

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. Futterergänzungsstoffe (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 (Ditttrich)	301
11. Zugleistung (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 (Verstegen, 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)

Sachregister

Inhaltsverzeichnis

Einführung	23
1. Kultur mit Nutztieren (Hj. Abel)	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
Literatur	33
2. Entwicklung der Tierernährungswissenschaft (A. Hennig)	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
Literatur	38
Teil I: Das Futterpotential	39
1. Globales Futterpotential und Futterpflanzen der gemäßigten Klimate	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 Inhaltstoffen	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 Inhaltstoffe	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
Literatur	61
2. Futterpotential der Tropen und Subtropen (E. R. Ørskov)	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
<i>Literatur</i>		74
3.	Futterstoffe tierischer Herkunft (R. Schubert und G. Flachowsky)	75
3.1	Milch und Milchnebenprodukte	76
3.2	Futterstoffe von Landtieren	78
3.3	Futterstoffe von Meerestieren	80
3.4	Tierexkremente	82
3.5	Schlußfolgerungen	85
<i>Literatur</i>		85
4.	Einzellerproteine (S. Molnar)	87
<i>Literatur</i>		93
5.	Futterergänzungsstoffe (G. Flachowsky)	94
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	Energieliefernde 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
6.	Futterkonservierung (H. Nonn)	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
7.	Futtertechnologie (H.-D. Jansen)	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
Teil II: Das Nutztierpotential	. . . . .	163
1.	Morphophysiolgische Adaptationen des Verdauungssystems (R. R. Hofmann)	163
1.1	Einleitung	163
1.2	Wiederkäuer	164
1.3	Schweine	176
1.4	Pferde	179
1.5	Schlüßbemerkungen	183
<i>Literatur</i>	. . . . .	183
2.	Mikrobiologie der Verdauung (D. I. Demeyer, M. Vande Woestyne und R. Prins)	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
<i>Literatur</i>	. . . . .	204
3.	Verdauung durch körpereigene Enzyme (O. Simon)	206
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
<i>Literatur</i>	. . . . .	217
4.	Gastrointestinale Transportmechanismen (H. Martens)	219
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
5.	Stoffwechselregulation (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 Wachstumhormons auf den metabolischen Bedarf wachsender und laktierender Tiere	260
5.6	Schlußbemerkungen	261
<i>Literatur</i>	. . . . .	262
6.	Reproduktion (W. Holtz und N. Neubert)	263
<i>Literatur</i>	. . . . .	271
7.	Legeleistung (H. Pingel und H. Jeroch)	272
7.1	Entwicklung der Legeleistung	272
7.2	Nährstoffleistung, Nährstoff- und Energiebilanzen	274
7.3	Beziehung zwischen Eiqualität und Legeleistung	275
7.4	Leistungsgrenzen und Möglichkeiten ihrer Überwindung	276
<i>Literatur</i>	. . . . .	280
8.	Wachstum (S. Molnar)	280
<i>Literatur</i>	. . . . .	288
9.	Laktation (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 Fettsatz	296
9.4	Schlußbemerkungen	298
<i>Literatur</i>		299
10.	Wollerzeugung (A. Dittrich)	301
<i>Literatur</i>		304
11.	Zugleistung (K. Becker)	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
Teil III: Das Fütterungspotential		317
1.	Tierernährung und Tierverhalten (J. Ladewig und Ch. Müller)	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 Mastkülbbern	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
2.	Regulation der Futteraufnahme (A. Hennig und U. Ranft)	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
3.	Fütterungsverfahren und Fütterungstechnik (H. Pirkelmann)	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	Futteraufbereitung	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
4.	Futter- und Fütterungshygiene (B. Gedek)	354
4.1	Mikrobiologische Qualitätsbeurteilung und hygienische Beschaffenheit von Futtermitteln	355
4.1.1	Keimbefall 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
Teil IV: Das Nahrungsmittelpotential	. . . . .	375
1.	Fleisch (M. Kreuzer)	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
2.	Milch (K. Pabst)	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
3.	Eier (H. Jeroch)	417
3.1	Eiererzeugung und -verbrauch	417
3.2	Equalitätskriterien 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
4.	Fische (B. Rennert)	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
5.	Honig (J. H. Dustmann)	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
Teil V: Das gesellschaftliche Potential		453
1.	Tierernährung und Nahrungsgrundlage des Menschen	
(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
2.	Tierernährung im Ökosystem (M. W. A. Verstegen und S. Tamminga)	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
3.	Tierernährung und Ökonomie (A. Mährlein)	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
4.	Tierernährung und Ethik (W. Schulze)	489
<i>Literatur</i>	. . . . .	493
5.	Tierernährung und Recht (U. Petersen)	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
Ausblick: Verantwortung und Perspektiven (Hj. Abel)	. . . . .	503
Sachregister	. . . . .	505