



Lehrbuch der Botanik

für Hochschulen

Begründet von
E. Strasburger · F. Noll
H. Schenck · A.F.W. Schimper

34. Auflage neubearbeitet von
Peter Sitte · Hubert Ziegler
Friedrich Ehrendorfer
Andreas Bresinsky

Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg · Berlin

Inhalt

Zeittafel	XVIII	D. Grenzen des Lebens	5
Einleitung	1	E. Biologie als Naturwissenschaft	6
A. Botanik als Biowissenschaft	1	F. Sonderstellung der Biologie	7
B. Was ist Leben?	2	G. Tier und Pflanze	8
C. Ursprung des Lebens	3	H. Gliederung und Bedeutung der Botanik	9

ERSTER TEIL: MORPHOLOGIE

Erster Abschnitt: Molekulare Grundlagen – die Bausteine der Zellen	15	5. Nucleolen und Präribosomen	57
I. Die Nucleinsäuren: DNA und RNA	15	6. Kernmatrix und Kernhülle	59
A. Molekularer Bau	16	7. Mitose und Zellzyklus	60
B. Basenpaarung und DNA-Doppelhelix	17	8. Die Kernteilungsspindel	64
C. DNA als semantisches Makromolekül	18	9. Zellteilung. Coenoblasten und Energiden	65
D. Die Replikation der DNA	18	10. Meiose	66
E. Charakterisierung und gezielte Veränderung von DNA	20	11. Molekulare Vorgänge beim Crossing over	70
F. Ribonucleinsäuren	22	12. Syngamie	71
G. Viren, Phagen, Viroide	22	D. Ribosomen, rRNAs und tRNAs	71
II. Die molekulare Struktur der Proteine	22	E. Biomembranen	73
A. Bau der Moleküle	22	1. Molekulare Komponenten	74
B. Räumliche Struktur und ihre Bedeutung	26	2. Das Fluidmosaik-Modell	74
C. Proteinkomplexe	28	3. Permeabilität und Membrantransport	75
III. Kohlenhydrate und Polysaccharide	29	4. Kompartimentierung und Gliederung der Zelle	77
IV. Lipide und ihre Aggregate	31	F. Zelluläre Membranen und Kompartimente	78
A. Hydrophilie und Hydrophobie	31	1. Die Zellmembran	80
B. Wasserstoffbrückenbindung und hydrophober Effekt	31	2. Das Endoplasmatische Reticulum (ER)	81
C. Strukturlipide und die Lipid-Doppelschicht	32	3. Dictyosomen und Golgi-Apparat	82
Zweiter Abschnitt: Bau und Feinbau der Zelle	34	4. Membranfluß, Exo- und Endocytose	83
I. Cytologie	34	5. Coated Vesicles	84
II. Methoden der Zellforschung	36	6. Cytoplasmatische Vesikel: Peroxisomen, Glyoxysomen	85
A. Licht- und Elektronenmikroskopie	36	7. Vakuolen und Tonoplast	86
B. Zellfraktionierung	40	G. Zellwände	89
III. Die Pflanzenzelle	40	1. Entwicklung und Differenzierung	89
A. Übersicht	40	2. Die primäre Zellwand	89
B. Das Cytoplasma	44	3. Plasmodesmen und Tüpfelfelder	94
1. Übersicht	44	4. Sekundärwände von Faser- und Holzzellen	95
2. Das Cytoskelett	45	5. Tüpfel	97
3. Motorproteine und zelluläre Bewegungsvorgänge	49	6. Isolierende Sekundärwände	97
4. Flagellen und Centriolen	50	H. Mitochondrien	100
C. Der Zellkern	52	1. Gestaltdynamik und Vermehrung	100
1. Übersicht	52	2. Die mitochondriale DNA (mtDNA)	101
2. Chromatin	53	3. Kompartimentierung und Membranen der Mitochondrien	102
3. Chromosomen und Karyotyp	55	I. Plastiden	104
4. Die Sequenzorganisation der Chromosomen	55		

1. Formen und Feinbau der Chloroplasten	104	2. Blattstellungen	156
2. Andere Plastidenformen; Stärke	107	3. Rhizome	160
3. Das Genom der Plastiden (ptDNA)	109	4. Die Lebensformen	160
IV. Zellbau bei Prokaryoten	110	5. Axilläre Verzweigung	163
A. Genetischer Apparat	110	6. Dichotome Verzweigung	167
B. Kompartimentierung bei Protocyten	112	7. Besondere Funktionen und Anpassungsformen	168
C. Die Flagellen der Bakterien	112	B. Anatomie der Sproßachse im primären Zustand	171
D. Wandstrukturen bei Protocyten	112	1. Entwicklung	171
V. Die Endosymbionten-Theorie	114	2. Anordnung der Dauergewebe	171
A. Entstehung der Plastiden und Mitochondrien durch Symbiogenese	114	3. Ausbildungsformen der Stele	172
B. Endocytobiose	116	4. Primäres Dickenwachstum und Erstarkungswachstum	174
Dritter Abschnitt: Die Gewebe der Sproßpflanzen	117	C. Sproßachsen im sekundären Zustand	174
I. Bildungsgewebe (Meristeme)	117	1. Sekundäres Dickenwachstum	174
A. Apikale (Scheitel-)Meristeme	119	2. Holz	177
1. Der Sproßscheitel	119	3. Bast	182
2. Der Wurzelscheitel	122	4. Borkenbildung und Wundheilung	183
B. Restmeristeme und Meristemoide	123	IV. Blattoorgane: Gestalten und Metamorphosen	186
C. Laterale Meristeme (Cambien)	123	A. Das Laubblatt	186
II. Dauergewebe	123	1. Gliederung und Symmetrie	186
A. Parenchyme	124	2. Entwicklung und Sonderformen	189
B. Abschlußgewebe	125	3. Anatomie	190
1. Epidermis und Cuticula	125	B. Blattfolge	192
2. Kork	131	C. Gestaltabwandlungen bei Blättern	194
3. Endodermis	132	1. Metamorphosen	194
C. Festigungsgewebe	133	2. Xeromorphe Blätter	195
D. Leitgewebe	135	3. Epiphyten	197
1. Phloem	136	4. Die Blätter tierfangender Pflanzen	198
2. Xylem	137	V. Wurzeln	199
3. Leitbündel	138	A. Basisfunktionen	199
E. Drüsenzellen und -gewebe	140	B. Wurzelsysteme	200
1. Milchröhren	141	C. Anatomie der Wurzel	201
2. Harzgänge und Sekretbehälter	141	1. Der primäre Bau	201
3. Köpfchenhaare und Drüsenemengenzen	142	2. Seitenwurzeln	202
		3. Der sekundäre Bau	203
		D. Metamorphosen der Wurzel	204
Vierter Abschnitt: Morphologie und Anatomie der Sproßpflanzen	143	Fünfter Abschnitt: Gestaltungsprinzipien bei Thalphyten	207
I. Einleitung	143	I. Übersicht	207
A. Morphologie bei Vielzellern	143	A. Differenzierungsgrad und Organisationshöhe	207
B. Kausale, finale und typologische Morphologie	144	B. Einzeller und Vielzeller	207
C. Beschreibende Morphologie und Pflanzenanatomie	146	C. Thalphyten	209
D. Homologie und Analogie	146	II. Organisation des Thallus bei Algen und Pilzen	209
E. Kormus und Thallus	148	A. Zellthallus und Schlauchthallus	209
F. Symmetrie	149	B. Vielzellige Algenthalli	210
II. Organisation des Kormus: Überblick	153	1. Trichale Organisation: Der Fadenthallus	210
III. Die Sproßachse	154	2. Der Gewebethallus	211
A. Äußerer Bau	154	C. Das Mycel der Pilze	212
1. Längsgliederung	154	III. Organisationsformen bei Leber- und Laubmoosen	213

ZWEITER TEIL: PHYSIOLOGIE

Einführung	217		
Erster Abschnitt: Physiologie des Stoff- und Energiewechsels	218		
I. Energetik des Stoffwechsels	218		
A. Energetik geschlossener Systeme	218		
1. Grundlagen	218		
2. Energetische Kopplung	220		
3. Geschwindigkeit der Gleichgewichtseinstellung – Katalyse	221		
4. Mechanismus der Enzymwirkung	224		
5. Enzym-Cofaktoren	224		
6. Enzymkinetik	225		
7. Einfluß der Umgebung auf die Enzymaktivität	225		
8. Intrazelluläre Verteilung der Enzyme	226		
B. Energetik offener Systeme	226		
II. Bereitstellung der Energie	227		
A. Autotrophie	227		
1. Photoautotrophie	227		
2. Chemoautotrophie	266		
B. Heterotrophie	267		
1. Der Abbau der Glucose zum Pyruvat	267		
2. Gärungen	268		
3. Die Atmung	270		
III. Regulationen im Zellstoffwechsel	283		
A. Grundprinzipien der Regulation	283		
B. Regulation der Enzymsynthese	283		
1. Die Funktion der Nucleinsäuren und die Proteinbiosynthese	284		
2. Regulation der Transkription – Substratinduktion und Produktrepression	292		
3. Regulation der Translation	294		
4. Regulation des Proteinabbaus	294		
C. Regulation der Enzymaktivität	295		
1. Isosterische Effekte. Kompetitive Hemmung	295		
2. Allosterische Effekte	295		
D. Metaboliten-Regulation (stöchiometrische Regulation)	296		
E. Regulation durch Umwandlung inaktiver Vorstufen	297		
F. Regulation über die Zusammenfassung von Enzymen in Multienzymkomplexen oder in Kompartimenten	297		
G. Gesamtregulation bei Gärungen und Atmung	298		
IV. Die Nährstoffe und ihr Umsatz in der Pflanze	299		
A. Die allgemeine stoffliche Zusammensetzung des Pflanzenkörpers	299		
1. Wassergehalt	299		
2. Trockensubstanz	299		
3. Aschengehalt	299		
B. Der Wasserhaushalt	300		
1. Die Aufnahme des Wassers durch die Pflanze	300		
2. Die Wasserabgabe	307		
3. Die Leitung des Wassers	311		
4. Wasserbilanz	316		
C. Die Mineralstoffe	317		
1. Benötigte Nährelemente	317		
2. Verfügbarkeit der Nährelemente	318		
3. Die Aufnahme der Nährelemente	319		
4. Der Transport der Mineralstoffe	323		
5. Die Bedeutung der mineralischen Nährelemente für die Pflanze	324		
6. Mineralsalze als Standortfaktoren	327		
D. Der Stoffwechsel der Kohlenhydrate	328		
E. Stickstoff-Metabolismus	329		
1. Assimilatorische Nitrat-Reduktion	329		
2. Dissimilatorische Nitrat-Reduktion (Nitrat-Atmung, Denitrifikation)	330		
3. Die Reduktion von molekularem Stickstoff (N ₂)	330		
4. Einbau von NH ₄ ⁺ in organische Stickstoffverbindungen	332		
5. Stoffwechsel anderer essentieller Stickstoffverbindungen	335		
6. Biosynthese von Antibiotika-Peptiden	338		
7. Der Stickstoffkreislauf	338		
F. Schwefel-Stoffwechsel	338		
G. Stoffwechsel der Lipide	340		
1. Bildung von Acetyl-CoA	340		
2. Biosynthese der Fettsäuren	341		
3. Bildung von Neutralfetten und Strukturlipiden	342		
4. Isoprenoidbiosynthese	343		
H. Biosynthesen einiger typischer sekundärer Pflanzenstoffe	345		
1. Die Bildung pflanzlicher Phenole und Phenolderivate	345		
2. Alkaloid-Biosynthese	351		
V. Assimilattransport in der Pflanze	351		
VI. Transport von Proteinen, RNA-Molekülen und Ribonucleoproteinen durch Kernporen und Membranen	353		
1. Transport durch Kernporen	353		
2. Transport von Proteinen durch Membranen	354		
VII. Stoffausscheidungen der Pflanzen	354		
1. Intrazelluläre Exkretabscheidung	354		
2. Intrazelluläre Exkretausscheidung	354		
3. Granulokrine Ausscheidung	355		
4. Ekkrine Ausscheidung	355		
5. Holokrine Ausscheidung	355		
VIII. Besonderheiten der heterotrophen Ernährung	356		
A. Saprophyten	356		
B. Parasiten	356		
C. Symbiose	357		
D. Tierfangende Pflanzen	362		

Zweiter Abschnitt: Physiologie des Formwechsels (Entwicklungsphysiologie)	363	C. Polarität	409
I. Regulation von Wachstum und Differenzierung	363	D. Endopolyploidie	412
A. Intrazelluläre Regulation von Wachstum und Differenzierung	363	IV. Korrelationen	412
B. Interzelluläre Regulation von Wachstum und Differenzierung: Phytohormone	366	A. Korrelative Förderung	412
1. Auxine	368	B. Korrelative Hemmung	413
2. Gibberelline	372	C. Abscission	414
3. Cytokinine	376	D. Altern und Tod	415
4. Abscisinsäure	378	E. Tumoren	417
5. Ethylen	379	Dritter Abschnitt: Physiologie der Bewegungen	420
6. Weitere natürliche Wuchs- und Hemmstoffe	381	I. Grundbegriffe	420
7. Das Zusammenspiel der Wachstumsregulatoren in der Zelle	382	II. Die freien Ortsbewegungen	422
8. Synthetische Wachstumsregulatoren	382	A. Die Taxien	423
C. Die Wirkung äußerer Faktoren auf Wachstum und Entwicklung	383	1. Chemotaxis	423
1. Die Wirkung der Temperatur	383	2. Phototaxis	426
2. Die Wirkung des Lichtes	388	3. Magnetotaxis	427
3. Die Wirkung der Schwerkraft	393	4. Andere Taxien	427
4. Einflüsse anderer Außenfaktoren (Xeromorphosen, Hydromorphosen, Trophomorphosen)	393	B. Bewegungen in den Zellen	428
D. Biologische Rhythmen und biologische Zeitmessung	394	1. Plasmaströmung	428
1. Tagesrhythmen (Circadiane Rhythmik)	394	2. Bewegungen der Zellkerne und Chloroplasten	429
2. Photoperiodisch induzierte Morphosen	396	III. Bewegungen lebender Organe	430
II. Wachstum	400	A. Tropismen	430
A. Das Wachstum der Zelle	400	1. Phototropismus	430
B. Das Wachstum der Organe	402	2. Skototropismus	435
1. Die Zellteilung	402	3. Gravitropismus	435
2. Die Wachstumszonen der Organe; Verlauf des Wachstums	404	4. Thigmotropismus	441
III. Differenzierung	405	5. Chemotropismus	441
A. Potenz, Embryonalisierung und Regeneration	405	6. Andere Tropismen	442
B. Determination	407	B. Nastien	442
1. Endonome Determination	407	1. Thermonastie	442
2. Aitonome Determination	407	2. Photonastie	442
		3. Chemonastie	443
		4. Seismonastie	444
		5. Thigmonastie, Rankenbewegungen	446
		6. Die nastischen Bewegungen der Spaltöffnungen	448
		C. Autonome Bewegungen	451
		D. Durch Turgor bewirkte Schleuder- und Explosionsbewegungen	453
		IV. Sonstige Bewegungen	454
		A. Hygroskopische Bewegungen	454
		B. Kohäsionsbewegungen	455

DRITTER TEIL: EVOLUTION UND SYSTEMATIK

Erster Abschnitt: Allgemeine Grundlagen	459	3. Mehrzellige vegetative Keimkörper	462
1. Fortpflanzung und Vermehrung	460	4. Besondere ungeschlechtliche Keimzellen	463
2. Verwandtschaft und Variation	460	B. Sexuelle Fortpflanzung	463
3. Sippenbildung und Evolution	460	1. Gameten und Gametangien	463
4. Ähnlichkeit und Abstammung	460	2. Syngamie und Zygotenbildung	463
5. Gruppierung und Benennung	461	3. Kernphasenwechsel und Meiosporenbildung	464
I. Allgemeine Fortpflanzungsbiologie	461	C. Fortpflanzungs- und Generationswechsel	465
A. Vegetative Fortpflanzung	462	1. Generationswechsel und Kernphasenwechsel	465
1. Zwei- und Mehrfachteilung bei Einzellern	462	2. Unterschiedliche Formen des Generationswechsels	465
2. Vegetative Fragmentation bei Vielzellern	462		

II. Genetik und Evolutionsforschung	466		
A. Variation und Vererbung	467		
1. Ontogenie, Phänotypus und Genotypus	467		
2. Kreuzungsversuch und Weitergabe der Erbanlagen	469		
3. Mutation	478		
4. Gen-Pool und Rekombinationssystem	484		
B. Anpassung und Differenzierung, Divergenz und Konvergenz	488		
1. Selektion, Drift und Populationsstruktur	488		
2. Räumliche Isolation und Rassensbildung	491		
3. Reproduktive Isolation und Artbildung	494		
4. Hybridisierung und Allopolyploidie	496		
C. Mikro- und Makro-Evolution	502		
III. Systematik und Phylogenetik	505		
1. Merkmale, Ähnlichkeit, Verwandtschaft und Phylogenie	505		
2. Hilfsmittel und Unterlagen der Ähnlichkeits- und Verwandtschaftsforschung	508		
IV. Taxonomie und Nomenklatur	514		
Zweiter Abschnitt: Übersicht des Pflanzenreiches	517		
Prokaryoten	520		
Organisationstyp: Bakterien (A. Archaea; B. Bacteria)	520		
A. Archaea (Archaeobakterien)	524		
Erste Abteilung: Crenarchaeota	524		
Zweite Abteilung: Euryarchaeota	524		
B. Bacteria (Eubakterien)	526		
Erste Abteilung: Posibacteriota, grampositive Eubakterien	526		
Zweite Abteilung: Negibacteriota, gramnegative Eubakterien	527		
Vorkommen und Lebensweise der Bakterien	529		
Organisationstyp: Prokaryotische Algen	531		
Dritte Abteilung: Cyanobacteriota, Cyanophyta, Blaualgen	531		
Vierte Abteilung: Prochlorobacteriota, Prochlorophyta	534		
Eukaryoten	535		
C. Eucarya	535		
Organisationstyp: Schleimpilze (1.–3. Abteilung)	535		
Erste Abteilung: Acrasiomycota	536		
Zweite Abteilung: Myxomycota	536		
I. Klasse: Myxomycetes	536		
II. Klasse: Protosteliomycetes	538		
Dritte Abteilung: Plasmodiophoromycota	538		
Organisationstyp: Pilze (4.–5. Abteilung)	539		
Vierte Abteilung: Oomycota	541		
Fünfte Abteilung: Eumycota	545		
I. Klasse: Chytridiomycetes	545		
II. Klasse: Zygomycetes	548		
III. Klasse: Ascomycetes	551		
1. Unterklasse: Taphrinomycetidae	552		
2. Unterklasse: Endomycetidae	552		
3. Unterklasse: Laboulbeniomycetidae	554		
4. Unterklasse: Ascomycetidae	554		
IV. Klasse: Basidiomycetes	563		
1. Unterklasse: Heterobasidiomycetidae	564		
2. Unterklasse: Homobasidiomycetidae („Höhere Holobasidiomyceten“)	571		
Fungi imperfecti (Deuteromycetes)	579		
Vorkommen und Lebensweise der Pilze	579		
Organisationstyp: Flechten (Lichenes)	582		
Organisationstyp: Eukaryotische Algen (6.–14. Abteilung)	586		
Sechste Abteilung: Glaucophyta	587		
Siebente Abteilung: Euglenophyta	588		
Achte Abteilung: Cryptophyta	589		
Neunte Abteilung: Chlorarachniophyta	590		
Zehnte Abteilung: Dinophyta	590		
Elfte Abteilung: Haptophyta	592		
Zwölfte Abteilung: Heterokontophyta (= Chrysophyta)	593		
I. Klasse: Chloromonadophyceae	594		
II. Klasse: Xanthophyceae	594		
III. Klasse: Chrysophyceae	595		
IV. Klasse: Bacillariophyceae (= Diatomeae; Kieselalgen)	596		
V. Klasse: Phaeophyceae (Braunalgen)	600		
Dreizehnte Abteilung: Rhodophyta, Rotalgen	607		
1. Unterklasse: Bangiophycidae	610		
2. Unterklasse: Florideophycidae	610		
Vierzehnte Abteilung: Chlorophyta, Grünalgen	612		
I. Klasse: Prasinophyceae	613		
II. Klasse: Chlorophyceae	614		
III. Klasse: Ulvophyceae	620		
IV. Klasse: Cladophorophyceae	621		
V. Klasse: Bryopsidophyceae (= Siphoneen)	622		
VI. Klasse: Dasycladophyceae	623		
VII. Klasse: Trentepohliophyceae	624		
VIII. Klasse: Pleurostrophyceae (= Trebouxiophyceae)	624		
IX. Klasse: Klebsormidiophyceae	625		
X. Klasse: Zygnematophyceae (= Conjugatae), Jochalgen	625		
XI. Klasse: Charophyceae, Armleuchteralgen	627		
Vorkommen und Lebensweise der Algen	630		
Organisationstyp: Embryophyten; Grüne Landpflanzen. (15.–17. Abteilung)	633		
Fünfzehnte Abteilung: Bryophyta, Moose	634		
I. Klasse: Anthocerotopsida, Hornmoose	635		
II. Klasse: Marchantiopsida (= Hepaticae z.T.; thallose Lebermoose)	636		
III. Klasse: Jungermaniopsida (= Hepaticae z.T.; überwiegend foliose Lebermoose)	640		
IV. Klasse: Bryopsida (= Musci, Laubmoose)	641		

1. Unterklasse: Sphagnidae, Torfmoose	644	2. Unterklasse: Pinidae (= Coniferae)	700
2. Unterklasse: Andreaeidae	646	2. Unterabteilung: Cycadophytina, Fiederblättrige Nacktsamer	708
3. Unterklasse: Bryidae	646	I. Klasse: Lyginopteridopsida (= Pteridospermae), Samenfarne	708
Vorkommen und Lebensweise der Moose	649	II. Klasse: Cycadopsida	711
Sechzehnte Abteilung: Pteridophyta, Farnpflanzen	652	III. Klasse: Bennettitopsida	713
I. Klasse: Psilophytopsida, Urfarngewächse	654	IV. Klasse: Gnetopsida (= Chlamydospermae)	714
II. Klasse: Psilotopsida, Gabelblattgewächse	656	3. Unterabteilung: Angiospermae (= Magnoliophytina), Bedecktsamer	716
III. Klasse: Lycopodiopsida, Bärlappgewächse	657	I. Klasse: Magnoliopsida (s. str.) (= Dicotyledoneae p.p.) Einfurchenpollen-Zweikeimblättrige	749
IV. Klasse: Equisetopsida (= Sphenopsida), Schachtelhalmgewächse	665	1. Unterklasse: Magnoliidae	749
V. Klasse: Pteridopsida (= Filicopsida), Farne	669	2. Diverse isolierte Ordnungen	749
a) Entwicklungsstufe: Primofilices (= Protopteridiidae)	669	3. Unterklasse: Nymphaeidae	751
b) Entwicklungsstufe: Eusporangiatae (= Ophioglossidae)	671	II. Klasse: Rosopsida (= Dicotyledoneae p.p., „Eudicots“) Dreifurchenpollen-Zweikeimblättrige	752
c) Entwicklungsstufe: Leptosporangiatae (= Pterididae)	672	1. Unterklasse: Ranunculidae	753
d) Entwicklungsstufe: Hydropterides (= Salviniidae), Wasserfarne	677	2. Diverse, sehr isolierte Überordnungen	755
Vorkommen und Lebensweise der Farnpflanzen	681	3. Unterklasse: Caryophyllidae	756
Siebzehnte Abteilung: Spermatophyta, Samenpflanzen	685	4. Unterklasse: Rosidae s. lat.	759
Entwicklungsstufe		5. Unterklasse: Asteridae s. lat.	783
1.–2. Unterabteilung: Gymnospermae, Nacktsamer	698	III. Klasse: Liliopsida (= Monocotyledoneae, „Monocots“) Einkeimblättrige	800
1. Unterabteilung: Coniferophytina, Gabel- und Nadelblättrige Nacktsamer	698	1. Unterklasse: Alismatidae (= Helobiae)	803
I. Klasse: Ginkgoopsida	699	2. Unterklasse: Aridae	804
II. Klasse: Pinopsida, Nadelhölzer	699	3. Unterklasse: Liliidae s. lat.	804
1. Unterklasse: Cordaitidae	700	4. Unterklasse: Arecidae s. str. (= Spadiciflorae p.p.), Palmen	810
		5. Unterklasse: Commelinidae	811
		Rückblick auf die Stammesgeschichte der Organismen	817

VIERTER TEIL: GEOBOTANIK

Erster Abschnitt: Arealkunde	828	Dritter Abschnitt: Standort und Ökosystem	860
A. Erfassung und Darstellung der Areale	828	A. Klimatische und edaphische Faktoren	861
B. Arealtypen und Geoelemente	828	1. Allgemeines zu Klima und Boden	861
C. Ausbreitung und Stammesgeschichte	832	2. Strahlung	864
D. Arealgestalt und heutige Standortfaktoren	837	3. Temperatur und Wärme	866
E. Diversität und floristische Gliederung der Biosphäre	838	4. Wasser	868
		5. Chemische Faktoren	871
		6. Feuer und mechanische Einflüsse	875
Zweiter Abschnitt: Vegetationskunde	840	B. Biotische Wechselwirkungen	876
A. Populationen und ihre Dynamik	840	C. Leistung und Dynamik der Ökosysteme	879
B. Struktur der Pflanzengemeinschaften	842	D. Nutzung und Veränderung durch den Menschen	885
C. Entstehung und Veränderung der Pflanzengemeinschaften	848	Vierter Abschnitt: Floren- und Vegetationsgeschichte	892
D. Pflanzengesellschaften und Vegetationssysteme	852	A. Methoden	892
		B. Protero- und Paläophytikum	893

C. Mesophytikum	895	4. Die circumboreale Region	916
D. Älteres Neophytikum: Ober-Kreide	895	5. Die pontisch-südsibirische Region	917
E. Mittleres Neophytikum: Tertiär	896	6. Die makaronesisch-mediterrane Region	919
F. Jüngstes Neophytikum: Quartär	900	B. Die tropischen Florenreiche	920
Fünfter Abschnitt: Floren- und Vegetations- gebiete der Erde	907	C. Die südhemisphärischen Florenreiche	924
A. Das Holarktische Florenreich	907	D. Das Ozeanische Florenreich	924
1. Die mitteleuropäische Region (untere Höhenstufen)	908	Literaturhinweise	927
2. Die Gebirge der mitteleuropäischen Region	914	Register	953
3. Die circumarktische Region	916	Die Zeitalter der Erdgeschichte	1005
		Einheiten und Symbole	1006