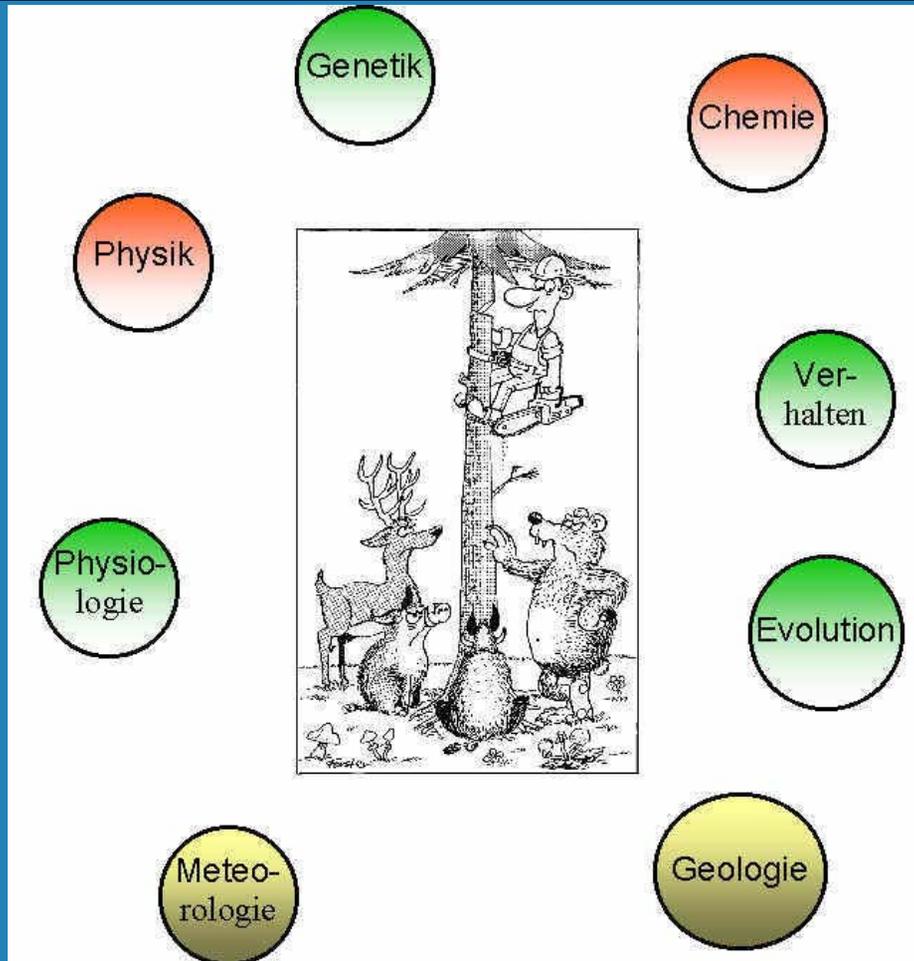




Einführung in die Limnologie

Wintersemester 2004-2005

Was ist Ökologie?



Ökologie ist die Wissenschaft von den Wechselbeziehungen mit der Umwelt, die die Verbreitung und Häufigkeit von Organismen, Populationen und Lebensgemeinschaften bestimmen.

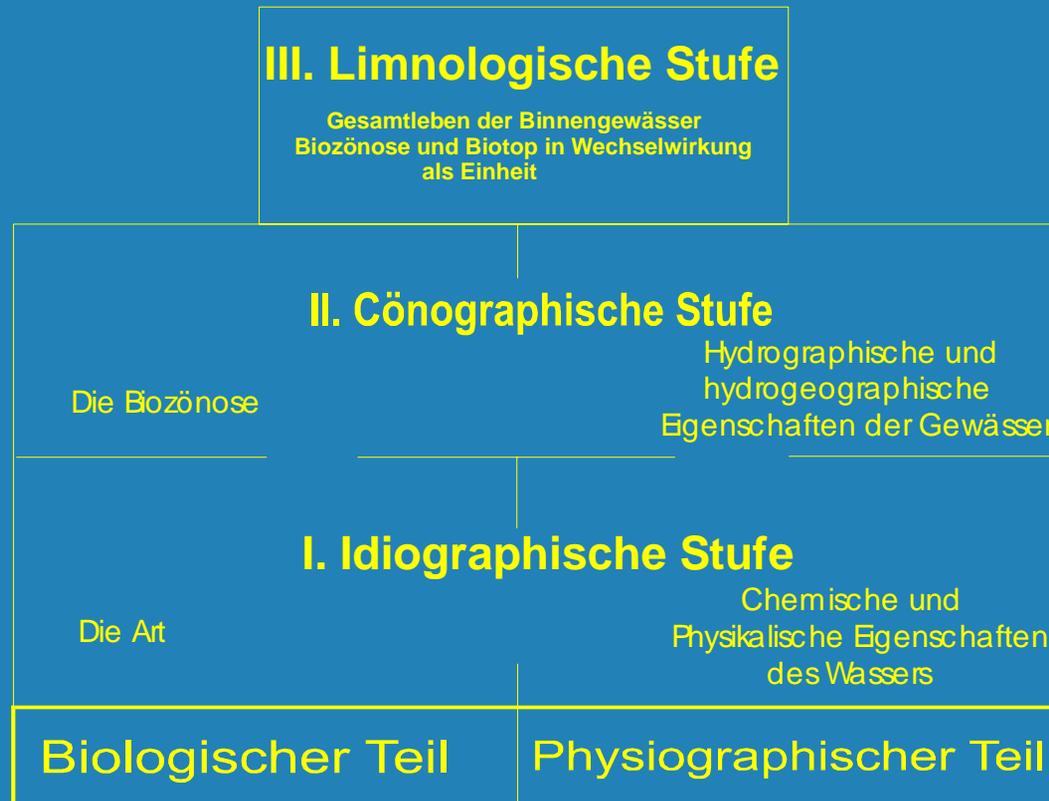
Unter Umwelt versteht man die Gesamtheit abiotischer und biotischer Faktoren, die einen Organismus beeinflussen.

Was ist Limnologie?

Die Limnologie ist die umfassende Lehre von den biologischen Eigenschaften der Binnengewässer in ihrem physikalisch-chemischen Umfeld. (Löffler, 2000)

Limnologie ist die Ökologie der Binnengewässer; sie steht gleichberechtigt neben Ozeanologie und terrestrischer Ökologie (Epeirologie).

Limnologie als Wissenschaft



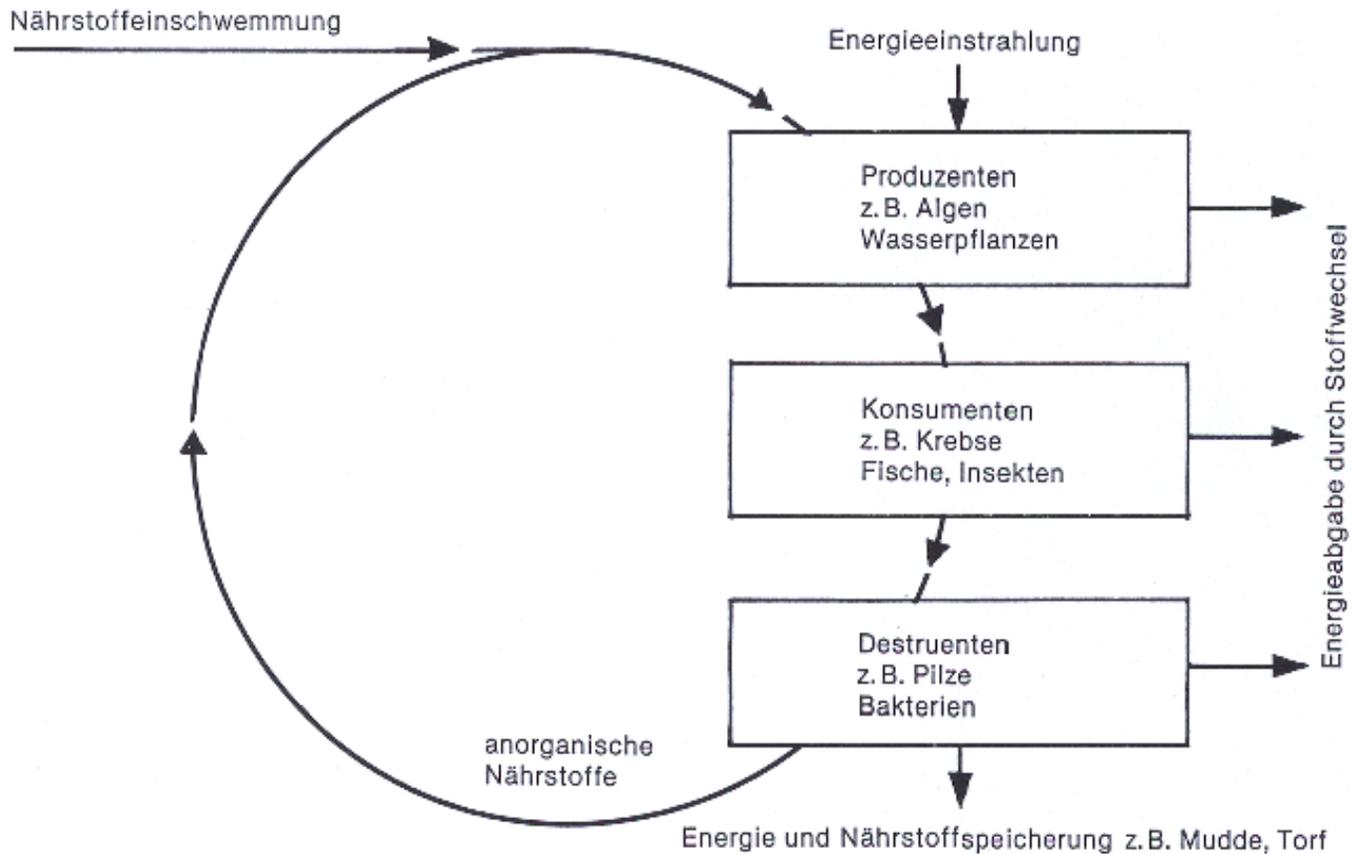
Die drei Stufen limnologischer Forschung [Thienemann 1925]

Gewässer als Ökosysteme I

Bild 2 **Geschlossenes Ökosystem**

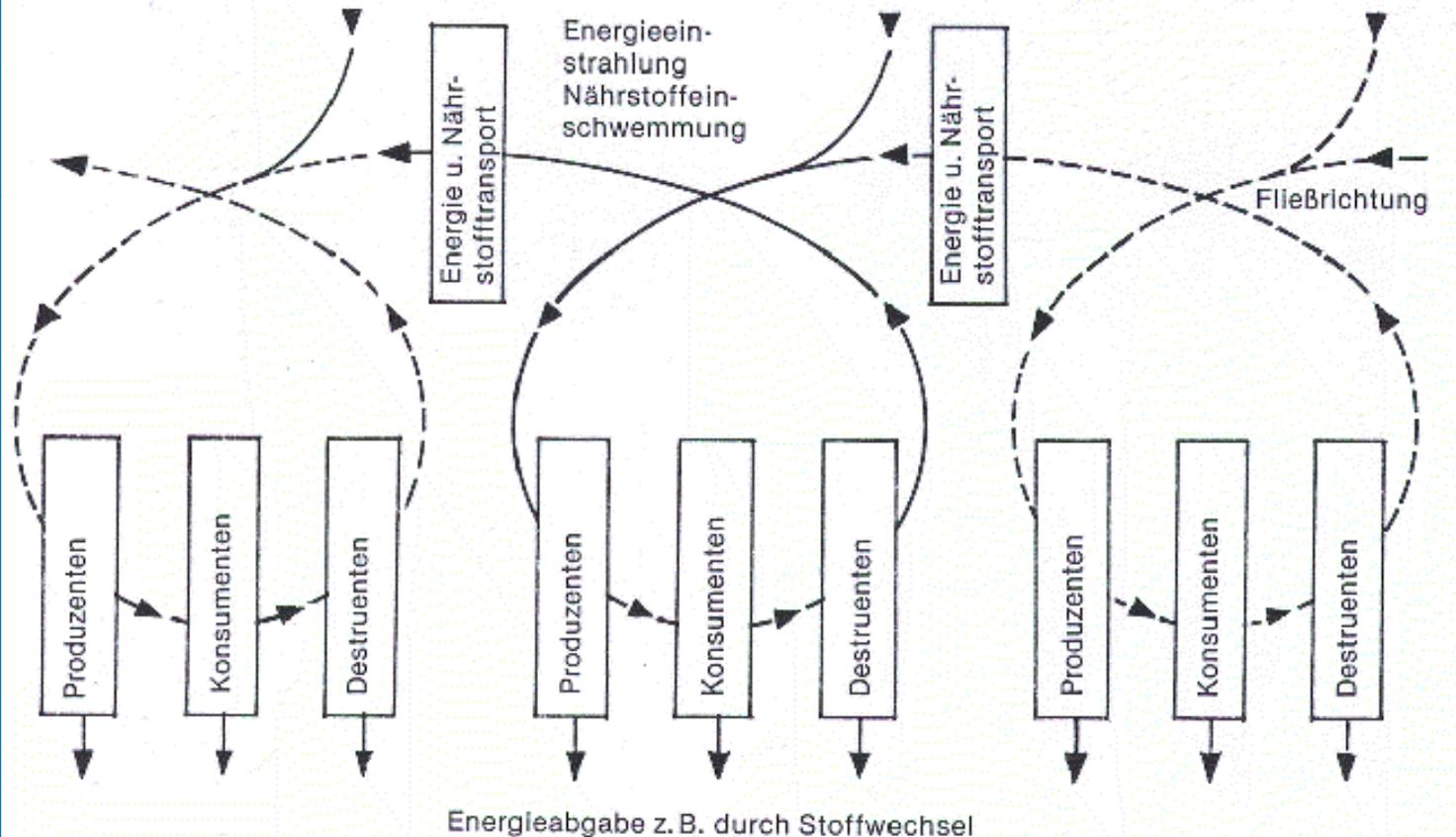
Süßwassersee

Vereinfachtes Schema von Stoffkreislauf und Energiefluß

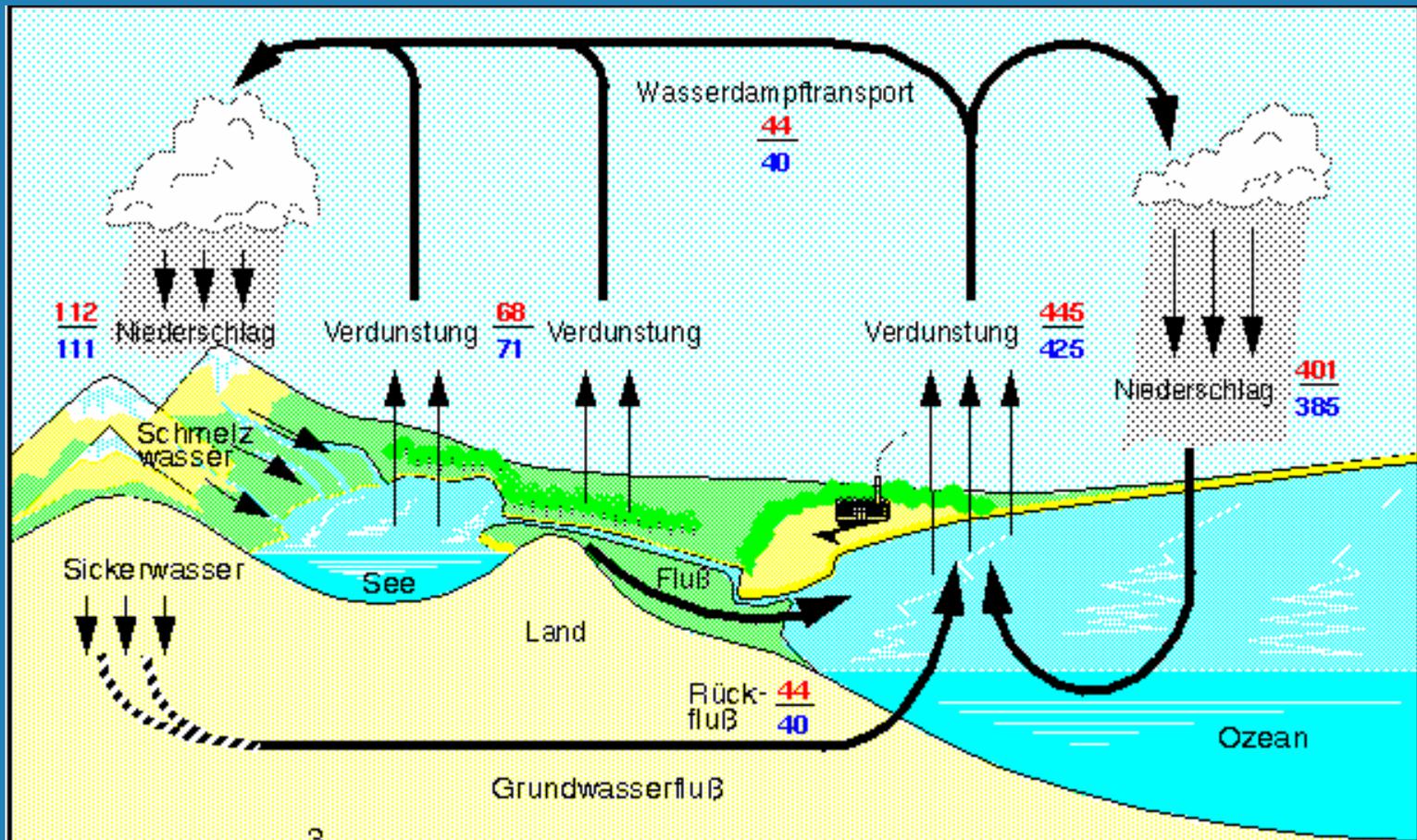


Gewässer als Ökosysteme II

Bild 3 Offenes Ökosystem
Teil eines Fließgewässers
Vereinfachtes Schema von Stoffdurchlauf und Energiedurchfluß

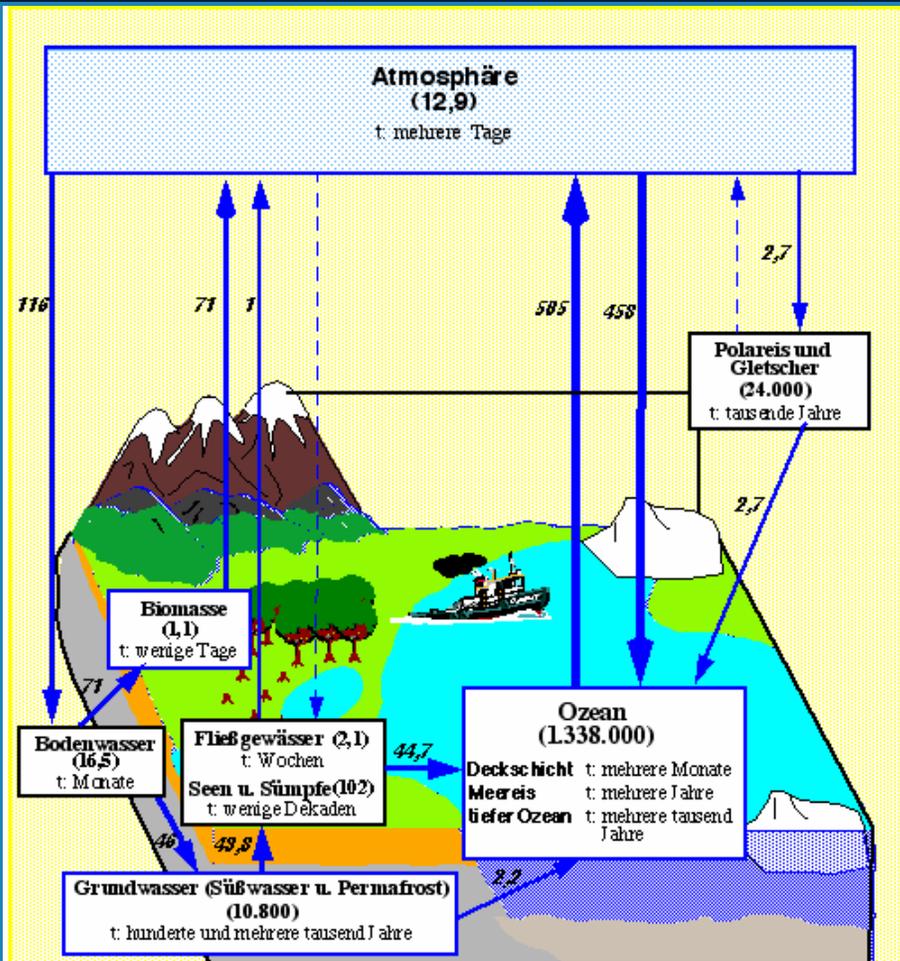


Globaler Wasserkreislauf

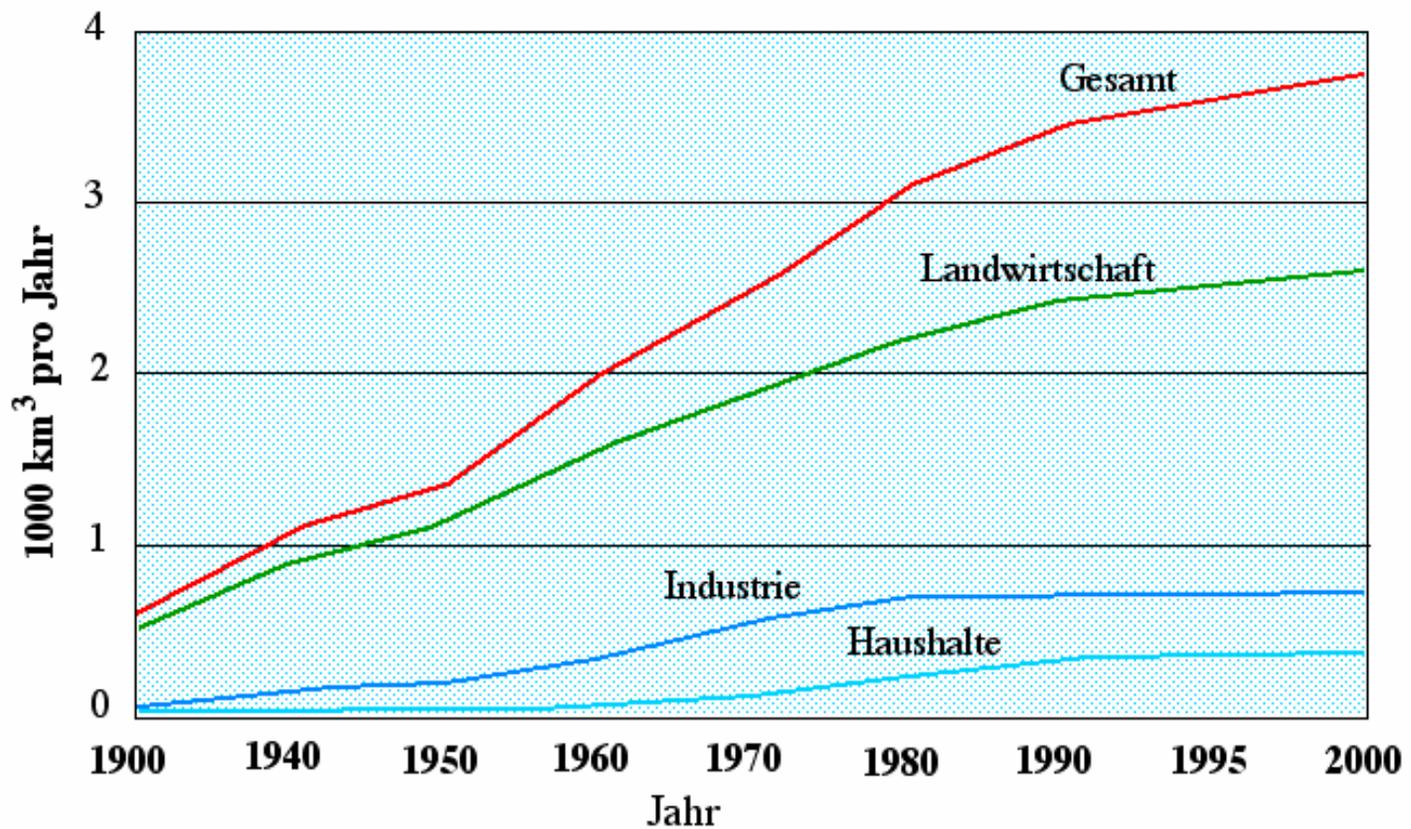


Transport in 1000 km³ pro Jahr
 Rot = Modellberechnung (MPI, ECHAM 3; 1992)
 Blau = Beobachtung (Baumgartner & Reichel; 1975)

Kreislauf und Ressourcen



Globale Wassernutzung



Gefährdung der Versorgung

Gegenwärtige und zukünftige Gefährdung der Wasserversorgung (ohne Klimawandel)⁸

Jahr	Gesamtbevölkerung in Mrd.	Bevölkerung in Ländern mit einem Wasserverbrauch von >20% der Ressourcen	Bevölkerung in Ländern mit mit einem Wasserverbrauch von > 40% der Ressourcen
1990	5,218	1,750	0,406
2025	8,055	5,028	2,370
2050	9,525	5,974	3,217
2085	10,994	6,464	5,396

Wasser in der Biosphäre

Rund 1.4 Milliarden km^3 Wasser gibt es in der Biosphäre

Meere $1'370'000'000 \text{ km}^3$ ~ 97.6% *3.100 Jahre

Gletschern, Eis etc. $29'000'000 \text{ km}^3$ ~ 2.1% *16.000 J.

Grundwasser (aktiv.) $4'000'000 \text{ km}^3$ ~ 0.29% *300 Jahre

Seen $125'000 \text{ km}^3$ ~ 0.009% *1-100 J.

Salzwasserseen $104'000 \text{ km}^3$ ~ 0.008% *10-1000 J.

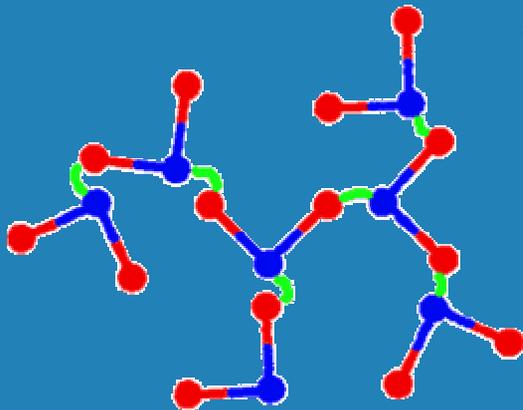
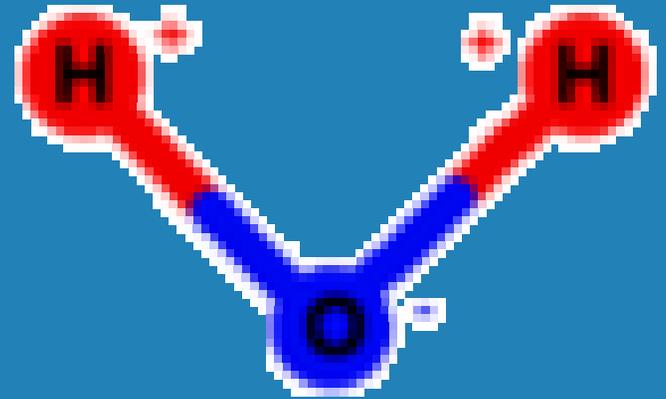
Flüsse $1'200 \text{ km}^3$ ~ 0.00009% *12-20 Tage

Wasser in der Biomasse $50'000 \text{ km}^3$

Bodenfeuchte $67'000 \text{ km}^3$ ~ 0.015% *280 Tage

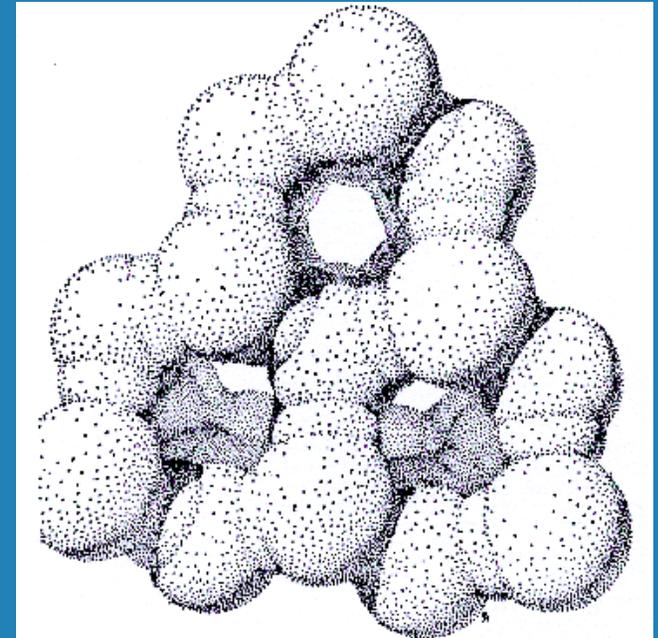
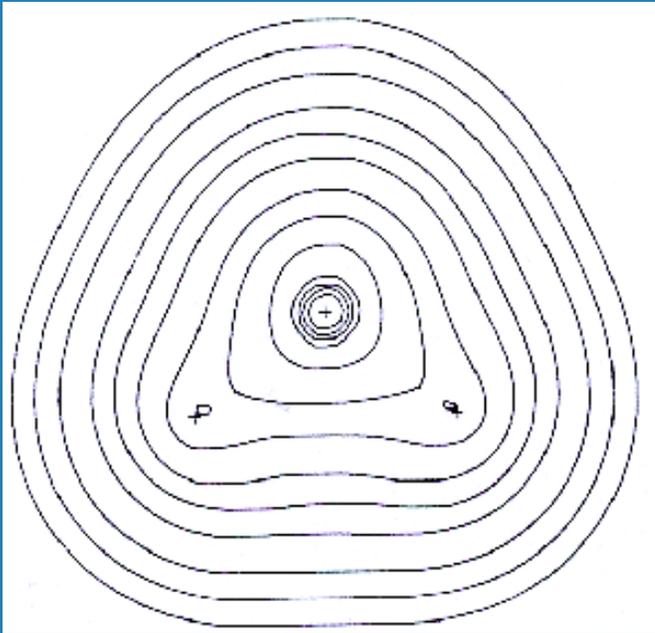
Atmosphäre $14'000 \text{ km}^3$ ~ 0.0009% *9 Tage

Wasser als Molekül



Wasser ist die Verbindung von zwei Wasserstoff- und einem Sauerstoffatom. Die Wasserstoffatome sind in einem Winkel von 105° zum Sauerstoff angeordnet.

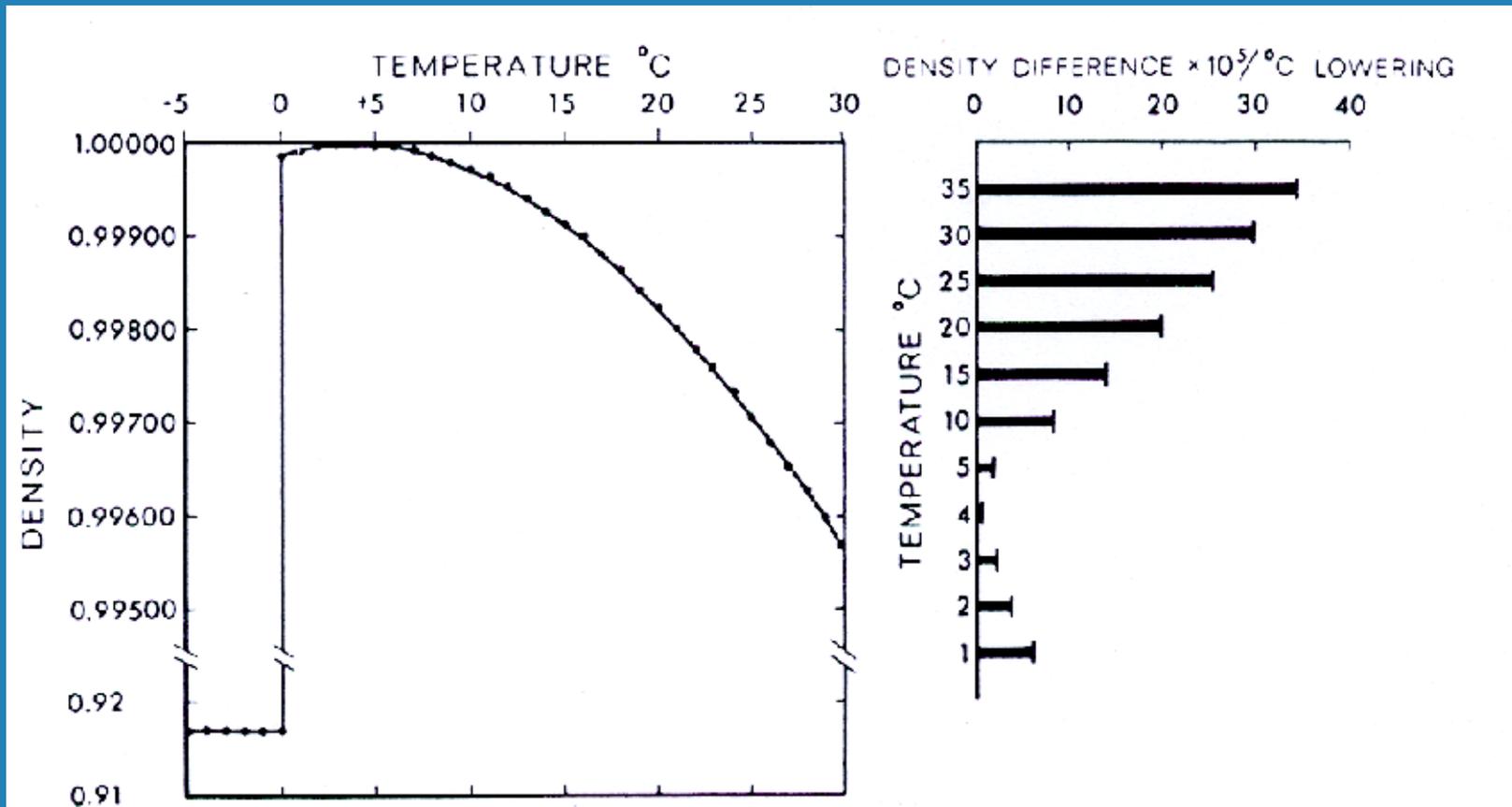
Wasser - Molekülstruktur



Konturkarte elektrischer Ladungsverteilung im Wassermolekül in der Ebene der Atomkerne (l).

Diagramm eines Eiskristalls mit van der Waals Radien und offenen Räumen zwischen der Molekülen (r).

Wasser – Eigenschaften



Die Dichteanomalie des Wassers

Wasser - Eigenschaften

Oberflächenspannung – Veränderung in Anhängigkeit von der Temperatur und die Erniedrigung in natürlichen Wässern unter verschiedenen Bedingungen

Temp. °C	Wasser DYN cm ⁻¹	Gewässer	~ Erniedrigung DYN cm ⁻¹
0	75.6	Oligotropher See	0-2
5	74.9	Eutropher See	0-20
10	74.4	Moorgewässer	0-20
15	73.5	Seewasser mit Schaum	2-9
20	72.7	Angiospermen-Schwimmblätern	5-20
25	72.0	Bei untergetauchten Angiospermen	1-2
30	71.2	Bei Blüte blau-grüner Algen	0-20
35	70.4	offenes Meer	<1
40	69.6	Plymouth, Hafen	15->20
Meerwasser ~5	75.0	nach Adam (1937) und Hardman (1941)	

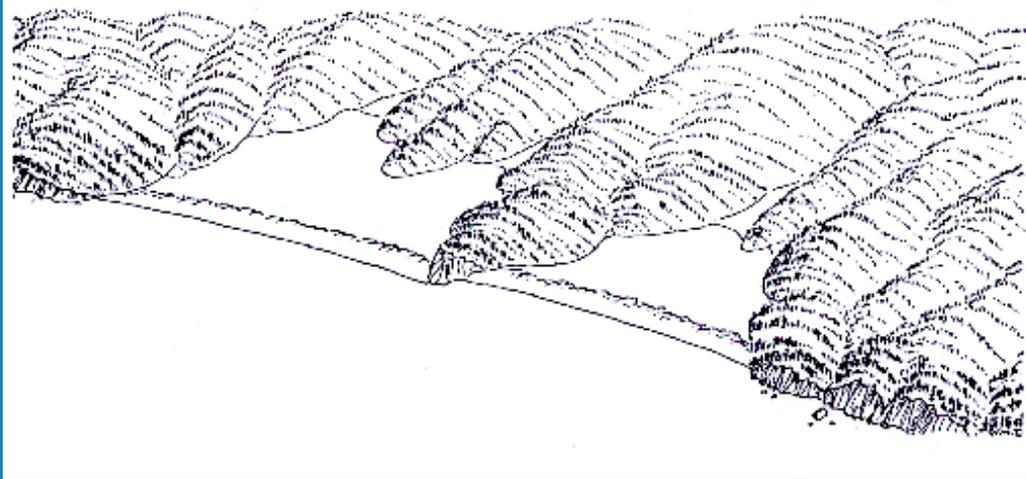
Wasser - Eigenschaften

Veränderung der Dichte des Wassers in Abhängigkeit vom Salzgehalt

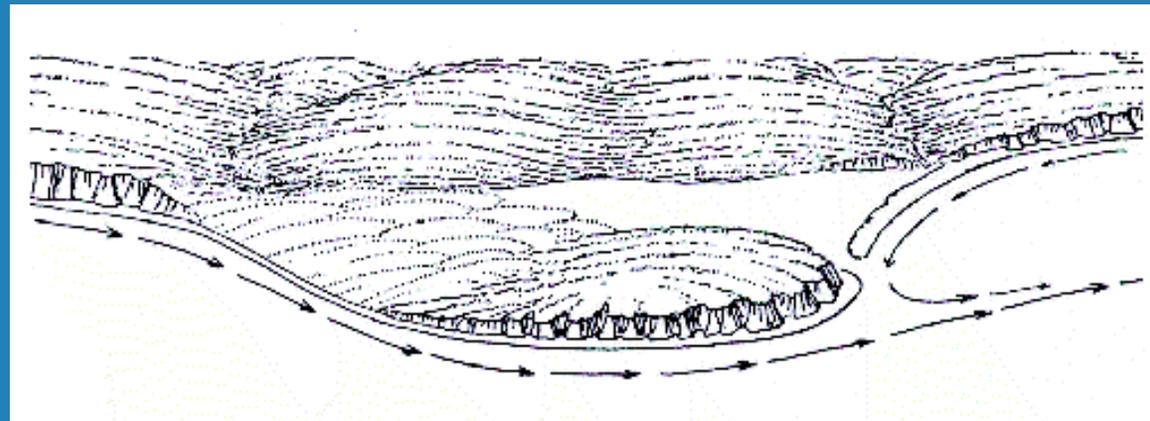
Salinität ‰	Dichte (4°C)
0	1.00000
1	1.00085
2	1.00169
3	1.00251
10	1.00818
35	1.02822

(~Seewasser) nach Ruttner, 1963

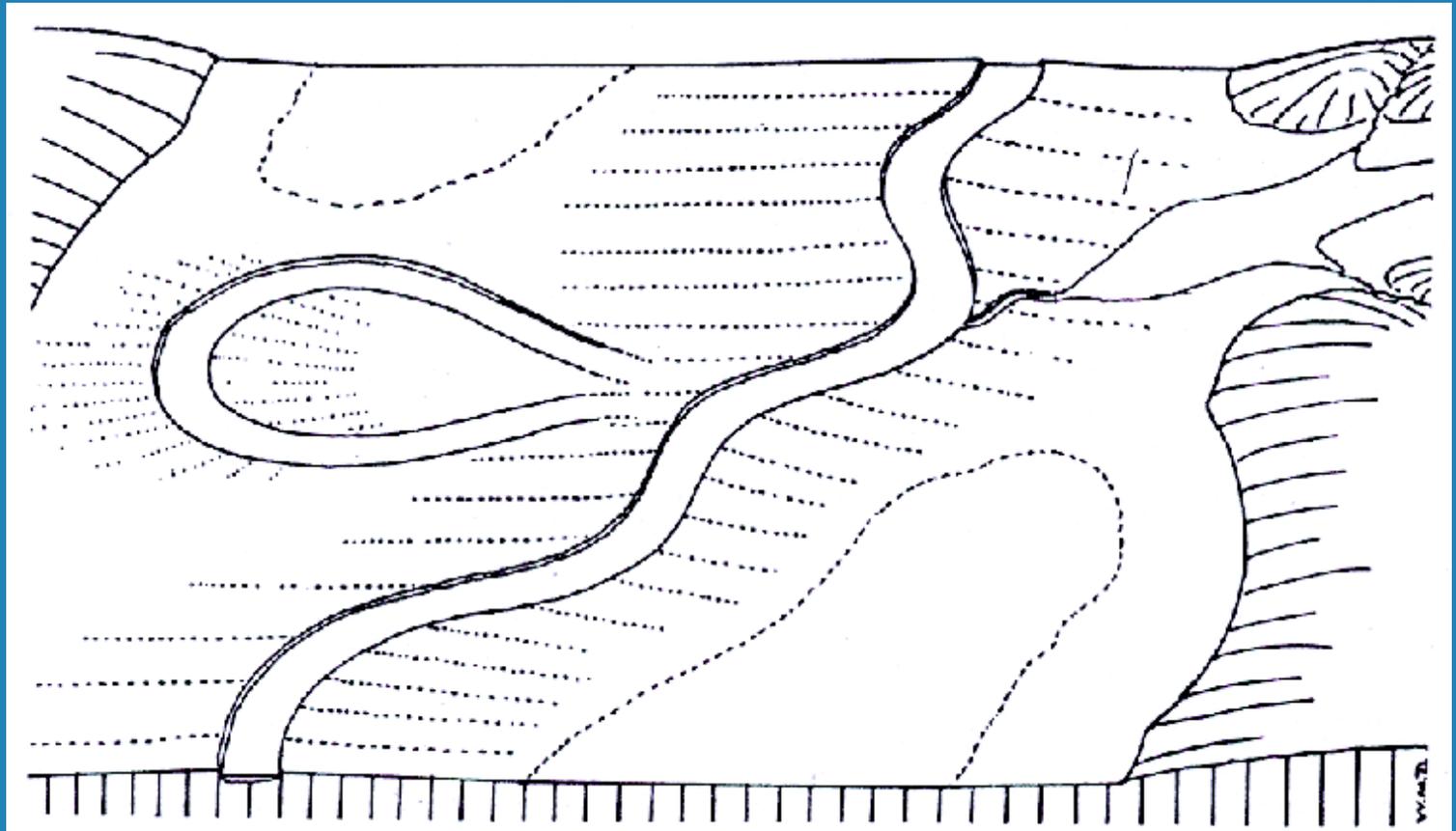
Entstehung von Gewässern



Küstenseen

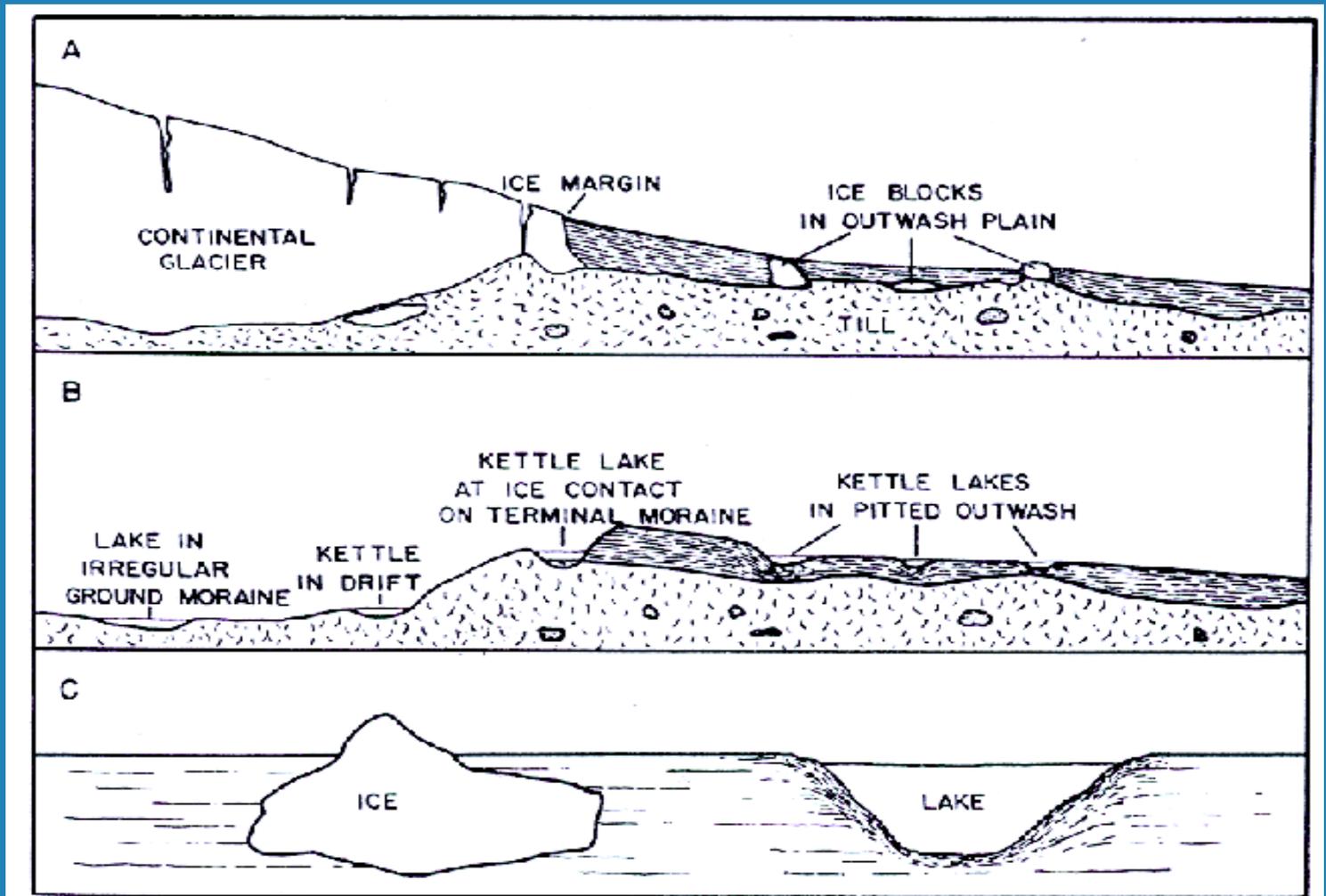


Entstehung von Gewässern

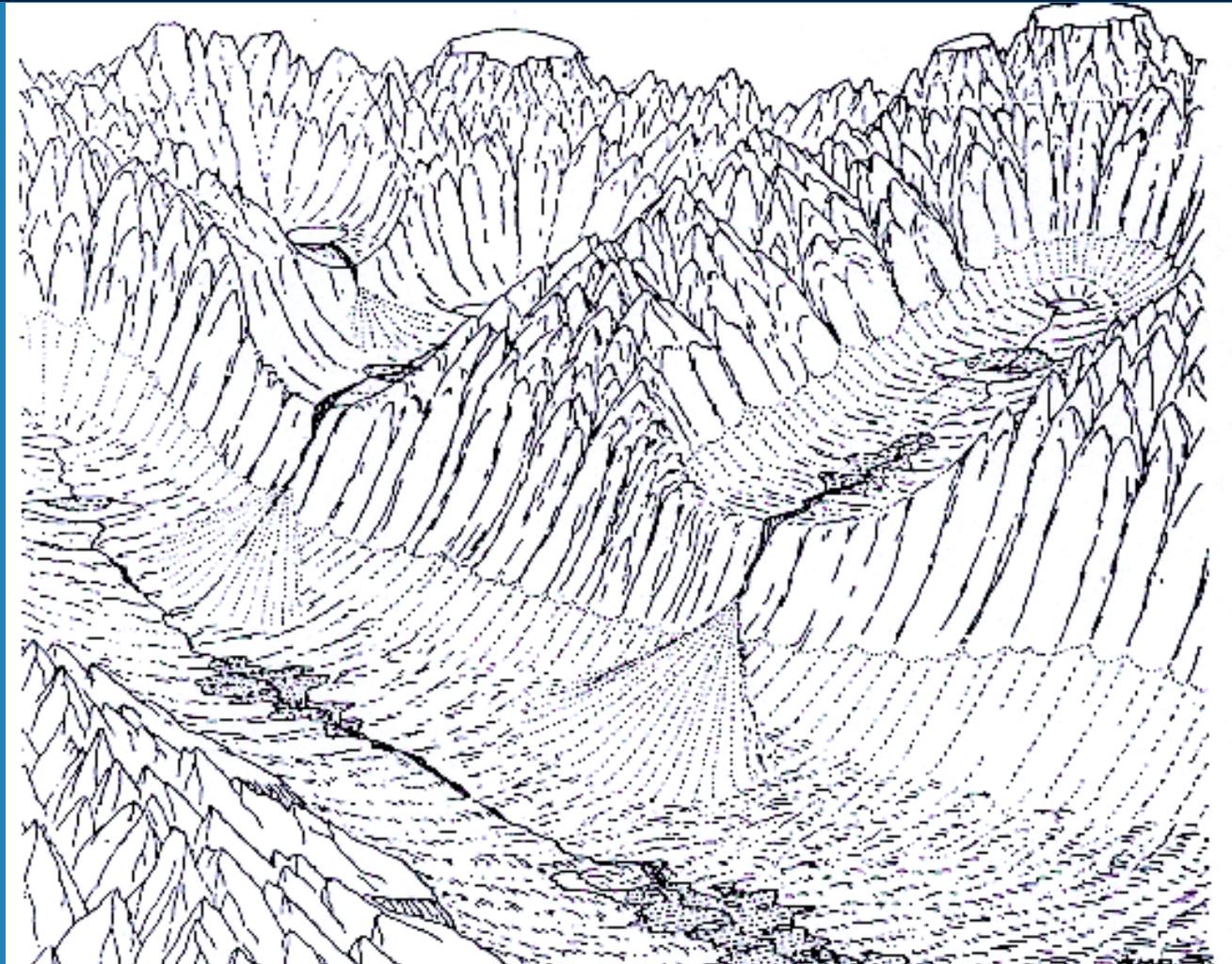


Auengewässer

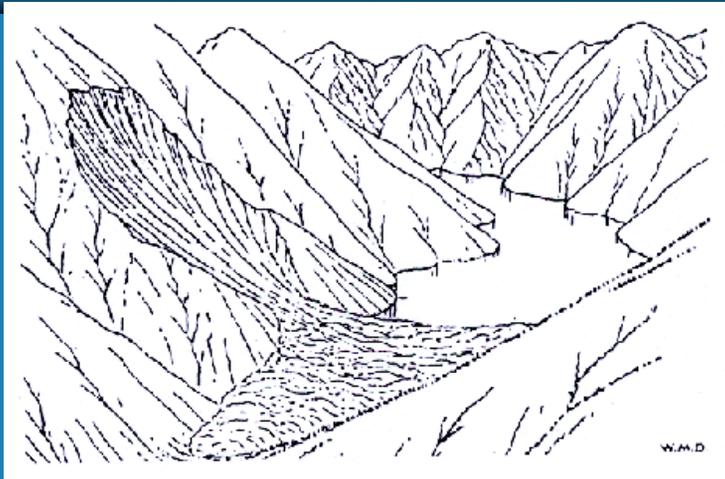
Entstehung von Gewässern



Entstehung von Gewässern



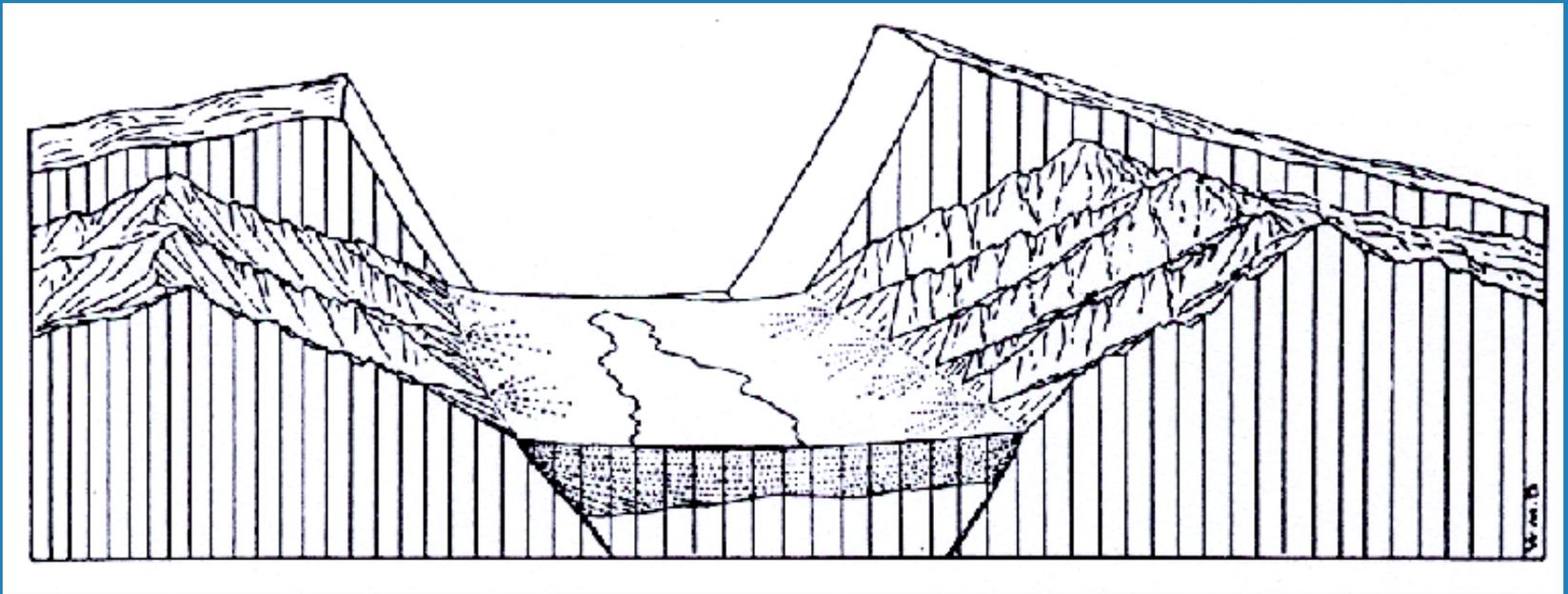
Entstehung von Gewässern



Berggrutsch im Canyon
oder im flachen Tal

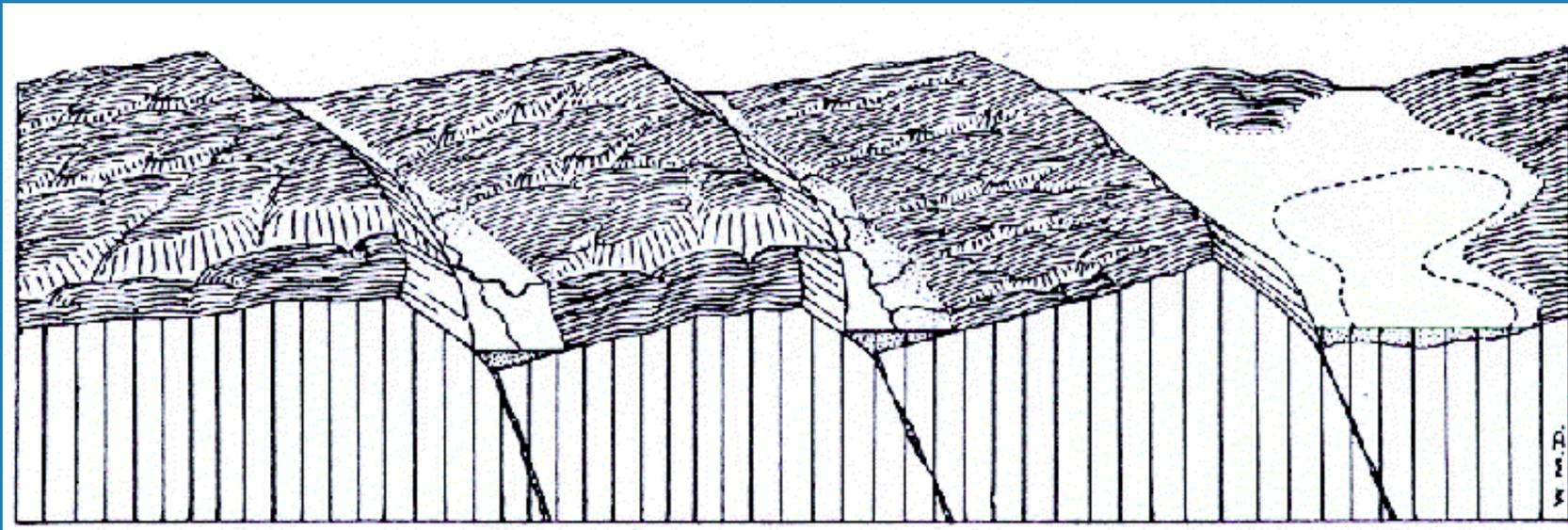


Entstehung von Gewässern



Tektonische Seen

Entstehung von Gewässern



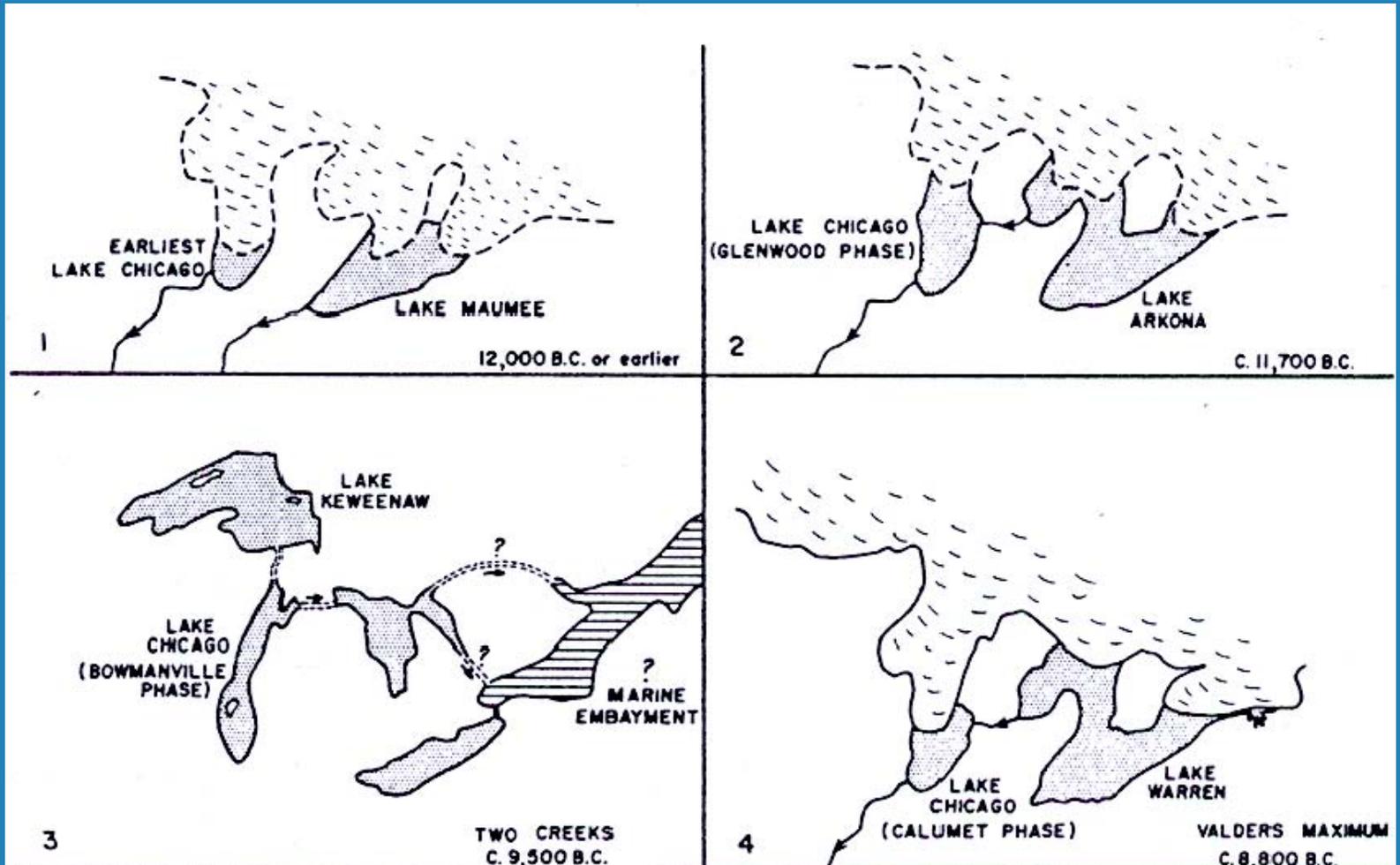
Tektonische Seen

Entstehung von Gewässern

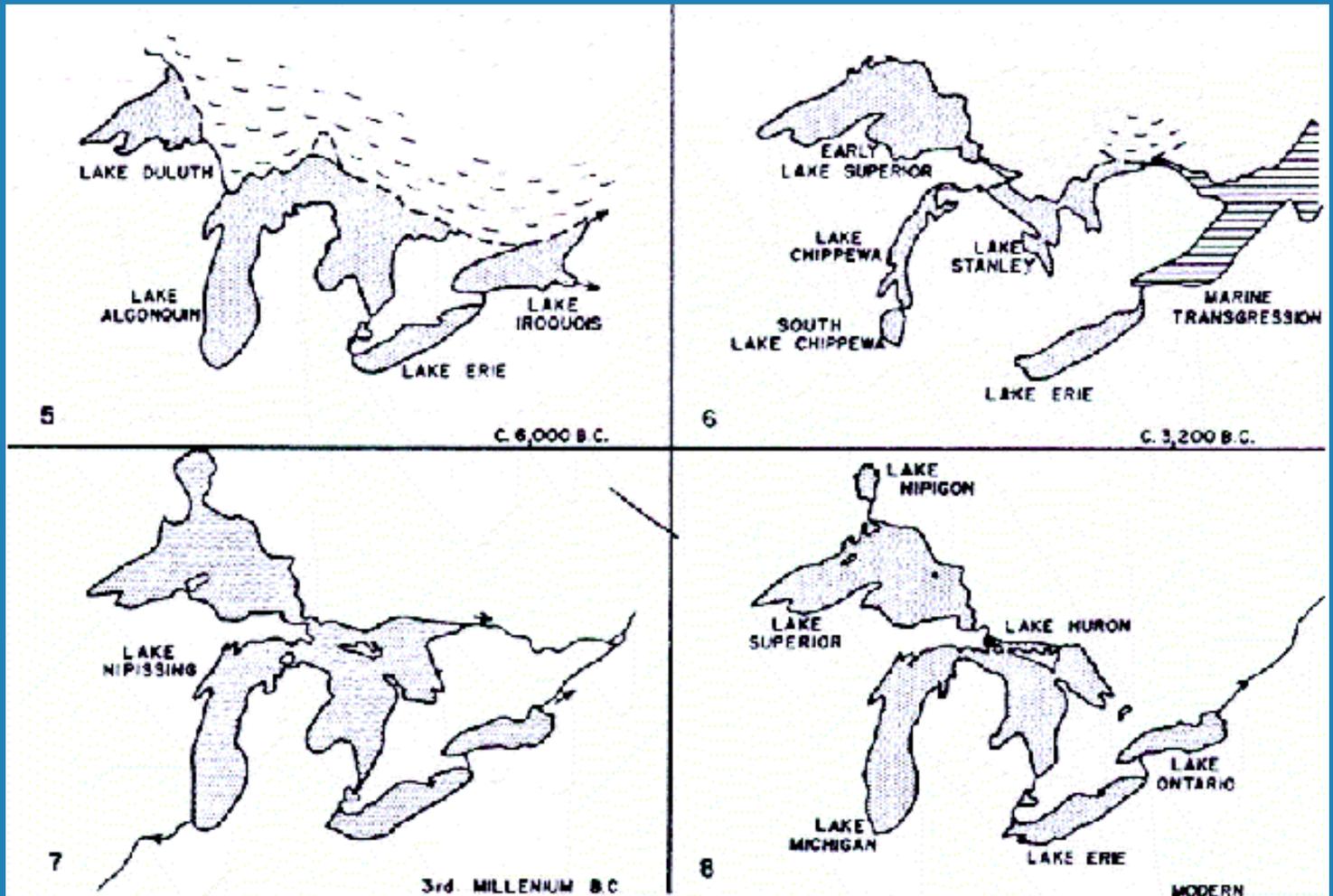


Vulkanische Seen

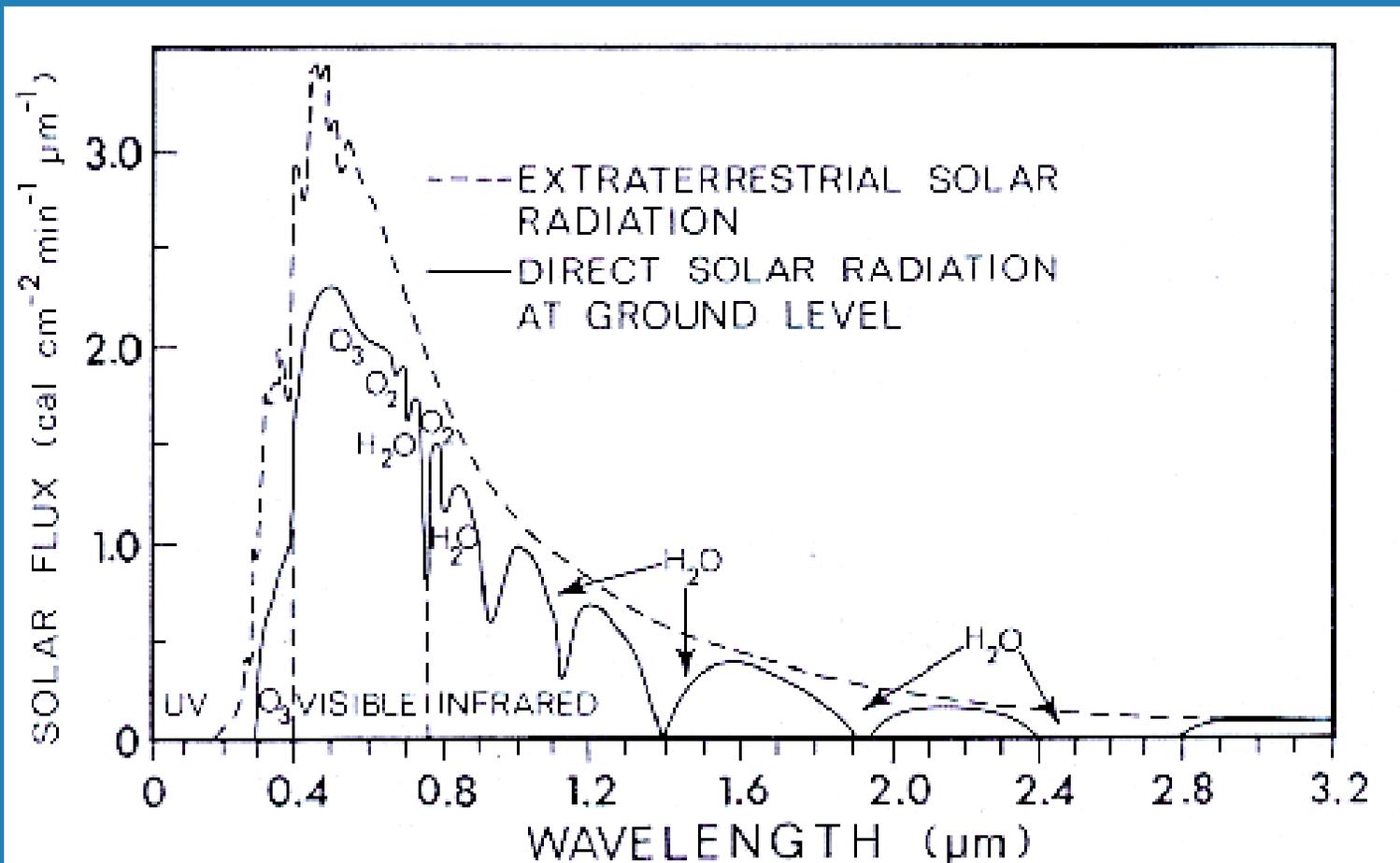
Seengeschichte



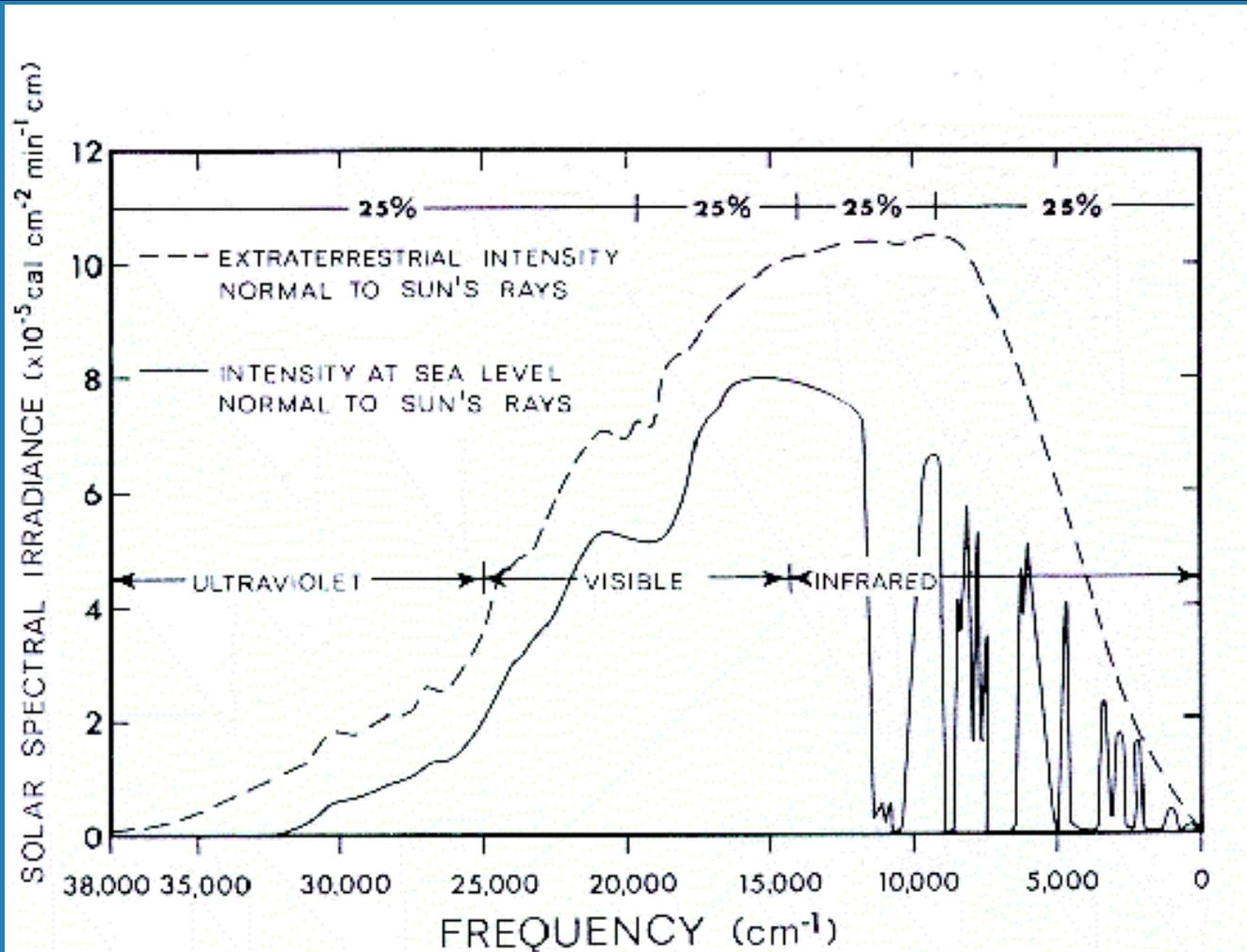
Seengeschichte



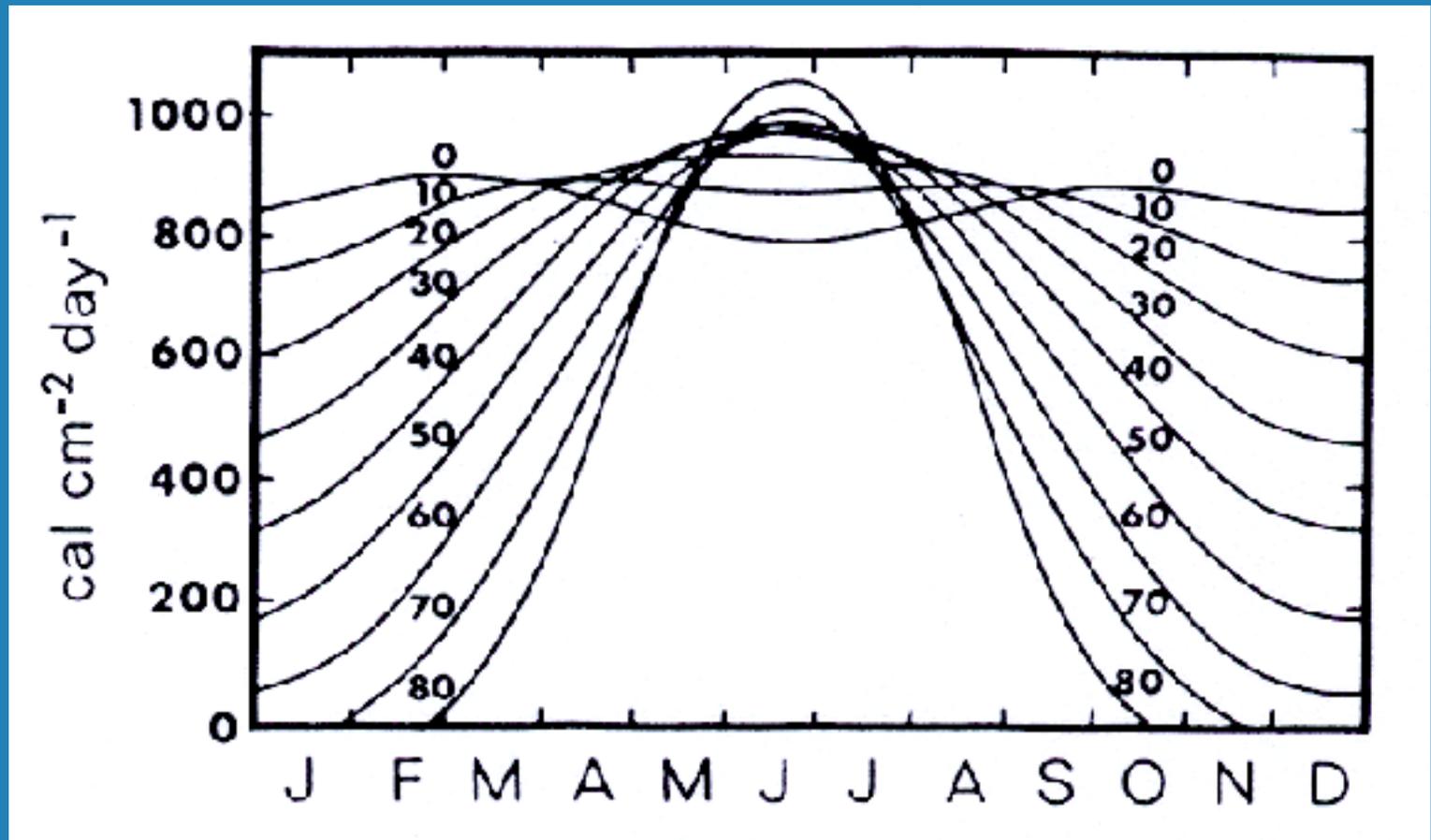
'Energieversorgung' der Erde



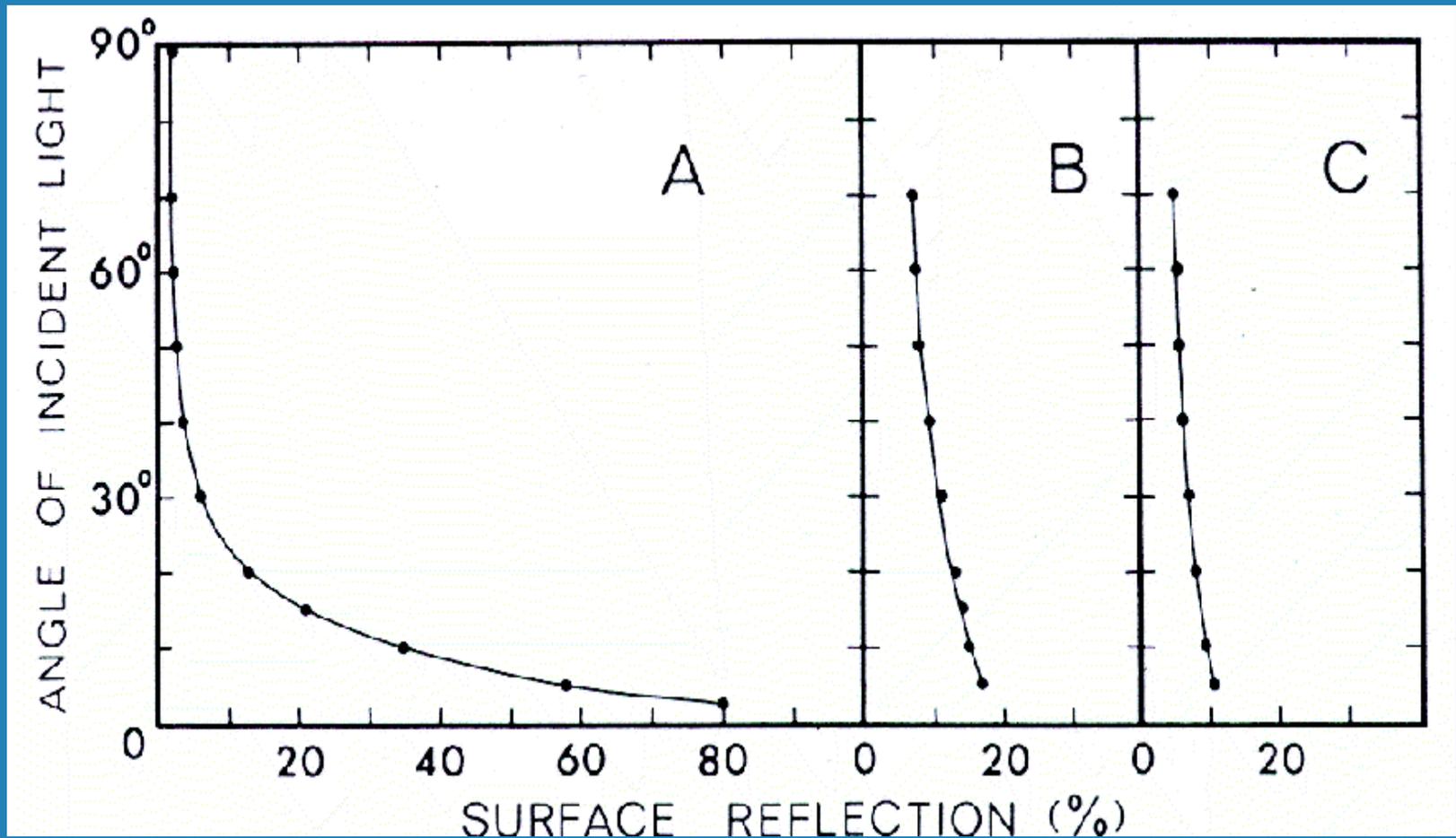
Einfallendes Sonnenlicht



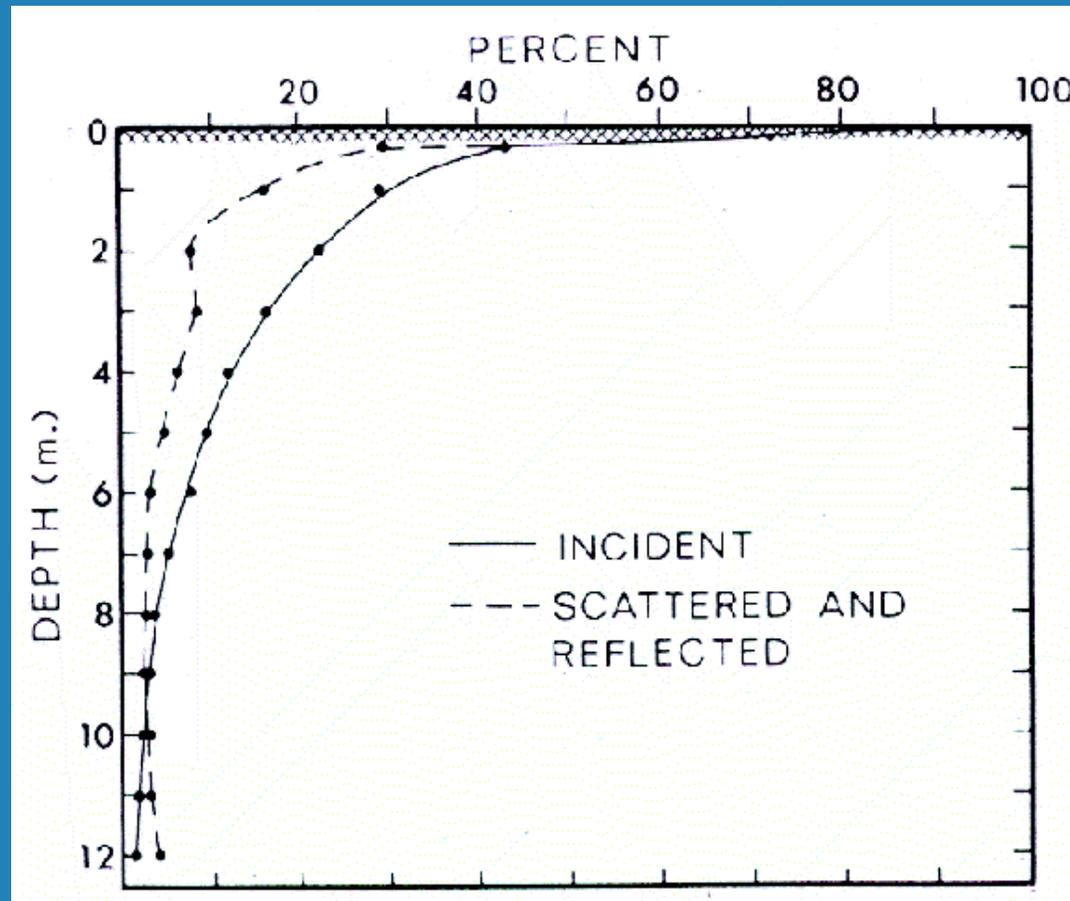
Energie – zeitlich und räumlich



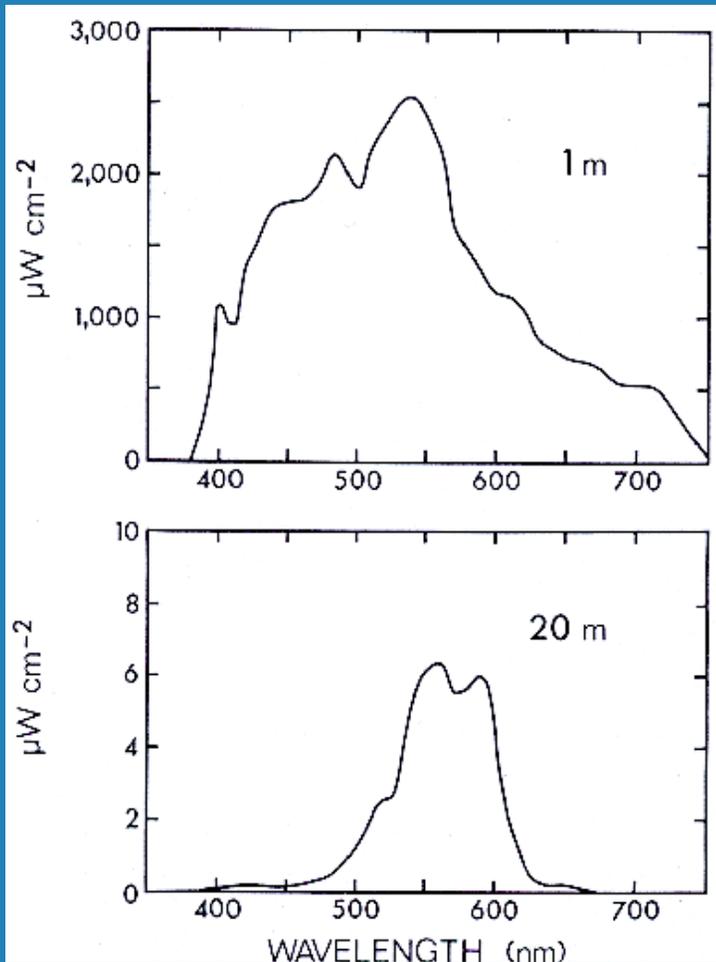
Lichtreflexion an Oberflächen



Licht im See

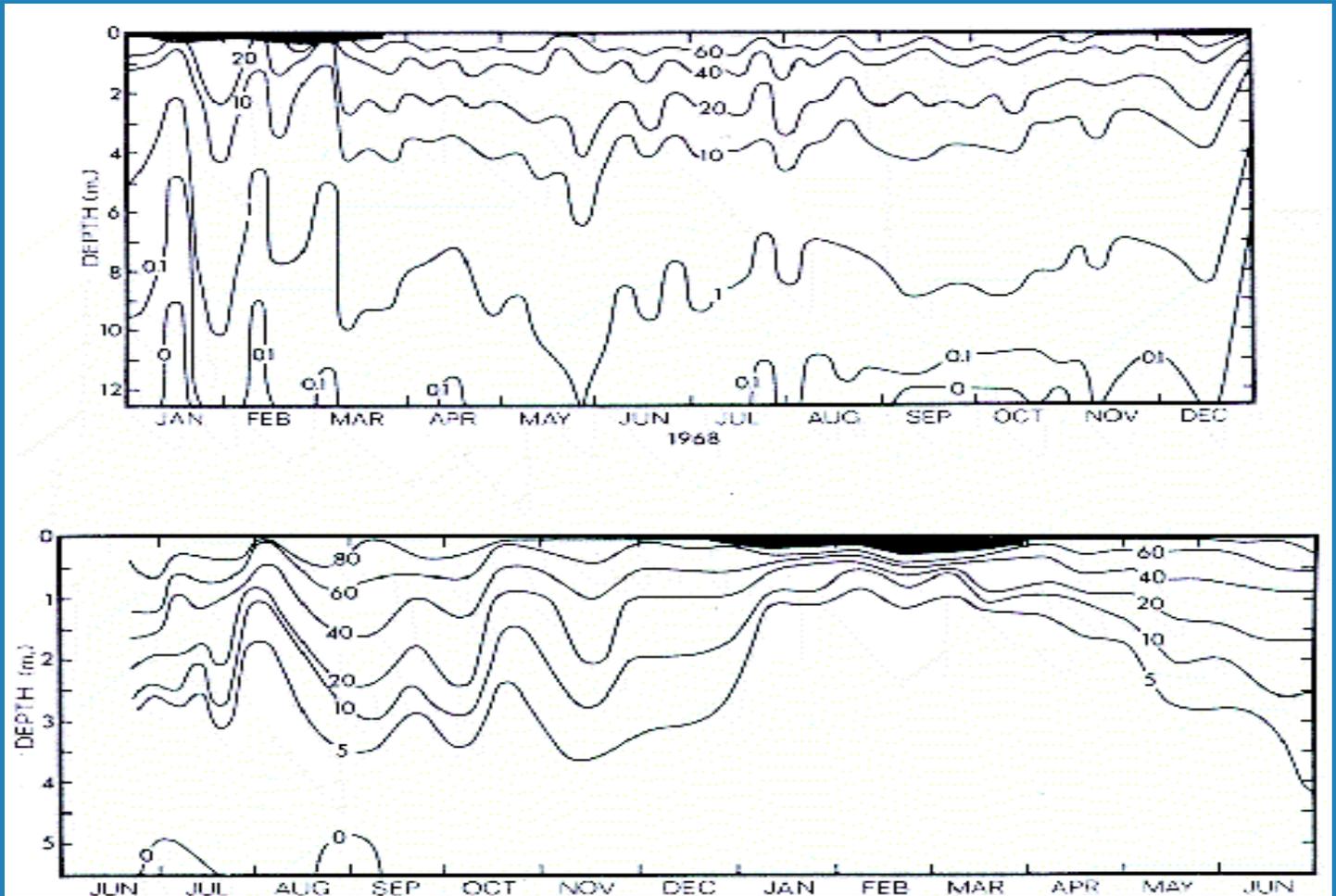


Lichtzusammensetzung

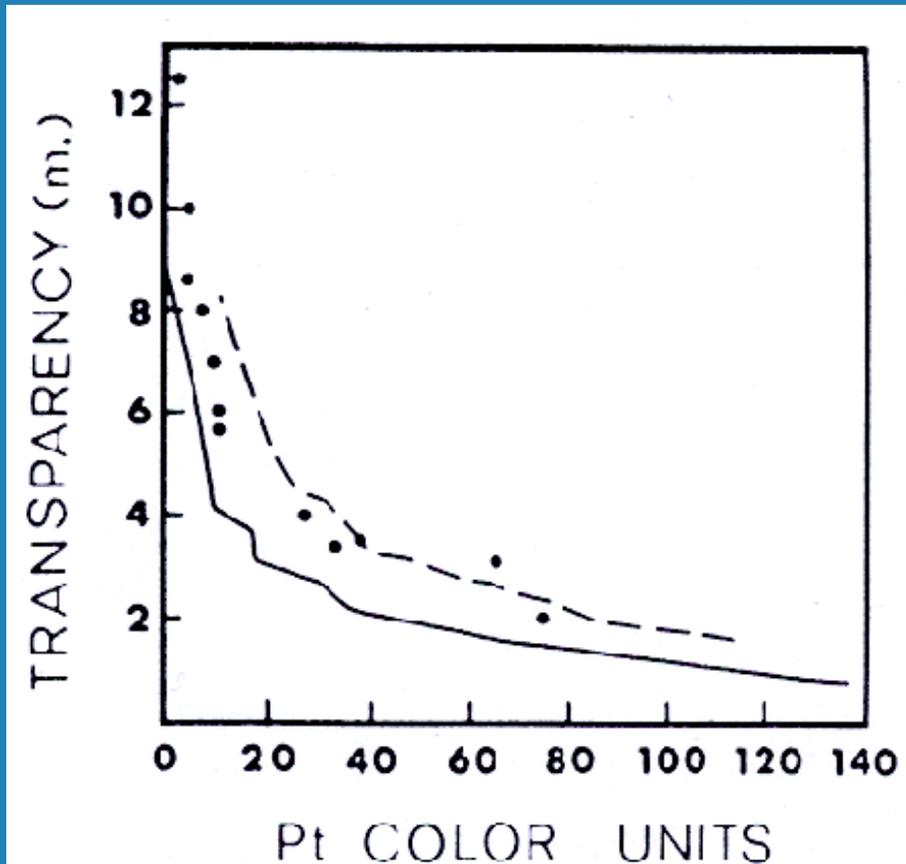


Energieaustausch
zwischen
Luftraum und Wasser
ist ein
Oberflächenphänomen

Licht, Jahreszeit, Produktivität

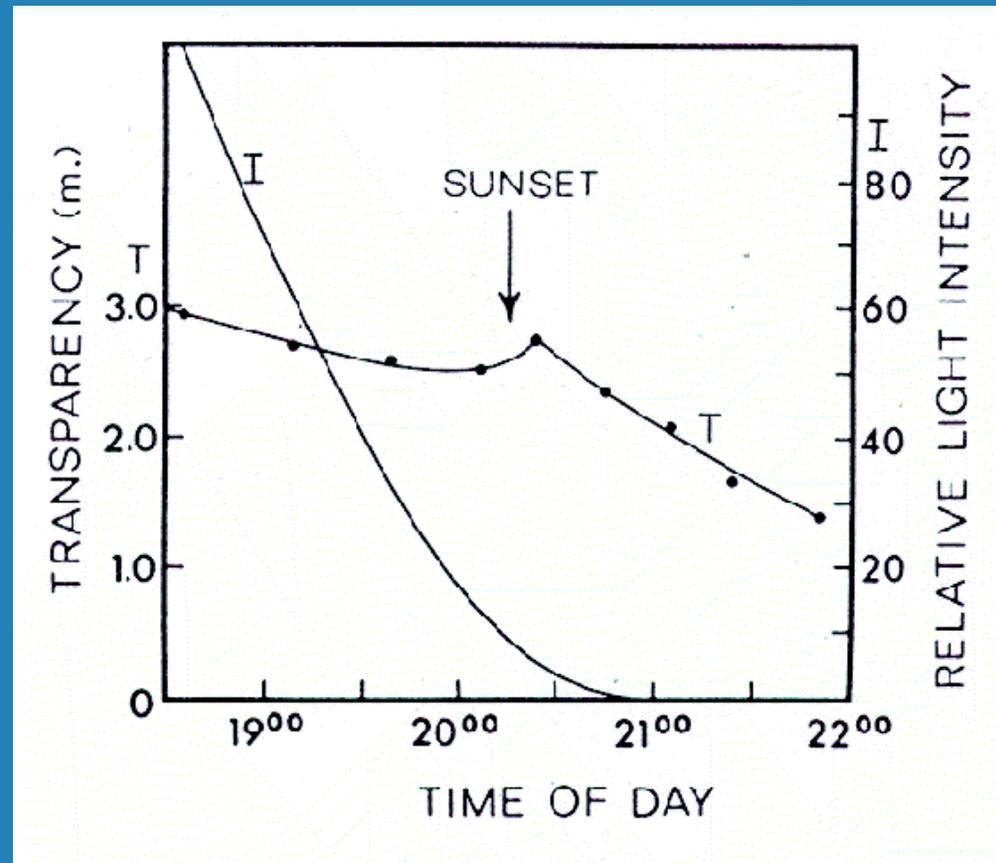


Lichteindringtiefe messen



Secchi - Scheibe

Mess-Probleme mit Secchi



Seen-Sichttiefe im Jahreslauf

