

# Inhalt

Vorwort . . . . .	V	6.4	Primärproduktion . . . . .	59
Physikalische Größen, Einheiten, Umrechnungsfaktoren . . . . .	XIII	6.5	Mineralstoffkreislauf . . . . .	61
Abkürzungen und vorkommende Symbole . . . . .	XIV	7	Versuch einer Gliederung des Zonobioms I in Eu-Biome . . . . .	65
Erläuterungen zu den Karten mit der ökologischen Gliederung der Kontinente . . . . .	XVI	8	Äquatoriales Orobiom I . . . . .	66
<b>Teil 1: Zonobiom I Äquatoriales ZB mit Tageszeitenklima (perhumides Zonobiom)</b> . . . . .	1	8.1	Klima und Böden der Höhenstufen . . . . .	66
Allgemeines . . . . .	1	8.2	Die Vegetation der bewaldeten Höhenstufen . . . . .	68
1 Klimatische Verhältnisse . . . . .	2	8.3	Die alpine Stufe des Orobioms I . . . . .	71
1.1 Makroklima . . . . .	2	8.3.1	Páramos in Südamerika (Venezuela und Bolivien) . . . . .	71
1.2 Mikroklima . . . . .	8	8.3.2	Afroalpine Stufe . . . . .	84
1.3 Klima der unteren Gebirgshänge . . . . .	10		Kilimandscharo . . . . .	85
1.4 Klima der Sub-Zonobiome . . . . .	12		Ökophysiologische Untersuchungen am Kilimandscharo . . . . .	89
2 Die Böden . . . . .	13		Mt. Kenya . . . . .	91
2.1 Klimatischer Bodentypus . . . . .	13	8.3.3	Ruwenzori und Kamerunberg . . . . .	96
2.2 Lateritische Böden und Podsolböden . . . . .	17	9	Die Höhenstufen auf Java . . . . .	96
3 Produzenten . . . . .	18	9.1	Pedobiome des Zonobioms I . . . . .	97
3.1 Allgemeines . . . . .	18		Peinobiome: Waldhochmoore und Heidewälder in den feuchten Tropen . . . . .	98
3.2 Ökologie der verschiedenen Synusien . . . . .	20	10	Die Zono-Ökotone . . . . .	102
3.2.1 Ökologisch-morphologische Besonderheiten der Baumschicht . . . . .	25	10.1	Das typische Zono-Ökoton I/II . . . . .	102
3.2.2 Ökophysiologie der Bäume . . . . .	29	10.2	Besondere Verhältnisse an den humiden tropischen Ostküsten der Kontinente . . . . .	104
3.2.3 Ökologie der Strauch- und Krautschicht . . . . .	33	10.3	Die ariden Zono-Ökotone I/II . . . . .	105
3.2.4 Besondere Lebensformen des tropischen Regenwaldes . . . . .	40	<b>Teil 2: Zonobiom II: Tropisches ZB mit Sommerregen (humido-arides)</b> . . . . .	106	
3.2.4.1 Ökologie der Lianen . . . . .	40	Allgemeines . . . . .	106	
3.2.4.2 Ökologie der Hemi-Epiphyten . . . . .	42	1 Klimatische Verhältnisse . . . . .	106	
3.2.4.3 Ökologie der Epiphyten . . . . .	43	2 Bodenverhältnisse . . . . .	108	
Allgemeines . . . . .	43	3 Die Produzenten . . . . .	113	
Epiphytenbiotope . . . . .	46	3.1 Allgemeine Bedeutung des jahreszeitlich bedingten Laubabwurfs der Bäume für die Produktion . . . . .	113	
Der Wasserhaushalt der Epiphyten . . . . .	47	3.2 Die zonale Waldvegetation des ZB II . . . . .	115	
3.2.4.4 Ökologie der Epiphyllen . . . . .	52	3.2.1 Ökologische Untersuchungen der Miombo-Wälder . . . . .	120	
4 Konsumenten . . . . .	52	Lupa North Forest Reserve (Tanzania) . . . . .	120	
5 Destruenten . . . . .	55	Untersuchungen im früheren S-Rhodesien (Zimbabwe) . . . . .	122	
6 Ökosysteme des Zonobioms I . . . . .	56	3.3 Die Ökologie der Savannen . . . . .	124	
6.1 Die Gefährdung der tropischen Regenwald-Ökosysteme . . . . .	56			
6.2 Wasserbilanz und Bodenerosion . . . . .	57			
6.3 Die Biomasse . . . . .	57			

X Inhalt

3.3.1	Holzpflanzen und Gräser als Antagonisten . . . . .	124
3.3.2	Das Wettbewerbsgleichgewicht in der Savanne . . . . .	129
3.3.3	Die Verbuschung – eine Gefahr für die Weidewirtschaft . . . . .	131
3.3.4	Die verschiedenen Savannentypen . . . . .	133
3.4	Einzelbeispiele besonders großflächiger Savannen . . . . .	134
3.4.1	Die Llanos am Orinoco . . . . .	134
3.4.2	Savannen der Campos Cerrados in Brasilien . . . . .	137
3.5	Die Parklandschaften . . . . .	140
4	Die Konsumenten . . . . .	143
5	Die Destruenten . . . . .	146
6	Ökosysteme im Bereich des ZB II . . . . .	148
6.1	Phytomasse und Netto-Primärproduktion von regengrünen Wäldern des ZB II . . . . .	148
6.2	Lamto-Savannen-Ökosystem . . . . .	150
6.2.1	Wirbeltiere . . . . .	151
6.2.2	Wirbellose . . . . .	152
6.2.3	Bodenfauna . . . . .	153
6.3	Nylsvley-Ökosystem . . . . .	154
6.4	Ngoro-Ngoro-Parklandschaft . . . . .	156
7	Vorläufige Gliederung des ZB II in Eu-Biome . . . . .	156
8	Orobiome II . . . . .	157
8.1	Allgemeines . . . . .	157
8.2	Puna in NW-Argentinien . . . . .	162
9	Pedobiome des Zonobioms I und II . . . . .	168
9.1	Mangroven (Gezeiten-Halo-Amphibiome) . . . . .	168
9.2	Halobiome der Lagunen im ariden Klima . . . . .	180
9.3	Psammobiome . . . . .	182
9.4	Lithobiome . . . . .	186
9.5	Amphibiome (im Süßwassergebiet) . . . . .	187
9.6	Helobiome und Hydrobiome . . . . .	188
10	Zono-Ökoton II/III . . . . .	194
10.1	Südwestafrika . . . . .	194
10.2	Sahelzone . . . . .	195
10.3	Kapverdische Inseln . . . . .	198
10.4	Die Wüste Thar oder Sind als Zono-Ökoton II/III . . . . .	199
10.5	Das aride Gebiet in SW-Madagaskar . . . . .	204
10.6	Andere aride Übergangszonen . . . . .	205
10.6.1	Die Caatinga NE-Brasiliens . . . . .	206
10.6.2	Die tropisch ariden Gebiete Ostafrikas . . . . .	207

<b>Teil 3: Zonobiom III: Subtropische Wüsten (arides Zonobiom)</b> . . . . .	209
Zur Einführung . . . . .	209
<b>Allgemeiner Teil</b> . . . . .	210
1 Klimatische Bedingungen . . . . .	210
2 Die Böden in den Wüsten . . . . .	213
3 Die Produzenten . . . . .	217
4 Die Konsumenten . . . . .	220
<b>Spezieller Teil</b> . . . . .	220
<b>A. Sonora-Wüste</b> . . . . .	220
Einführung . . . . .	220
1 Klima der Sonora-Wüste . . . . .	222
2 Böden des Tucson-Beckens . . . . .	223
3 Die Produzenten . . . . .	225
4 Konsumenten . . . . .	230
4.1 Vegetationsveränderungen durch Beweidung . . . . .	230
5 Destruenten . . . . .	231
6 Ökophysiologie der einzelnen ökologischen Pflanzentypen . . . . .	231
6.1 Transpirationmessungen . . . . .	231
6.2 Die Bedeutung des Hydratationszustandes von lebenden Protoplasten als wichtigster Faktor des Wasserhaushalts der Pflanzen . . . . .	233
6.2.1 Hydraturverhältnisse bei Kakteen . . . . .	234
6.2.2 Hydratur und Blattmorphologie bei <i>Encelia farinosa</i> . . . . .	237
6.2.3 Hydraturverhältnisse bei verschiedenen Sträuchern . . . . .	238
6.2.4 Hydraturverhältnisse und Wachstum der Ephemeran . . . . .	241
6.2.5 Laubabwerfende Holzgewächse . . . . .	243
6.3 Die Photosynthese und die Produktion der Sukkulenten . . . . .	243
6.3.1 Untersuchungen an Kakteen . . . . .	244
6.3.2 Untersuchungen an Agaven . . . . .	245
6.4 Ökosystemforschung . . . . .	246
7 Beziehungen der Sonora-Wüste zur Chihuahua-Wüste in Mexiko sowie die Larrea- und andere Wüsten in Südamerika . . . . .	246
7.1 Die Larrea-Wüste . . . . .	247
8 Orobiome der Sonora-Wüste in Arizona . . . . .	250
8.1 Untere Encinalstufe . . . . .	252
8.2 Obere Encinalstufe und höhere Stufen . . . . .	252
<b>B. Peruanisch-Chilenische Wüste</b> . . . . .	254
Einführung . . . . .	254
Peruanische Wüste . . . . .	255

1	Klima . . . . .	255
2	Böden . . . . .	257
3	Vegetationsgliederung . . . . .	257
3.1	Peruanische Wüste . . . . .	257
3.1.1	Die Gliederung der Nebelwüste . . . . .	257
4	Loma-Fauna . . . . .	261
5	Oasen . . . . .	261
	Nordchilenische Wüste . . . . .	261
6	Das Orobium III am Andenwesthang . . . . .	264
7	Zono-Ökoton III/II . . . . .	265
	Galapagos-Inseln . . . . .	266

**C. Die Namib-Nebelwüste im südwestlichen Afrika . . . . . 266**

	Allgemeines . . . . .	266
	Geographische Lage der Namib und ihre Gliederung . . . . .	268
1	Das Klima . . . . .	270
1.1	Allgemeines . . . . .	270
1.2	Gibt es in der Namib Nebelpflanzen? . . . . .	272
1.3	Tagesgänge von Temperatur und Luftfeuchtigkeit . . . . .	275
1.4	Evaporation . . . . .	277
2	Die Böden (von H. Scholz) . . . . .	277
2.1	Geomorphologie und Ausgangsgestein . . . . .	277
2.2	Bodentypen . . . . .	278
2.3	Salzkrustenböden . . . . .	279
3	Die Produzenten . . . . .	279
3.1	Pflanzenwuchs und Wasservorräte im Boden . . . . .	279
3.2	Die Gliederung der Vegetation . . . . .	280
3.2.1	Die Vegetation der fast ebenen Flächen . . . . .	281
3.2.2	Die Vegetation der Inselberge und Gesteinsrücken . . . . .	282
3.3	Die Vegetation der Namib-Riviere . . . . .	283
3.4	Die Vegetation der großen Fremdlings-Riviere . . . . .	285
3.5	Das Dünen-Ökosystem . . . . .	287
3.6	Die weiten Grasflächen der Inneren Namib . . . . .	288
3.7	Die Vegetation der Inselberge und Riviere der Inneren Namib . . . . .	288
3.8	Die Vegetation der Vornamib . . . . .	289
3.9	Die Übergangzone mit <i>Welwitschia</i> . . . . .	290
3.10	Öko-physiologische Untersuchungen in der Namib . . . . .	296
3.10.1	<i>Welwitschia</i> . . . . .	296

3.10.2	Untersuchungen von Sukkulen-ten . . . . .	298
4	Konsumenten . . . . .	300
4.1	Säugetiere . . . . .	300
4.2	Vögel . . . . .	301
4.3	Andere Tiergruppen . . . . .	302
4.4	Die Menschen . . . . .	302
5	Destruenten . . . . .	303
6	Die Ökosysteme . . . . .	303
6.1	Biogeozön der fast ebenen Flächen der Äußeren Namib . . . . .	303
6.2	Biogeozöne der leichten Senken oder Strandwälle mit Haufendünen . . . . .	304
6.3	Biogeozönkomplexe der Inselberge und der Canyons . . . . .	304
6.4	Erosionsrinnen und kleine Namibriviere . . . . .	304
6.5	Die Oasen der Fremdlingsriviere Swakop mit Khan und Kuiseb . . . . .	305
6.6	Das Biogeozön der Grasflächen der Inneren Namib . . . . .	305
6.7	Ökosystem der vegetationslosen Sanddünen ohne Produzenten . . . . .	306
6.8	Teilökosysteme, die vom Meere abhängig sind . . . . .	306
6.8.1	Robbenplätze an felsigen Küsten . . . . .	306
6.8.2	Die Guano-Inseln . . . . .	306

**D. Die Karoo in Südafrika . . . . . 306**

1	Klima und Vegetation . . . . .	306
2	Das Zono-Ökoton III/II der «Upper Karoo» . . . . .	313
3	Ökologische Untersuchungen . . . . .	315
3.1	Das Verhalten der Sukkulenten und Halophyten . . . . .	315
3.2	Versuche mit poikilohydran Farne . . . . .	318
3.3	Wasserhaushalt der Karoo-Zwergsträucher . . . . .	318
3.4	Das Verhalten der Hartlaubgewächse bei Wassermangel . . . . .	319

**E. Die Trockengebiete Australiens . . . . . 320**

	Einführung . . . . .	320
1	Klima . . . . .	322
1.1	Niederschlag . . . . .	322
1.2	Weitere Faktoren des Klimas . . . . .	325
2	Böden . . . . .	326
3	Produzenten . . . . .	326
3.1	Flora . . . . .	326
3.2	Vegetation . . . . .	328
4	Konsumenten . . . . .	334
4.1	Wirbeltiere . . . . .	334
4.2	Wirbellose . . . . .	336

XII Inhalt

4.3	Der Mensch . . . . .	336	4.3	Untersuchungen in der Kieswüste zwischen Kairo und Suez . . . . .	374
5	Destruenten . . . . .	337	4.4	Die Vegetation an der ägyptischen Mittelmeerküste . . . . .	378
6	Ökosysteme . . . . .	337	4.5	Die Niederschlagsverhältnisse Ägyptens in der Vergangenheit . . . . .	381
6.1	Chenopodiaceen-Halbwüste (salt bush) . . . . .	337	5	Das Zono-Ökoton III/IV im westlichen Nordafrika . . . . .	382
6.2	<i>Acacia aneura</i> – Buschland (Mulga) . . . . .	344	<b>G. Arabische Halbinsel</b> . . . . .	384	
6.3	Spinifex-Grasland . . . . .	351	1	Einleitung . . . . .	384
6.4	Feuchte Standorte in Zentral-Australien . . . . .	352	2	Klima . . . . .	385
7	Gliederung in Biome . . . . .	354	3	Vegetation . . . . .	385
8	Orobiome . . . . .	354	<b>H. Sinai-Halbinsel und Negev-Wüste</b> . . . . .	390	
9	Pedobiome . . . . .	355	1	Sinai-Halbinsel . . . . .	390
10	Zono-Ökotope . . . . .	355	2	Negev-Wüste . . . . .	393
<b>F. Die Sahara mit Ägypten</b> . . . . .	355		2.1	Klimatische Verhältnisse . . . . .	394
	Allgemeines . . . . .	355	2.2	Relief und Böden . . . . .	394
1	Klima und Flora . . . . .	357	2.3	Die Produzenten . . . . .	395
2	Boden- und Vegetationsverhältnisse . . . . .	358	2.3.1	Allgemeines . . . . .	395
2.1	Steinwüste oder Hamada . . . . .	358	2.3.2	Morphologisch-physiologische Anpassung der Wüstenpflanzen an die jahreszeitlichen Schwankungen der Wasserversorgung . . . . .	402
2.2	Kieswüste oder Serir, bzw. Reg . . . . .	359	2.4	Konsumenten und ihre Anpassungen an die Wüstenbedingungen der Negev . . . . .	407
2.3	Sandwüste oder Erg, bzw. Areg . . . . .	360	2.5	Zono-Ökoton III/IV im Vorderen Orient . . . . .	408
2.4	Die Trockentäler oder Wadis bzw. Oueds . . . . .	362	Literaturverzeichnis . . . . .	410	
2.5	Pfannen, Dayas, sowie Sebchas oder Schotts . . . . .	362	Sachregister . . . . .	433	
2.6	Oasen . . . . .	365	Im Band 3. Spezielle Ökologie der Gemäßigten und Arktischen Zonen werden die Zonobiome IV–IX behandelt.		
2.7	Staubböden der regenlosen mittleren Sahara . . . . .	366			
3	Orobiome III in der Sahara . . . . .	367			
3.1	Tibestgebirge . . . . .	367			
3.2	Hoggargebirge . . . . .	369			
4	Ökologische Untersuchungen . . . . .	371			
4.1	Zentral- und Westsahara . . . . .	371			
4.2	Ägypten . . . . .	372			