

07.12.04 VL 07

Limnische Mikrobiologie

Geschichtete Seen und Phototrophe

### Limnische Mikrobiologie

Süßwasser etwa nur 2 % des gesamten Wassers auf der Erde

Seen rel. geringe Bedeutung für biogeochemische Kreisläufe

große Bedeutung für terrestrisches Leben

Oft geringes Alter (postglazial)

Geringe Größe => erhöhter Einfluß von terrestrischen Einträgen und aus dem Sediment

Höhere Produktion und Sedimentakkumulation als im Meer  
(pro Fläche und Volumen)

Klimatische Einflüsse ausgeprägt

Ausbildung von Gradienten und verschiedenen Durchmischungsmustern  
(geschichtete Seen)

## Verschiedene Typen von Seen

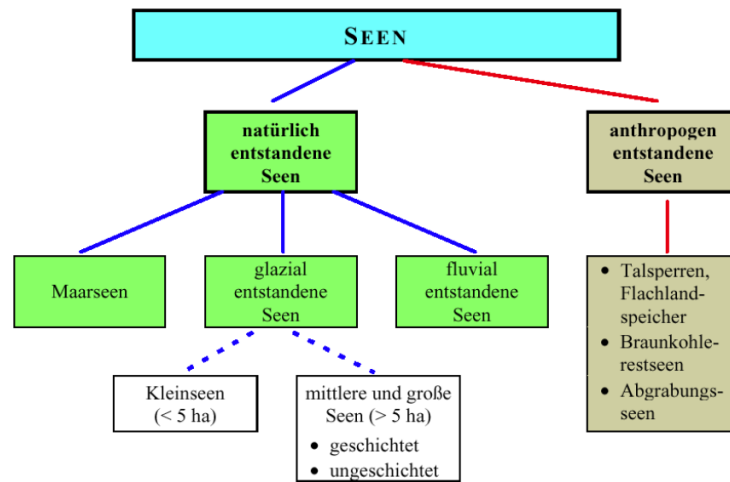
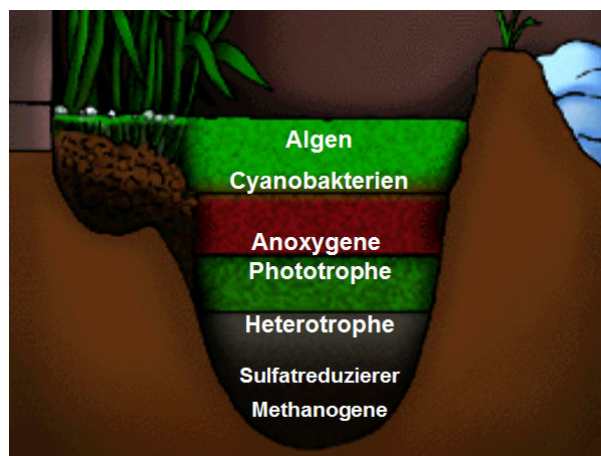


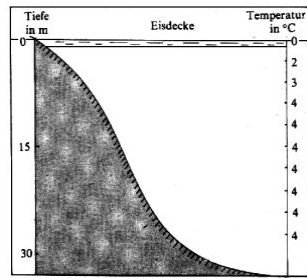
Abbildung aus: [www.waterquality.de](http://www.waterquality.de)

## Geschichtete Seen



Physiko-chemischer Aufbau geschichteter Seen

Winterstagnation



Winterstagnation durch Eisschicht (Dichteanomalie)

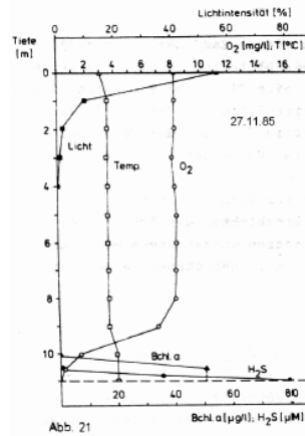
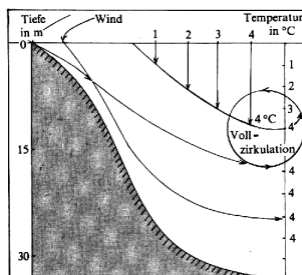


Abb. 21

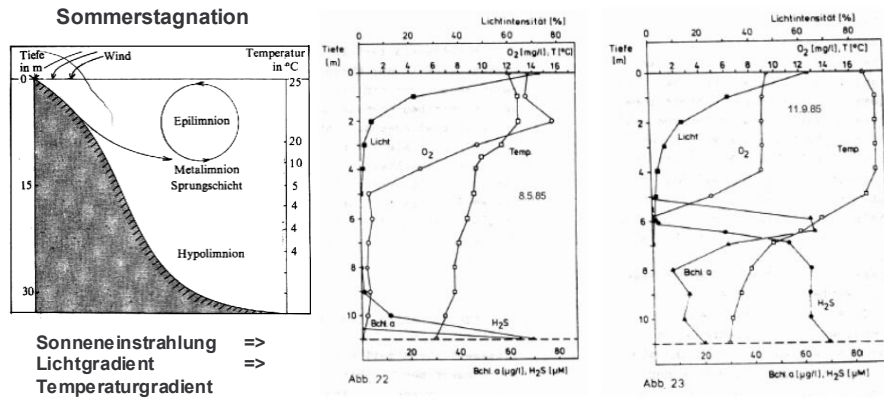
Physiko-chemischer Aufbau geschichteter Seen

Frühjahrszirkulation



Frühjahrszirkulation nach Verschwinden des Dichte-/Temperaturgradienten

## Physiko-chemischer Aufbau geschichteter Seen



## Physiko-chemischer Aufbau geschichteter Seen

### Sommerstagnation

**Epilimnion turbulent durchmischt (Eddy-Diffusion)**

**Dichtegradient wirkt als Durchmischungsbremse im Metalimnion**

(Thermokline,  $\approx 1^\circ\text{C m}^{-1}$ ) zum Hypolimnion

Akkumulation von POC (Detritus), P,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$  im Hypolimnion und auf dem Sediment

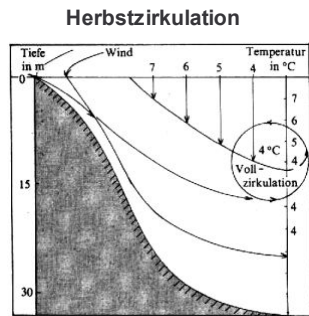
**Chemische Gradienten durch mikrobielle Aktivitäten**

Elektronenakzeptoren in der Reihenfolge des Redoxpotentials verbraucht

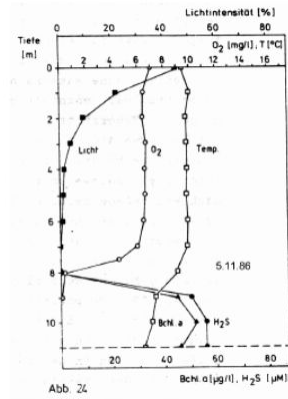
Zehrung von  $\text{O}_2 \Rightarrow$  anoxische Verhältnisse aufsteigend aus dem Sediment

Gradienten von  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , Pi,  $\text{Fe}^{2+}$ , besonders spannend an der Oxyklina

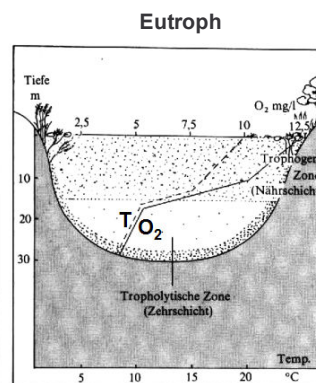
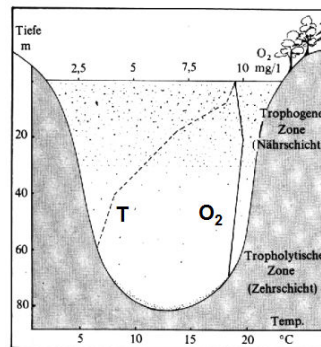
## Physiko-chemischer Aufbau geschichteter Seen



Herbstzirkulation nach Verschwinden der Temperaturgradienten



## Kennzeichen oligotropher und eutropher Seen



	Oligotroph	Eutroph
<b>Tiefe</b>	groß	gering
<b>Epil./Hypolimnion</b>	$\leq 1$	$> 1$
<b>Primärproduktion</b> $\text{mg C m}^{-2} \text{ d}^{-1}$	50 - 300	$\approx 1000$
<b>Algenbiomasse</b> $\text{mg C l}^{-1}$	0.02 - 0.1	$> 0.3$
$\mu\text{g Chl a l}^{-1}$	0.3 - 3	10 - 500
<b>Gesamt-P</b> $\mu\text{g l}^{-1}$	$< 10$	$> 30$



### Anoxigene phototrophe Bakterien

**Grüne Schwefelbakterien**  
*Chlorobiaceae*

**Phototrophe Archaea**  
*Heliobacter*

**Schwefelpurpurbakterien**  
*Chromatiaceae*

**Schwefelfreie Purpurbakterien**  
*Rhodospirillaceae*

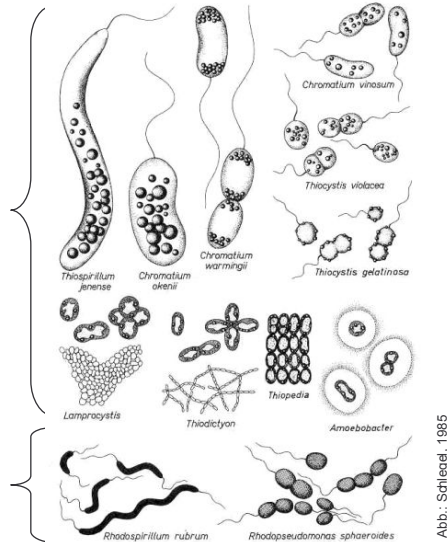
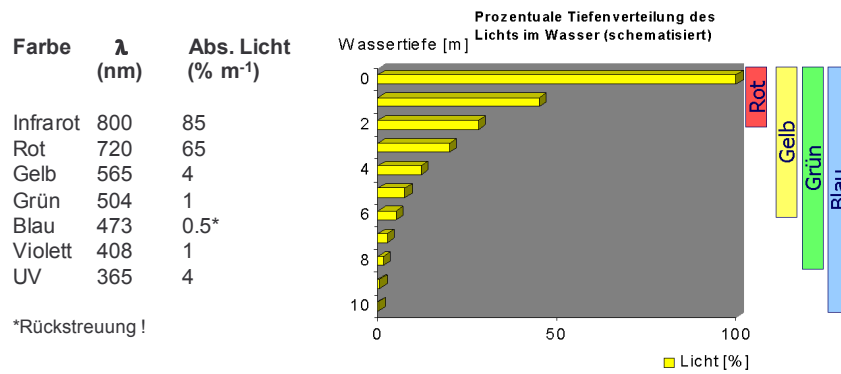


Abb.: Schlegel, 1985

### Lichtattenuation in Wasser



## Absorptionsspektren verschiedener phototropher Bakterien

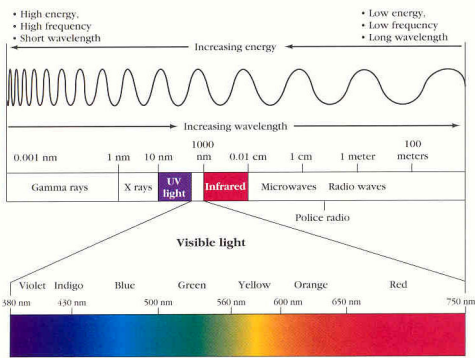


Abb.: Perry & Staly, 1997

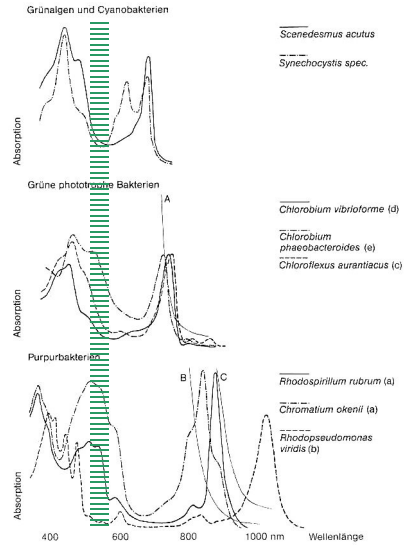


Abb.: Schlegel, 1992

## Winogradsky - Säulen

Sergei Winogradsky  
(1856 – 1953)

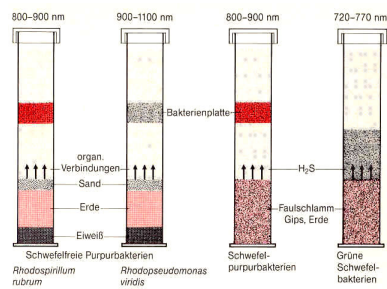
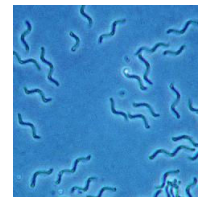
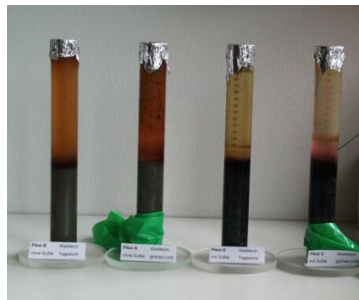


Abb.: Schlegel, 1992



Ökophys-Praktikum 2002



## Verteilung von Mikroorganismen in einem geschichteten See

Bsp. Plußsee,  
Osthofstein  
(Oktober 1964)

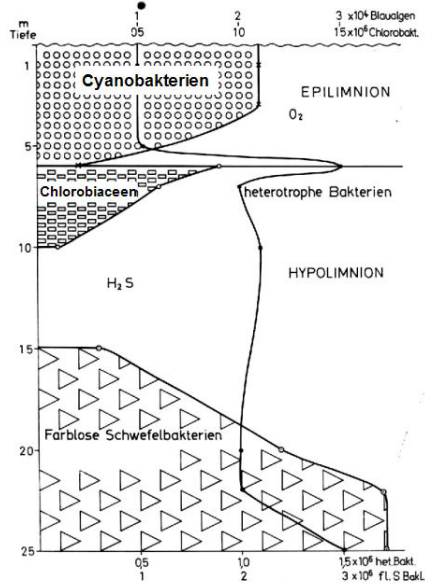


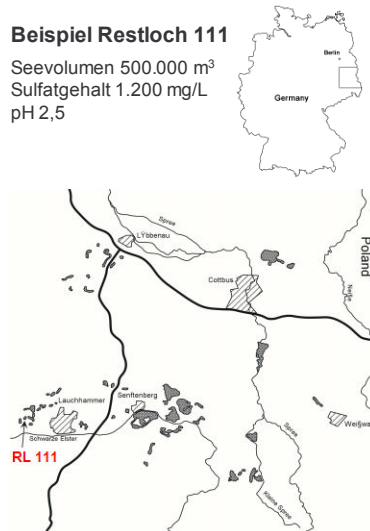
Abbildung aus: Rheinheimer, 1985 (verändert)

## Bergbaurestseen



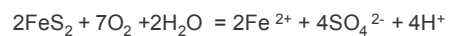
### Beispiel Restloch 111

Seevolumen 500.000 m<sup>3</sup>  
Sulfatgehalt 1.200 mg/L  
pH 2,5



### Problem:

Luftsauerstoff und sauerstoffreiches Regenwasser haben zu einer Oxidation des Pyrits im Erdschutt geführt:



### Sanierungsprinzip:

Umwandlung des säurebildenden Sulfats zu ausfällbarem Sulfid (Pyrit)

## Sanierungskonzept eines Bergbaurestsees

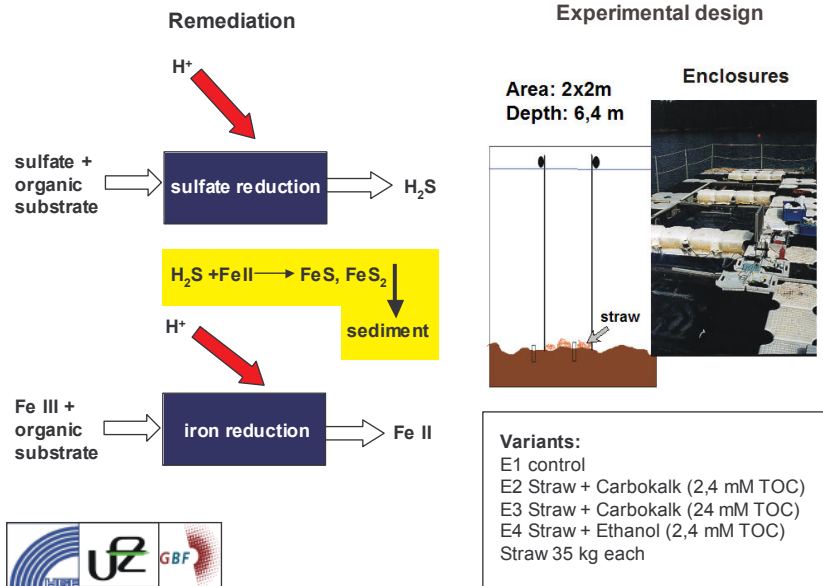


Abbildung: Ines Pöhler, 2002 (verändert)