

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ökologie und Evolution</b>	<b>1</b>
1.1	Natürliche Auslese	1
1.2	Fitneß	2
1.3	Proximat- und Ultimatifaktoren	5
<b>2</b>	<b>Methodik ökologischer Forschung</b>	<b>9</b>
2.1	Testen von Hypothesen	9
2.2	Beobachten und Registrieren	11
2.3	Korrelation von Freilanddaten	14
2.4	Labor- und Freilandexperimente	15
2.5	Mathematische Modelle	19
<b>3</b>	<b>Besonderheiten des aquatischen Lebensraums</b>	<b>22</b>
3.1	Folgen der Molekülstruktur des Wassers	22
3.1.1	Assoziation der Moleküle	22
3.1.2	Dichteanomalie	22
3.1.3	Thermische Eigenschaften	23
3.1.4	Oberflächeneffekte	24
3.1.5	Viskosität	24
3.1.6	Wasser als Lösungsmittel	30
3.2	Vertikale Gradienten	35
3.2.1	Licht	35
3.2.2	Temperatur	39
3.3	Abhängige Gradienten	45
3.3.1	Sauerstoff	45
3.3.2	pH-Wert	49
3.3.3	Redoxpotential	50
3.3.4	Meromixis als Sonderfall	53
3.4	Fließgewässer	54
3.4.1	Strömung	54
3.4.2	Temperatur	57
3.4.3	Sauerstoff	57
3.5	„Voraussagbarkeit“ der Umweltbedingungen im Wasser	59
<b>4</b>	<b>Das Individuum in seinem Lebensraum</b>	<b>61</b>
4.1	Leistungen des Individuums	61
4.1.1	Toleranz- und Optimalbereich	61
4.1.2	Nische	63
4.1.3	Verhalten als Anpassung an Umweltvariabilität	63

4.2	Abiotische Faktoren . . . . .	67
4.2.1	Temperatur . . . . .	67
4.2.2	Sauerstoff . . . . .	70
4.2.3	pH-Wert . . . . .	74
4.2.4	Sonstige Ionen . . . . .	77
4.2.5	Strömung . . . . .	91
4.2.6	Dichte des Wassers . . . . .	85
4.2.7	Oberflächenspannung . . . . .	91
4.3	Ressourcen . . . . .	92
4.3.1	Was sind Ressourcen? . . . . .	92
4.3.2	Konsum von Ressourcen („Functional response“) . . . . .	94
4.3.3	Ressourcen als limitierender Faktor der Abundanz und des Wachstums (Numerical response) . . . . .	100
4.3.4	Substituierbare Ressourcen . . . . .	106
4.3.5	Licht . . . . .	107
4.3.6	Anorganischer Kohlenstoff . . . . .	118
4.3.7	Mineralische Nährstoffe . . . . .	120
4.3.8	Anorganische Energiequellen . . . . .	123
4.3.9	Elektronenakzeptoren der anaeroben Atmung . . . . .	124
4.3.10	Gelöste organische Substanzen . . . . .	126
4.3.11	Partikuläre organische Substanz . . . . .	131
4.4	Nutzung der Energie . . . . .	141
4.4.1	Netto- und Bruttoproduktion . . . . .	141
4.4.2	Energienutzung der Photosynthese . . . . .	142
4.4.3	Energiebilanz heterotropher Organismen . . . . .	143
4.5	Bedeutung der Körpergröße . . . . .	153
<b>5</b>	<b>Population</b> . . . . .	<b>158</b>
5.1	Eigenschaften von Population . . . . .	158
5.2	Regelung der Populationsgröße . . . . .	159
5.2.1	Abundanzschwankungen . . . . .	159
5.2.2	Mechanismen der Abundanzänderung . . . . .	161
5.2.3	Wachstumsrate der Population . . . . .	161
5.2.4	Exponentielles und logistisches Wachstum . . . . .	164
5.2.5	Konzept des Fließgleichgewichts . . . . .	167
5.2.6	Schätzung der Parameter der Populationsdynamik . . . . .	168
5.3	Phänotypische und genotypische Variabilität . . . . .	177
5.4	Demographie . . . . .	185
5.5	Verteilung . . . . .	189
5.6	r- und K-Strategie . . . . .	191
5.7	Verbreitung und Kolonisierung . . . . .	195
<b>6</b>	<b>Interaktionen</b> . . . . .	<b>200</b>
6.1	Konkurrenz um Ressourcen . . . . .	200
6.1.1	Historische Konzepte: Exklusionsprinzip – Nische . . . . .	200

6.1.2	Konkurrenzmodell nach Lotka und Volterra . . . . .	203
6.1.3	Mechanistische Theorie der Konkurrenz um Ressourcen	206
6.1.4	Konkurrenz unter variablen Bedingungen . . . . .	215
6.1.5	Konkurrenz um substituierbare Ressourcen . . . . .	221
6.2	Direkte Interaktionen von Konkurrenten . . . . .	224
6.2.1	Chemische Faktoren . . . . .	224
6.2.2	Mechanische Interaktionen . . . . .	226
6.3	Räuber-Beute-Beziehungen . . . . .	228
6.3.1	Ursachen der Mortalität . . . . .	228
6.3.2	Räuber-Beute-Zyklen . . . . .	229
6.3.3	Evolution von Verteidigungsmechanismen . . . . .	231
6.4	Grazing . . . . .	233
6.4.1	Grazing im Plankton – quantitative Aspekte . . . . .	233
6.4.2	Selektivität der herbivoren Zooplankter . . . . .	236
6.4.3	Störung des Zooplanktons durch ungreißbare Algen . . . . .	240
6.4.4	Nährstoffregeneration durch das herbivore Zooplankton	241
6.4.5	Periphyton . . . . .	245
6.5	Prädation . . . . .	246
6.5.1	Komponenten des Beutemachens . . . . .	246
6.5.2	Selektivität . . . . .	249
6.5.3	Vertebrate Räuber . . . . .	252
6.5.4	Invertebrate Räuber . . . . .	261
6.5.5	Verteidigungsmöglichkeiten der Beute . . . . .	264
6.5.6	Konsequenzen für das Beutespektrum . . . . .	271
6.6	Parasitismus . . . . .	273
6.6.1	Allgemeine Merkmale . . . . .	273
6.6.2	Beispiel: Pilzparasitismus auf Phytoplanktern . . . . .	275
6.7	Symbiose . . . . .	277
6.8	Zusammenwirken von Konkurrenz und Prädation . . . . .	278
6.8.1	Size-Efficiency-Hypothese . . . . .	278
6.8.2	Evolution von Lebenszyklusstrategien . . . . .	281
6.8.3	Zyklomorphose . . . . .	289
6.8.4	Vertikalwanderung . . . . .	294
<b>7</b>	<b>Lebensgemeinschaften . . . . .</b>	<b>302</b>
7.1	Abgrenzung von Lebensgemeinschaften . . . . .	302
7.2	„Superorganismus“ oder „Sieb“ . . . . .	303
7.3	Innere Struktur von Lebensgemeinschaften . . . . .	304
7.3.1	Nahrungsketten und Nahrungsnetze . . . . .	304
7.3.2	Aggregationsprobleme . . . . .	307
7.3.3	Schlußsteinarten . . . . .	309
7.3.4	„Bottom-up/Top-down“-Kontroverse . . . . .	313
7.3.5	Versuche einer Synthese in der „Bottom-up/Top-down“-Kontroverse . . . . .	316
7.4	Artenzahl und Diversität . . . . .	321

7.4.1	Messung und Diversität . . . . .	321
7.4.2	Ursachen und Erhaltung der Diversität . . . . .	322
7.5	Stabilität . . . . .	326
7.6	Lebensgemeinschaften der Seen . . . . .	329
7.6.1	Lebensgemeinschaften des Pelagials . . . . .	329
7.6.2	Benthon . . . . .	331
7.6.3	Kopplung der Lebensräume . . . . .	333
7.7	Lebensgemeinschaften des Fließwassers . . . . .	336
7.7.1	Gliederung der Fließgewässer . . . . .	336
7.7.2	River-Continuum-Konzept . . . . .	339
<b>8</b>	<b>Gewässer als Ökosystem . . . . .</b>	<b>345</b>
8.1	Ökosysteme als Aggregate . . . . .	345
8.2	Energiefluß . . . . .	346
8.2.1	Energiequellen und Energieträger . . . . .	346
8.2.2	Effizienz des Energietransfers . . . . .	347
8.2.3	Trophische Ebenen und Pyramiden . . . . .	348
8.2.4	Detritusnahrungskette und Microbial loop . . . . .	349
8.2.5	Energieflußdiagramme . . . . .	351
8.3	Stoffkreisläufe . . . . .	353
8.3.1	Allgemeine Merkmale . . . . .	353
8.3.2	Kohlenstoffkreislauf . . . . .	356
8.3.3	Stickstoffkreislauf . . . . .	358
8.3.4	Phosphorkreislauf . . . . .	362
8.3.5	Siliziumkreislauf . . . . .	366
8.4	Sind Fließgewässer Ökosysteme? . . . . .	367
8.5	Produktivität im Ökosystemvergleich . . . . .	369
8.5.1	„Empirische Modelle“ . . . . .	369
8.5.2	Primärproduktion und Biomasse des Phytoplanktons . . . . .	370
8.5.3	Sekundärproduktion, Fischertrag und tierische Biomasse . . . . .	373
8.5.4	Trophiesystem . . . . .	374
8.6	Anthropogene Störungen von Ökosystemen . . . . .	377
8.6.1	Eutrophierung: Ursachen und Folgen . . . . .	377
8.6.2	Eutrophierung: Sanierung und Restaurierung . . . . .	380
8.6.3	Versauerung . . . . .	385
8.7	Sukzession . . . . .	387
8.7.1	Langzeitsukzessionen und das Klimaxproblem . . . . .	387
8.7.2	Allgemeine Trends . . . . .	389
8.7.3	Saisonale Sukzession des Planktons . . . . .	391
8.7.4	Selbstreinigung als heterotrophe Sukzession . . . . .	396
<b>9</b>	<b>Schlußbemerkungen . . . . .</b>	<b>403</b>
	Glossar . . . . .	407
	Literatur . . . . .	412
	<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>429</b>