

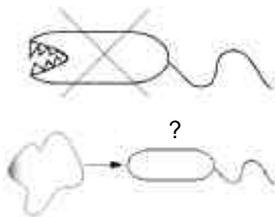
02.11.04 VL 03

## Biogeochemische Kreisläufe

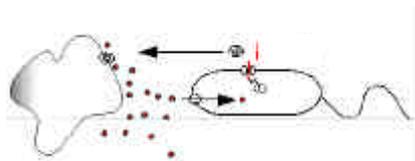
von C, N, S, Abbau organischer Substanz

Bakterien haben keine Zähne

Abbau organischer Substanz

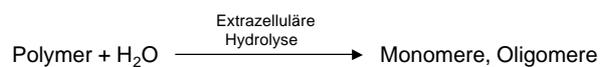


Aber:  
Organisches Material im Ökosystem liegt  
meist in polymerer Form vor



Lösung:  
Extrazelluläre Enzyme (Exoenzyme,  
werden freigesetzt) oder Ectoenzyme  
(außen an Zellwand oder periplasmatisch)

Hydrolysereaktionen:  
- Polysaccharide (Chitinase, Cellulase,...)  
- Peptide (Peptidasen)  
- Phosphatasen  
- Esterasen (z.B. Lipasen)



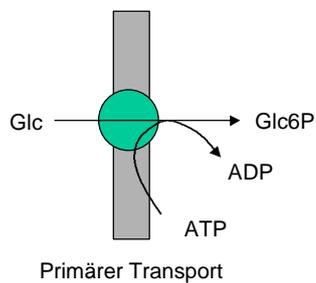
## Abbau organischer Substanz

1. Schritt: Extrazelluläre Hydrolyse von Polymeren (Depolymerisierung)
2. Schritt: Aufnahme gelöster organischer Substanz (Oligo-, Monomere)

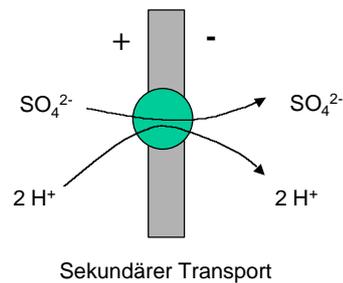
Die meisten Aufnahmesysteme arbeiten gegen einen Konzentrationsgradienten

### Kopplung an

Exergone chemische Reaktion:  
z.B. Aufnahme von Zuckern



Gradienten:  
z.B. Sulfataufnahme



## Abbau organischer Substanz

1. Schritt: Extrazelluläre Hydrolyse von Polymeren (Depolymerisierung)
2. Schritt: Aufnahme gelöster organischer Substanz (Oligo-, Monomere)
3. Schritt: Metabolismus

**Katabolismus: Abbau, Energiegewinnung**

**Anabolismus: Synthesestoffwechsel**

## Kohlenstoffkreislauf

	mittlere Oxidationsstufe des Kohlenstoffs	
CO <sub>2</sub>	+IV	Kohlendioxid
C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>5</sub>	+I	Äpfelsäure
C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	0	Glucose, Biomasse, Acetat
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	-II	Ethanol
CH <sub>4</sub>	-IV	Methan

Reduktion  
 ↓  
 Oxidation  
 ↑

Primärproduktion:

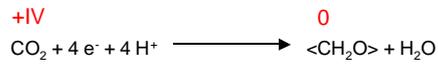
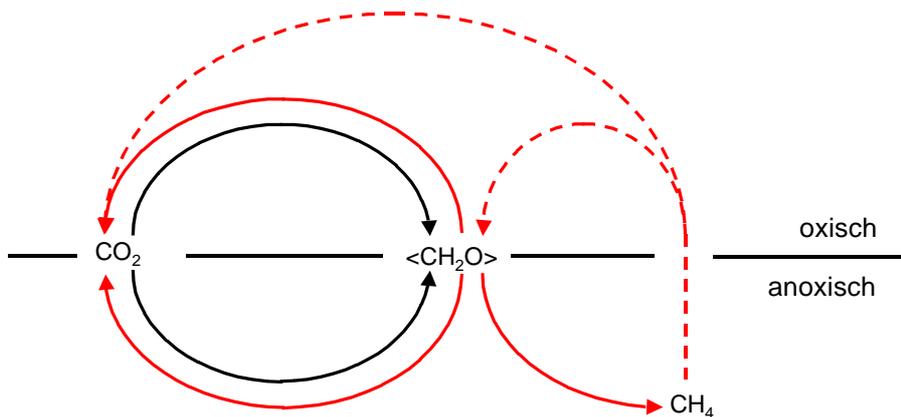


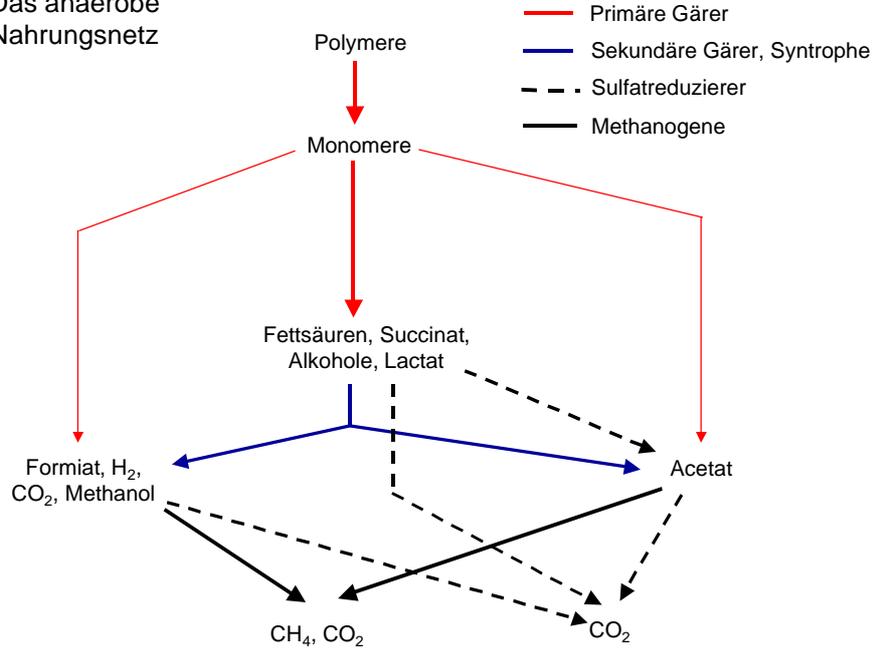
Photo- und Chemoautotrophe Organismen  
 z.B. Calvin-Zyklus, reverser Tricarbonsäure-  
 zyklus, reduktiver AcetylCoA-Zyklus

## Kohlenstoffkreislauf

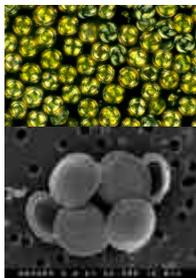
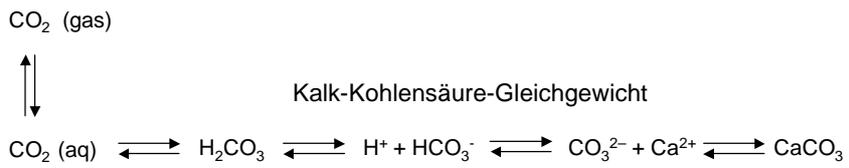


- Kohlenstofffixierung (Autotrophie)
- Abbau organischen Materials
- - - Methanotrophe Mikroorganismen

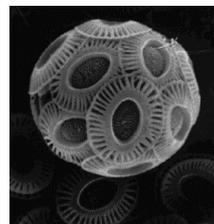
Das anaerobe Nahrungsnetz



Anorganischer Kohlenstoff, Kalzium-Kreislauf



*Phacotus lenticularis*  
Kalkhüllen-bildende Süßwasseralge



*Emiliana huxleyi*  
Kalkhüllen-bildende Meeresalge



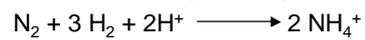
Aktive Bildung von kalkreichen Sedimenten durch Kalksintermoose (*Cratoneuron* sp.) an den Plitwitzer Seen (Kroatien).

### Stickstoff-Kreislauf

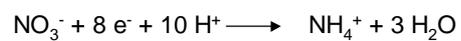
	mittlere Oxidationsstufe des Stickstoffs		
$\text{NO}_3^-$	+V	Nitrat	Reduktion ↓ Oxidation ↑
$\text{NO}_2^-$	+III	Nitrit	
$\text{N}_2$	0	Stickstoff	
$\text{NH}_4^+$	-III	Ammonium	
R-NH <sub>2</sub>	-III	Amine	

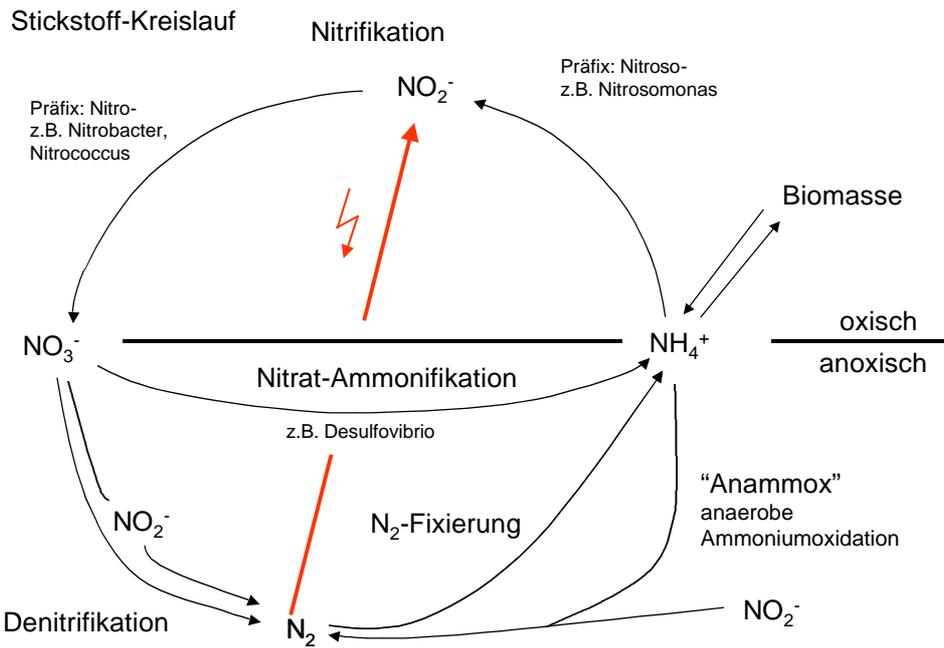
### N-Assimilation:

- Stickstofffixierung (endergoner Prozess)



- Ammonifikation





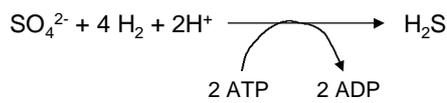
**Schwefelkreislauf**

mittlere Oxidationsstufe des Schwefels		
$\text{SO}_4^{2-}$	+VI	Sulfat
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	+II	Thiosulfat
$\text{S}^0$	0	Schwefel
$\text{H}_2\text{S}$	-II	Sulfid
R-SH	-II	Sulphydryl-Gruppe

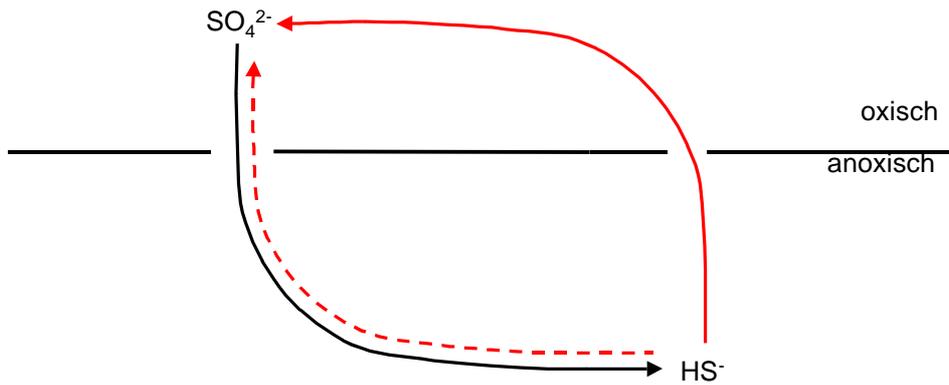


**S-Assimilation:**

- assimilatorische Sulfatreduktion (endergoner Prozess)

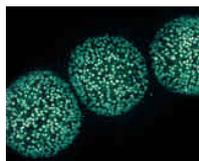
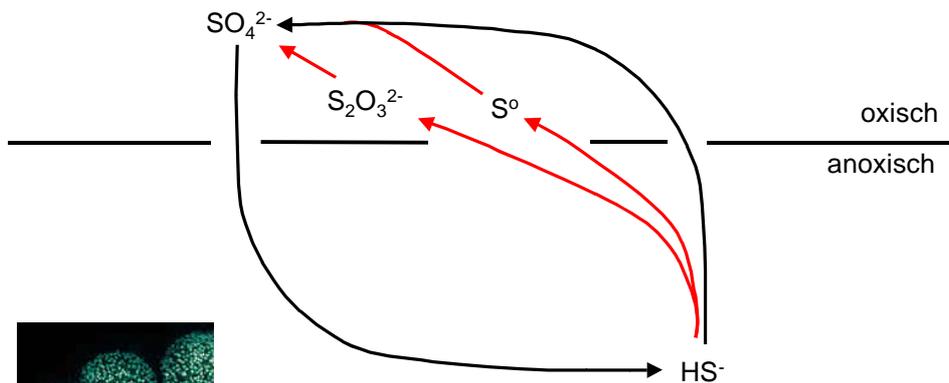


Aerobe Sulfidoxidation  
 Atmungsprozess ( $O_2$  oder  $NO_3^-$ )  
 (Schwefeloxidierende Bakterien, SOB)

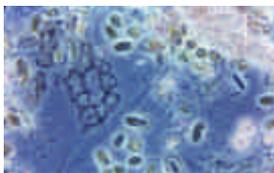
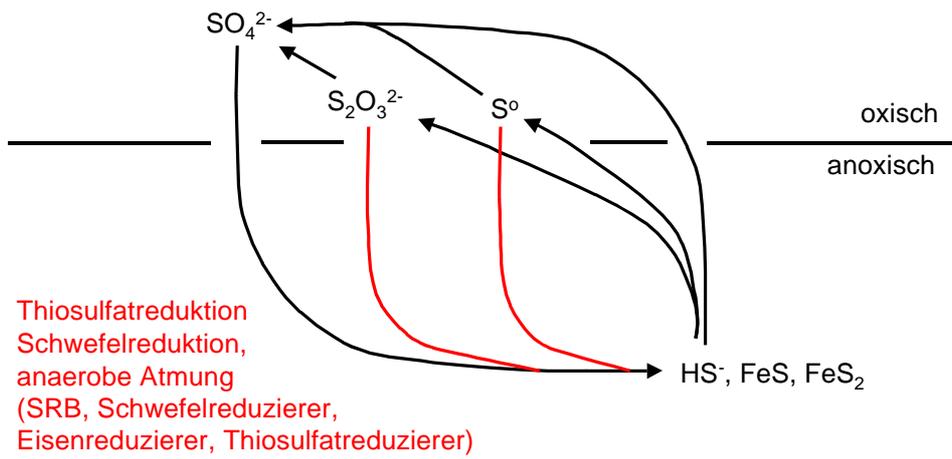


*Achromatium oxaliferum*,  
 Ein Schwefeloxidierendes Bakterium  
 mit intrazellulären Schwefeltropfen und  
 Calciumcarbonatkristallen

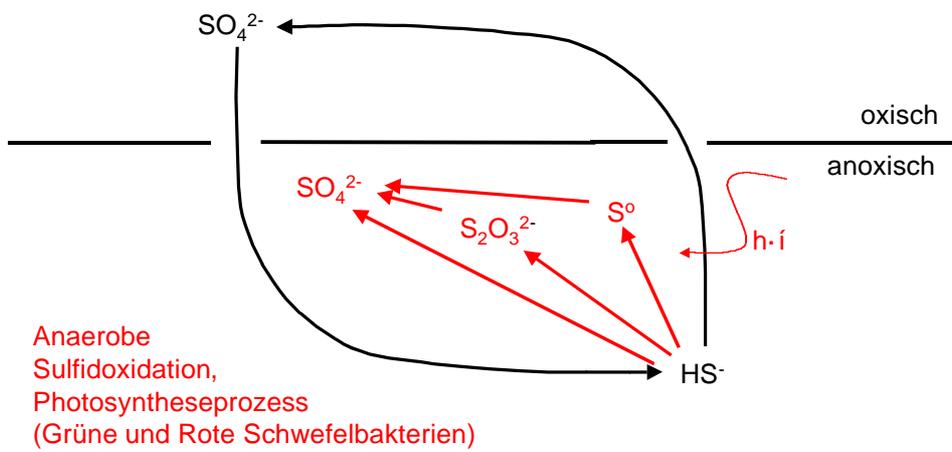
Aerobe Sulfidoxidation  
 (unvollständige Sulfidoxidation)  
 SOB



*Thiomargarita namibiensis*,  
 Ein Schwefeloxidierendes Bakterium  
 mit intrazellulären Schwefeltropfen



Phototrophe Schwefelbakterien  
Im Hypolimnion des Dagowsee



Thiosulfat- und Schwefeldisproportionierung  
 "Anaerobe Gärung"  
 SRB

