2 Futterstoffe pflanzlicher Herkunft in den gemäßigten Klimazonen (G. Flachowsky und H. Bergmann)	50
1.2.1 Anforderungen an Futterpflanzen aus der Sicht der Tierernährung	50
1.2.2 Verfügbare Pflanzen und Inhaltsstoffe	51
1.2.3 Formen der Futtererzeugung	51
1.2.4 Charakterisierung des Futterpotentials	54
1.2.5 Möglichkeiten und Grenzen gezielter Beeinflussung des Futterpotentials	56
1.2.5.1 Pflanzenzüchtung, Art- und Sortenwahl	56
1.2.5.2 Agrotechnische Maßnahmen	58
1.2.5.3 Futterpotential und Rationsgestaltung	59
1.2.6 Wertung des Futterpotentials	60
<i>Literatur</i>	61
<b>2. Futterpotential der Tropen und Subtropen (E. R. Ørskov)</b>	62
2.1 Futterbewertung als Kriterium zur Beurteilung des Tier- und Futterpotentials	63
2.1.1 Historische Betrachtung	63

2.1.2	Anforderungen an ein neues Futterbewertungssystem für Rauhfutter . . . . .	65
2.2	Futterpotential . . . . .	67
2.2.1	Effekt des Pansenmilieus . . . . .	68
2.2.2	Futterpotential und Leistung der Tiere . . . . .	69
2.2.3	Einfluß des Pansenvolumens . . . . .	69
2.2.4	Nutzung des endogenen Fettes . . . . .	70
2.2.5	Klimatische Einflüsse . . . . .	71
2.3	Effektivere Nutzung wichtiger Futtermittel . . . . .	71
2.3.1	Futteraufnahme und Futterqualität . . . . .	71
2.3.2	Vergleich des Futterpotentials mit dem Tierpotential . . . . .	72
2.4	Tierprodukte . . . . .	73
Literatur	. . . . .	74
<b>3.</b>	<b>Futterstoffe tierischer Herkunft (R. Schubert und G. Flachowsky)</b> . . . . .	<b>75</b>
3.1	Milch und Milchnebenprodukte . . . . .	76
3.2	Futterstoffe von Landtieren . . . . .	78
3.3	Futterstoffe von Meerestieren . . . . .	80
3.4	Tierexkreme . . . . .	82
3.5	Schlußfolgerungen . . . . .	85
Literatur	. . . . .	85
<b>4.</b>	<b>Einzellerproteine (S. Molnar)</b> . . . . .	<b>87</b>
Literatur	. . . . .	93
<b>5.</b>	<b>Futterergänzungstoffe (G. Flachowsky)</b> . . . . .	<b>94</b>
5.1	Definition . . . . .	94
5.2	Formen und Einsatzhöhe von Futterergänzungen . . . . .	96
5.3	Ergänzungen mit essentiellen Futterbestandteilen . . . . .	96
5.3.1	Mengen- und Spurenelemente . . . . .	96
5.3.1.1	Bedarf und Bedarfsdeckung . . . . .	97
5.3.1.2	Bioverfügbarkeit . . . . .	98
5.3.1.3	Ermittlung des Mengen- und Spurenelementstatus . . . . .	100
5.3.1.4	Einfluß der Versorgung auf den Gehalt in Lebensmitteln tierischer Herkunft . . . . .	101
5.3.2	Vitamine . . . . .	101
5.3.2.1	Vitaminergänzungen bei Nichtwiederkäuern und Wiederkäuern . . . . .	102
5.3.2.2	Beurteilung der Vitaminversorgung . . . . .	106
5.3.2.3	Einfluß der Vitaminergänzungen auf den Vitamingehalt der Tierprodukte . . . . .	106
5.3.2.4	Vitaminzusatz und Produktqualität . . . . .	107
5.3.3	Weitere essentielle Nährstoffe . . . . .	108
5.3.3.1	Aminosäuren . . . . .	108
5.3.3.2	Weitere Stickstoff-Quellen . . . . .	109
5.3.3.3	Energie liefernde Zusatzstoffe . . . . .	109
5.4	Ergänzungen mit nichtessentiellen Futterbestandteilen . . . . .	110
5.4.1	Messung des Effektes nichtessentieller Futterergänzungen . . . . .	112
5.4.2	Antibiotika und Chemobiotika . . . . .	113
5.4.3	Probiotika, Hefen und organische Säuren . . . . .	116
5.4.4	Enzyme . . . . .	119
5.4.5	Puffersubstanzen . . . . .	120

5.4.6	Sonstige nichtessentielle Futterergänzungen . . . . .	122
5.5	Bedeutung der Futterergänzungen . . . . .	123
<i>Literatur</i>	. . . . .	123
<b>6.</b>	<b>Futterkonservierung (H. Nonn)</b> . . . . .	126
6.1	Zielstellung . . . . .	126
6.2	Wirkprinzipien bei der Futterkonservierung . . . . .	127
6.3	Entwicklung der Futterkonservierung . . . . .	128
6.4	Kenntnis- und Leistungsstand . . . . .	131
6.4.1	Verfahrenscharakteristik . . . . .	131
6.4.1.1	Ernte und Aufbereitung der Futtermittel . . . . .	131
6.4.1.2	Silierung . . . . .	131
6.4.1.3	Trocknung . . . . .	136
6.4.2	Nährstoffverluste und Konservatqualität . . . . .	139
6.4.3	Ökologische und energetische Aspekte . . . . .	142
6.5	Herausforderungen, Tendenzen und Grenzen der Futterkonservierung . . . . .	143
<i>Literatur</i>	. . . . .	145
<b>7.</b>	<b>Futtertechnologie (H.-D. Jansen)</b> . . . . .	146
7.1	Einleitung . . . . .	146
7.2	Zerkleinern . . . . .	148
7.2.1	Einflußgrößen . . . . .	149
7.2.2	Vergleich Hammermühle – Walzenmühle . . . . .	150
7.2.3	Verfahren . . . . .	150
7.3	Mischen . . . . .	151
7.3.1	Charakterisierung einer Mischung . . . . .	152
7.3.2	Einflußgrößen . . . . .	153
7.3.2.1	Stoffeigenschaften . . . . .	153
7.3.2.2	Mischmaschine und Mischanlage . . . . .	154
7.3.2.3	Betriebsbedingungen . . . . .	154
7.3.3	Arbeits- und Mischgenauigkeit . . . . .	155
7.4	Pelletieren . . . . .	158
7.4.1	Konditionieren . . . . .	158
7.4.2	Verdichten . . . . .	158
7.4.3	Kühlen . . . . .	159
7.5	Veredlungsverfahren . . . . .	160
<i>Literatur</i>	. . . . .	161
<b>Teil II: Das Nutztierpotential</b> . . . . .		163
<b>1.</b>	<b>Morphophysiologische Adaptationen des Verdauungssystems (R. R. Hofmann)</b> . . . . .	163
1.1	Einleitung . . . . .	163
1.2	Wiederkäuer . . . . .	164
1.3	Schweine . . . . .	176
1.4	Pferde . . . . .	179
1.5	Schlußbemerkungen . . . . .	183
<i>Literatur</i>	. . . . .	183
<b>2.</b>	<b>Mikrobiologie der Verdauung (D. I. Demeyer, M. Vande Woestyne und R. Prins)</b> . . . . .	185
2.1	Nährstoffumsatz durch Mikroorganismen des Verdauungstraktes . . . . .	185
2.1.1	Mikroorganismen im Pansen und Dickdarm . . . . .	186

2.1.1.1	Koadaptation von Wirtstier und intestinalen Mikroorganismen . . . . .	187
2.1.1.2	Adaptation des Wirtstieres . . . . .	187
2.1.1.3	Mikroorganismen im Pansen . . . . .	188
2.1.2	Quantitative Biochemie der mikrobiellen Verdauung . . . . .	189
2.1.2.1	Verdauung der Kohlenhydrate, Proteine und Lipide im Pansen . . . . .	190
2.1.2.2	Stöchiometrie der Fermentation im Pansen . . . . .	190
2.1.2.3	Stöchiometrie der Fermentation im Dickdarm . . . . .	193
2.1.3	Mikrobieller Wachstumsertrag . . . . .	193
2.1.3.1	Pansen . . . . .	193
2.1.3.2	Dickdarm . . . . .	195
2.1.4	Mikroorganismen im Dünndarm . . . . .	195
2.1.4.1	Einflüsse auf die Verdauung im Dünndarm . . . . .	195
2.1.4.2	Einflüsse auf die Zusammensetzung der mikrobiellen Flora im Dünndarm . . . . .	196
2.2	Mikroben des Verdauungstraktes und Futtertoxine . . . . .	197
2.2.1	Spezialfall Wiederkäuer . . . . .	198
2.2.2	Qualitative und quantitative Abwehrmechanismen . . . . .	199
2.2.2.1	Toxische Glykoside und Alkaloide . . . . .	200
2.2.2.2	Tannine . . . . .	202
2.2.3	Hemmung von Mikroorganismen des Pansens durch toxische Pflanzeninhaltsstoffe . . . . .	203
Literatur	. . . . .	204
<b>3.</b>	<b>Verdauung durch körpereigene Enzyme (O. Simon) . . . . .</b>	<b>206</b>
3.1	Geschichte der Verdauungsforschung . . . . .	206
3.2	Nährstoffabbau durch körpereigene Enzyme . . . . .	207
3.2.1	Regulation des pH-Wertes . . . . .	209
3.2.2	Bedeutung der Gallensäuren . . . . .	209
3.2.3	Aktivierung von Proenzymen . . . . .	209
3.2.4	Abbau der Kohlenhydrate . . . . .	210
3.2.5	Abbau der Fette . . . . .	210
3.2.6	Abbau der Proteine . . . . .	211
3.2.7	Abbau der Nucleinsäuren . . . . .	212
3.3	Regulation der Expression und Sekretion von Verdauungsenzymen . . . . .	213
3.4	Qualitative Kapazität der körpereigenen Enzyme . . . . .	214
3.5	Quantitative Kapazität der körpereigenen Enzyme . . . . .	215
Literatur	. . . . .	217
<b>4.</b>	<b>Gastrointestinale Transportmechanismen (H. Martens) . . . . .</b>	<b>219</b>
4.1	Einleitung . . . . .	219
4.2	Definitionen und Begriffe . . . . .	219
4.3	Allgemeine Grundlagen der Transportphysiologie . . . . .	219
4.3.1	Diffusion . . . . .	219
4.3.2	Osmose . . . . .	221
4.3.3	Bulk Flow oder Solvent Drag . . . . .	222
4.3.4	Aktiver Transport . . . . .	222
4.3.5	Erleichterte Diffusion . . . . .	222
4.4	Grundbegriffe der Elektrophysiologie von Epithelien . . . . .	223
4.5	Barrierefunktion der Magen-Darm-Epithelien . . . . .	224
4.5.1	Parazelluläre Passage . . . . .	224
4.5.2	Transzelluläre Passage . . . . .	225
4.5.2.1	Unspezifische Permeabilität von Membranen . . . . .	225
4.5.2.2	Gerichteter Transport mit Hilfe von Transportproteinen . . . . .	225
4.5.2.3	Energetische Betrachtung – Elektrochemisches Potential . . . . .	226

4.6	Epitheliale Transportmechanismen im Magen-Darm-Kanal . . . . .	228
4.6.1	Allgemeines . . . . .	228
4.6.2	Mechanismen der Speichelbildung . . . . .	228
4.6.3	Ruminale Transportmechanismen . . . . .	230
4.6.4	Magen . . . . .	235
4.6.5	Dünndarm . . . . .	236
4.6.5.1	Monosaccharide . . . . .	236
4.6.5.2	Aminosäuren . . . . .	236
4.6.5.3	Fette . . . . .	237
4.6.5.4	Mineralstoffe . . . . .	238
4.6.5.5	Resorption von Wasser . . . . .	241
4.6.5.6	Sekretorische Diarrhoe . . . . .	242
4.6.6	Dickdarm . . . . .	242
4.7	Schlußbemerkungen . . . . .	244
<i>Literatur</i> . . . . .		245
<b>5.</b>	<b>Stoffwechselregulation</b> (M. Stangassinger) . . . . .	247
5.1	Allgemeine Charakteristika des Stoffwechsels . . . . .	247
5.1.1	Grundstrategien . . . . .	247
5.1.2	Organisationsprinzipien . . . . .	249
5.2	Allgemeine Charakteristika der Stoffwechselregulation . . . . .	249
5.2.1	Biochemische Regelkreise . . . . .	250
5.2.2	Mechanismen der Stoffwechselkontrolle . . . . .	250
5.3	Hormonale Stoffwechselkontrolle . . . . .	253
5.3.1	Physiologische Konzepte . . . . .	253
5.3.2	Regulationsprinzipien . . . . .	255
5.4	Homöostatische Stoffwechselintegration . . . . .	256
5.5	Homöorhetische Stoffwechselintegration . . . . .	259
5.5.1	Grundlegende Theorien zur Nährstoffverteilung . . . . .	259
5.5.2	Einflüsse des Wachstumshormons auf den metabolischen Bedarf wachsender und laktierender Tiere . . . . .	260
5.6	Schlußbemerkungen . . . . .	261
<i>Literatur</i> . . . . .		262
<b>6.</b>	<b>Reproduktion</b> (W. Holtz und N. Neubert) . . . . .	263
<i>Literatur</i> . . . . .		271
<b>7.</b>	<b>Legeleistung</b> (H. Pingel und H. Jeroch) . . . . .	272
7.1	Entwicklung der Legeleistung . . . . .	272
7.2	Nährstoffleistung, Nährstoff- und Energiebilanzen . . . . .	274
7.3	Beziehung zwischen Eiquantität und Legeleistung . . . . .	275
7.4	Leistungsgrenzen und Möglichkeiten ihrer Überwindung . . . . .	276
<i>Literatur</i> . . . . .		280
<b>8.</b>	<b>Wachstum</b> (S. Molnar) . . . . .	280
<i>Literatur</i> . . . . .		288
<b>9.</b>	<b>Laktation</b> (Hj. Abel) . . . . .	289
9.1	Laktation als biologisches Phänomen . . . . .	289
9.2	Die Milchdrüse . . . . .	289
9.2.1	Morphogenese . . . . .	289
9.2.2	Synthese und Sekretion der Milch . . . . .	290
9.2.3	Substratversorgung und -aufnahme der Milchdrüse . . . . .	291
9.3	Stoffumsatz im Gesamtorganismus . . . . .	294

9.3.1	Glucose- und Stickstoffumsatz bei Milchkühen . . . . .	294
9.3.2	Intermediärer Fettumsatz . . . . .	296
9.4	Schlußbemerkungen . . . . .	298
	<i>Literatur</i> . . . . .	299
<b>10.</b>	<b>Wollerzeugung (A. Dittrich)</b> . . . . .	301
	<i>Literatur</i> . . . . .	304
<b>11.</b>	<b>Zugleistung (K. Becker)</b> . . . . .	305
11.1	Einleitung . . . . .	305
11.2	Physiologie des Arbeitstieres . . . . .	306
11.3	Substratnutzung und physische Aktivität . . . . .	308
11.4	Atmung und Kreislauf . . . . .	308
11.5	Körperliche Leistungsfähigkeit und limitierende Faktoren . . . . .	308
11.6	Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Training . . . . .	310
11.7	Energiebedarf, Energieverwertung und physische Kapazität von Zugochsen . . . . .	311
11.8	Schlußbemerkungen . . . . .	313
	<i>Literatur</i> . . . . .	314
	<b>Teil III: Das Fütterungspotential</b> . . . . .	317
<b>1.</b>	<b>Tierernährung und Tierverhalten (J. Ladewig und Ch. Müller)</b> . . . . .	317
1.1	Einleitung . . . . .	317
1.2	Entwicklung der traditionellen Systeme . . . . .	318
1.3	Verhaltensprobleme der Intensivhaltung . . . . .	319
1.3.1	Stereotypisches Verhalten . . . . .	319
1.3.2	Schwanzbeißen . . . . .	319
1.3.3	Bezoarbildung bei Mastkälbern . . . . .	320
1.3.4	Federpicken bei Hühnern . . . . .	320
1.4	Entwicklung alternativer Haltungssysteme . . . . .	321
1.4.1	Sauenhaltung . . . . .	323
1.4.2	Pferdehaltung . . . . .	324
1.4.3	Kälberhaltung . . . . .	325
1.5	Schlußbemerkungen . . . . .	325
	<i>Literatur</i> . . . . .	326
<b>2.</b>	<b>Regulation der Futteraufnahme (A. Hennig und U. Ranft)</b> . . . . .	327
2.1	Historische Entwicklung . . . . .	328
2.2	Geschmack . . . . .	329
2.2.1	Uami und andere Substanzen . . . . .	330
2.2.2	Aversion und Noxen . . . . .	330
2.2.3	Geschmackswahrnehmung . . . . .	330
2.3	Appetit, Hunger und Sättigung . . . . .	333
2.4	Modell der Regulation . . . . .	334
2.5	Theorien zur Regulation . . . . .	335
2.6	Weitere Einflußfaktoren . . . . .	336
2.7	Schlußbemerkungen . . . . .	337
	<i>Literatur</i> . . . . .	337
<b>3.</b>	<b>Fütterungsverfahren und Fütterungstechnik (H. Pirkelmann)</b> . . . . .	339
3.1	Konzeption von Fütterungsverfahren . . . . .	339
3.2	Fütterungsstrategien . . . . .	341
3.2.1	Herdenfütterung . . . . .	341
3.2.2	Gruppenfütterung . . . . .	341

3.2.3	Einzelfütterung . . . . .	342
3.3	Futtermittelaufbereitung . . . . .	343
3.3.1	Halmfutter . . . . .	343
3.3.2	Saftfutter (Hackfrüchte) . . . . .	344
3.3.3	Körnerfrüchte . . . . .	344
3.4	Fütterungstechnik . . . . .	345
3.4.1	Elektronikeinsatz in der Fütterung . . . . .	346
3.4.2	Techniken zur Fütterung von Konzentraten . . . . .	347
3.4.3	Techniken zur Fütterung von Grundfutter . . . . .	350
3.5	Schlußbemerkungen . . . . .	353
<i>Literatur</i> . . . . .		354
<b>4.</b>	<b>Futter- und Fütterungshygiene (B. Gedek)</b> . . . . .	354
4.1	Mikrobiologische Qualitätsbeurteilung und hygienische Beschaffenheit von Futtermitteln . . . . .	355
4.1.1	Keimbesatz als Qualitätsmerkmal . . . . .	355
4.1.2	Hygienestatus und Risikofaktoren . . . . .	360
4.1.3	Mikrobielle Wirkungen im tierischen Organismus . . . . .	360
4.1.4	Interpretation von Keimgehalten . . . . .	362
4.2	Mykotoxine und Tiergesundheit . . . . .	363
4.2.1	Mykotoxikosen durch Feldpilze . . . . .	365
4.2.2	Mykotoxikosen durch Lagerungspilze . . . . .	366
4.2.3	Risikoabschätzung und Rückstandsbildung . . . . .	367
4.3	Aspekte und Strategien der Futtermittelhygiene . . . . .	368
4.3.1	Detoxikation und Dekontamination von Futtermitteln . . . . .	368
4.3.2	Probiotika und Tiergesundheit . . . . .	370
4.4	Schlußbemerkungen . . . . .	372
<i>Literatur</i> . . . . .		373
<b>Teil IV: Das Nahrungsmittelpotential</b> . . . . .		375
<b>1.</b>	<b>Fleisch (M. Kreuzer)</b> . . . . .	375
1.1	Ansprüche an die Fleischqualität im Wandel von Zeit und Gesellschaft . . . . .	375
1.2	Einfluß der Fütterung auf die Fleischqualität . . . . .	377
1.3	Herausforderungen in der Erzeugung von qualitativ hochwertigem Fleisch . . . . .	390
1.4	Perspektiven in der Erzeugung von qualitativ hochwertigem Fleisch . . . . .	395
<i>Literatur</i> . . . . .		398
<b>2.</b>	<b>Milch (K. Pabst)</b> . . . . .	401
2.1	Einleitung . . . . .	401
2.2	Milchzusammensetzung . . . . .	403
2.3	Trinkmilch-Sensorik . . . . .	405
2.4	Fettprodukte . . . . .	406
2.4.1	Butter . . . . .	407
2.4.2	Schlagsahne . . . . .	409
2.5	Käse . . . . .	410
2.6	Schlußbemerkungen . . . . .	414
<i>Literatur</i> . . . . .		416
<b>3.</b>	<b>Eier (H. Jeroch)</b> . . . . .	417
3.1	Eiererzeugung und -verbrauch . . . . .	417
3.2	Eiqualitätskriterien und ihre Beeinflußbarkeit . . . . .	417



3.3	Einfluß von Ernährungsfaktoren auf die Eiqualität . . . . .	419
3.3.1	Äußere Qualitätsmerkmale . . . . .	419
3.3.2	Innere Qualitätsmerkmale . . . . .	422
<i>Literatur</i>	. . . . .	429
<b>4.</b>	<b>Fische (B. Rennert)</b> . . . . .	431
4.1	Definition und Historie der Aquakultur . . . . .	431
4.2	Aquakulturanlagen . . . . .	432
4.2.1	Teiche . . . . .	432
4.2.2	Käfige . . . . .	432
4.2.3	Rinnen- und Beckenanlagen . . . . .	433
4.3	Fischernährung . . . . .	436
4.4	Fischfütterung . . . . .	438
4.5	Der Fisch als Nahrungsmittel . . . . .	439
4.6	Aquakultur und Umwelt . . . . .	439
<i>Literatur</i>	. . . . .	440
<b>5.</b>	<b>Honig (J. H. Dustmann)</b> . . . . .	442
5.1	Begriffsbestimmung und Ausgangsstoffe . . . . .	442
5.2	Honigbereitung . . . . .	443
5.3	Zusammensetzung des Honigs . . . . .	445
5.4	Physikalische Eigenschaften des Honigs . . . . .	446
5.5	Honiggewinnung . . . . .	447
5.6	Honigsorten in Deutschland . . . . .	447
5.7	Verwendung und Wirkungen des Honigs . . . . .	448
<i>Literatur</i>	. . . . .	450
<b>Teil V: Das gesellschaftliche Potential</b> . . . . .		453
<b>1.</b>	<b>Tierernährung und Nahrungsgrundlage des Menschen</b> (H. Schafft und I. Immig) . . . . .	453
1.1	Einleitung . . . . .	453
1.2	Fleisch und Fleischverzehr . . . . .	454
1.3	Soziokulturelle und psychosoziale Faktoren des Ernährungsverhaltens . . . . .	455
1.4	Proteinbedarf des Menschen unter Erhaltungsbedingungen . . . . .	458
1.5	Probleme bei der Ableitung des Stickstoff-Minimalbedarfs . . . . .	459
1.5.1	Protein-Energie-Interaktionen . . . . .	460
1.5.2	Anpassung des Stoffwechsels an eine chronisch niedrige Proteinversorgung . . . . .	460
<i>Literatur</i>	. . . . .	462
<b>2.</b>	<b>Tierernährung im Ökosystem (M. W. A. Verstegen und S. Tamminga)</b> . . . . .	464
2.1	Einleitung . . . . .	464
2.2	Tierernährung im Wandel der Zeit . . . . .	465
2.3	Grenzen der Tierproduktion in der Gegenwart . . . . .	467
2.4	Tierernährung für eine umweltschonende Tierproduktion . . . . .	469
2.4.1	Reduzierung der Stickstoff-Emission . . . . .	470
2.4.2	Reduzierung der Mineralstoff-Emission . . . . .	473
2.4.3	Reduzierung der Methan-Emission . . . . .	474
2.5	Schlußbemerkungen . . . . .	475
<i>Literatur</i>	. . . . .	476
<b>3.</b>	<b>Tierernährung und Ökonomie (A. Mährlein)</b> . . . . .	478
3.1	Begriffsbestimmung . . . . .	478
3.2	Ökonomische Aspekte der praktischen Tierernährung . . . . .	479

---

3.2.1	Ermittlung der Kosten selbsterzeugter Futtermittel . . . . .	481
3.2.2	Austausch von Futtermitteln . . . . .	482
3.2.3	Ermittlung der optimalen Kraftfuttermenge in der Milchviehfütterung . . . . .	483
3.2.4	Umweltaspekte der Tierernährung . . . . .	485
3.2.4.1	Auswahl geeigneter Fütterungsverfahren . . . . .	486
3.2.4.2	Reduktion der Nährstoffgehalte in den Futtermitteln . . . . .	487
3.3	Schlußbemerkungen . . . . .	488
<i>Literatur</i>	. . . . .	489
<b>4.</b>	<b>Tierernährung und Ethik (W. Schulze)</b> . . . . .	489
<i>Literatur</i>	. . . . .	493
<b>5.</b>	<b>Tierernährung und Recht (U. Petersen)</b> . . . . .	493
5.1	Motive und rechtsgeschichtlicher Überblick . . . . .	493
5.2	In der Bundesrepublik Deutschland geltende futtermittelrechtliche Vorschriften . . . . .	494
5.2.1	Zweckbestimmung des Futtermittelgesetzes . . . . .	495
5.2.2	Begriffsbestimmungen . . . . .	495
5.2.3	Verbote zur Gefahrenabwehr . . . . .	496
5.2.4	Allgemeine Regeln für den gewerbsmäßigen Verkehr und die Werbung . . . . .	496
5.2.5	Regelungen über Einzelfuttermittel . . . . .	497
5.2.6	Regelungen über Mischfuttermittel . . . . .	497
5.2.7	Regelungen über Zusatzstoffe . . . . .	498
5.2.8	Unerwünschte Stoffe . . . . .	499
5.3	Amtliche Futtermittelüberwachung . . . . .	499
5.4	Futtermittelrechtliche Vorschriften in der Europäischen Union . . . . .	499
5.5	Sonstige für die Tierernährung wichtige Vorschriften . . . . .	501
5.5.1	Tierschutzrecht . . . . .	501
5.5.2	Veterinärrecht . . . . .	502
5.5.3	Ökologischer Landbau . . . . .	502
<b>Ausblick: Verantwortung und Perspektiven (Hj. Abel)</b>	. . . . .	503
<b>Sachregister</b>	. . . . .	505