

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	9
1.1 Einführung	9
1.2 Ziele	9
1.3 Technische Voraussetzungen	11
1.4 Lehrbücher	12
1.5 Danksagungen und Widmung	12
2. Grundbegriffe	13
2.1 Limnologie	13
2.1.1 Einordnung in die Hierarchie	13
2.1.2 Stufen limnologischer Forschung und Integration	13
2.1.3 Geschichte der Limnologie	14
2.2 Ökosystem	14
2.3 See	15
3. Volkswirtschaftliche Bedeutung der Seen	17
4. Die Ufervegetation	19
4.1 Die natürliche Zonierung am Seeufer	19
4.2 Natürliche Varianten des Grundschemas	23
4.3 Abwandlungen des Grundschemas durch Eingriffe des Menschen	23
4.3.1 Beweidung	24
4.3.2 Mahd	26
4.3.3 Baden	27
4.3.4 Bootfahren	27
4.3.5 Wassergrundstücke u. ä.	27
4.3.6 Tiere	28
4.3.7 Starke Wasserstandsschwankungen (Talsperren)	28
4.3.8 Zusammenfassung	28
4.4 Folgen der Röhrlichtvernichtung	29
4.5 Schutz der Ufervegetation	30
4.6 Röhrlichtsanierungen	31
4.7 Anatomie der Uferpflanzen	31
4.7.1 Einführung	31
4.7.2 Das Blatt	32
4.7.3 Der Stengel	34
4.7.4 Die Wurzel	35
4.7.5 Vergleichende Übersicht	35
4.8 Physiologische Versuche mit Sumpf- und Wasserpflanzen	36
4.9 Das CO ₂ im Wasser als Ökofaktor für Pflanzen	39
4.9.1 Das Karbonatsystem im Wasser	40
4.9.2 Quantitative Bestimmungen zum Karbonatsystem	42
4.9.3 Die CO ₂ -Aufnahme der Unterwasserpflanzen	43
4.9.4 Ökologische Konsequenzen	45

4.10 Kausalanalyse der Vegetationszonierung am Seeufer	46
4.10.1 Einführung	46
4.10.2 Überflutung des Bodens als Grenzfaktor für Landpflanzen	46
4.10.3 Überflutung der Blätter als Grenzfaktor für Sumpfpflanzen	46
4.10.4 Das Licht als Grenzfaktor für die Tiefenausdehnung der Unterwasser- pflanzen	47
4.10.5 Hydrostatischer Druck als Grenzfaktor für die Tiefenausdehnung von submersen Gefäßpflanzen	48
4.10.6 Konkurrenz	49
4.10.7 Zusammenfassung	49
5. Tiere am Ufer	51
5.1 Wasservögel	51
5.2 Feuchtlufttiere	52
5.3 Uferinsekten	53
5.4 Libellen	53
6. Wassertiere des Uferbereichs	55
6.1 Das Schwimmen	55
6.1.1 Physikalische Voraussetzungen	55
6.1.2 Das Schwimmen der Fische	55
6.1.3 Das Schwimmen bei Wasserinsekten	57
6.2 Die Atmung der Wassertiere	58
6.2.1 Der Sauerstoff im Wasser	58
6.2.2 Atmungsorgane von Wassertieren	60
6.2.3 Anpassungen der Wassertiere an den geringen Sauerstoffgehalt des Wassers	61
6.2.4 Beobachtungsaufgaben zur Atmung von Wassertieren	63
6.2.5 Quantitative Versuche zur Atmung von Wassertieren	69
6.2.6 Bestimmung des Sauerstoffgehaltes des Wassers (Winkler-Titration)	72
6.3 Osmoregulation	73
6.4. Orientierung zum Licht	75
6.5 Tarnung bei Ufertieren	76
6.6 Beutefang	77
6.7 Fortpflanzungsverhalten der Fische	80
6.8 Metamorphose vom Wasser- zum Lufttier	81
6.9 Ausbreitungsstadien	84
6.10 Der Lebensverein des Geröllstrandes	84
6.11 Leben an der Wasseroberfläche	85
7. Der Bereich des freien Wassers	88
7.1 Einführung	88
7.2 Das Licht im Wasser	88
7.3 Die Thermik im See	90
7.3.1 Die thermischen Eigenschaften des Wassers	90
7.3.2 Die Anomalie des Wassers	91
7.3.3 Die sommerliche Temperaturschichtung im See	92

7.3.4 Die Herbstzirkulation	94
7.3.5 Temperaturgang im Jahreslauf und Zirkulationstypen von Seen	96
7.4 Größere Tiere des freien Wassers	97
7.5 Das Plankton	98
7.5.1 Das Schweben	98
7.5.2 Nahrungsketten	102
7.5.3 Vertikalwanderungen	103
7.5.4 Massenentwicklungen des Phytoplanktons	103
7.5.5 Quantitative Erfassung des Planktons	104
7.5.6 Kennzahlen für Gewässer	105
7.5.7 Vergleich mit dem Meer	106
7.6 Das Tiefenwasser	106
7.7 Die Produktion von Seen	108
8. Der Lebensbereich des Seengrundes	111
8.1 Einführung	111
8.2 Die Tierwelt	111
8.3 Bakterien	114
9. Der Kreislauf der Stoffe und Energiefluß im Ökosystem	116
10. Vergleich der drei Hauptbereiche des Sees	120
11. Seentypen und Altern der Seen	122
11.1 Klassische Seentypen	122
11.2 Abgestufte Untergliederungen der Seentypen	123
11.2.1 Klassifizierung der Klarwasserseen nach der Tiefenausdehnung der submersen Vegetation	126
11.2.2 Klassifizierung der Klarwasserseen nach der Fischfauna	126
11.3 Die Verlandung des Sees	128
11.4 Moore	128
11.5 Hinweise für die Geländearbeit	129
12. Die Eutrophierung der Seen	131
12.1 Einführung	131
12.2 Beispiele für die Eutrophierung von Seen	132
12.2.1 Der Murtensee (W Bern/Schweiz)	132
12.2.2 Der Zürichsee	134
12.2.3 Der Bodensee	136
12.2.4 Der Tegeler See in Berlin	147
12.2.5 Der Große Plöner See in Holstein	148
12.2.6 Weitere schleswig-holsteinische Seen	150
12.3 Ursachen der beschleunigten Eutrophierung und mögliche Gegenmaß- nahmen	152
12.3.1 Vorbemerkung	152
12.3.2 Kommunale Abwässer	153
12.3.3 Belastungen durch die Landwirtschaft	155

12.4 Seensanierung	156
12.5 Schulversuche zur Seeneutrophierung	157
13. Verseuchung und Vergiftung der Seen	160
13.1 Verseuchung durch Parasiten	160
13.2 Verölung	161
13.3 Kanzerogene Stoffe	162
13.4 Pflanzenschutzmittel	163
14. Vergleich von See und Fluß	164
Anhang: Muster eines Arbeitsbogens für Geländearbeiten (zu 11.5)	166
Sachregister	167