

09.11.04 VL 04

Biogeochemische Kreisläufe

Gradienten und Aktivitäten

Schlüssel-Reaktionen

in Biogeochemische Kreisläufen sind Redox-Reaktionen

Oxidation: Abgabe von Elektronen durch einen Elektronen-**Donator**

Reduktion: Aufnahme von Elektronen durch einen Elektronen-**Akzeptor**

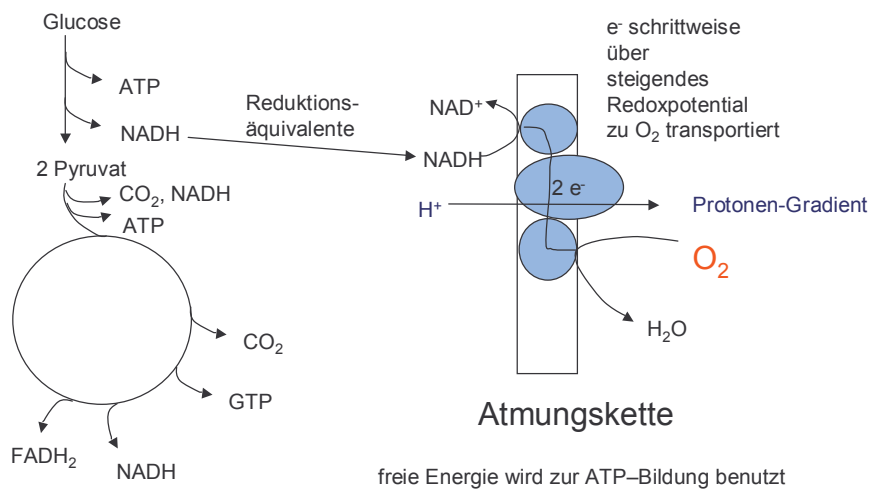
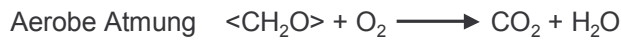
Reduktionsequivalente: $[H]$ richtig: $H^+ + e^-$

Elektronen e^- kommen nicht frei in der Zelle vor

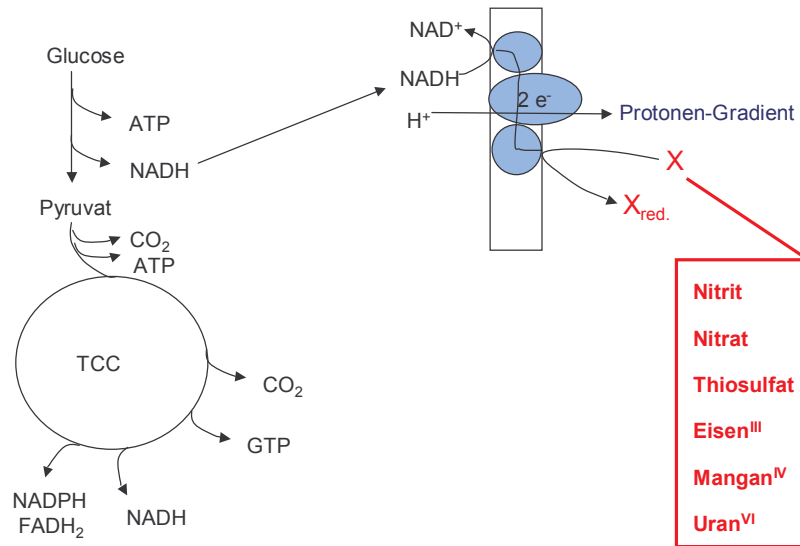
Sie zeigen sich durch die Veränderung des Redoxzustandes ihres Überträgers

Das Redoxpotenzial ist immer abhängig vom jeweiligen Überträger		E_o' [mV]
	NADH/NAD ⁺	- 320
	FADH/FAD ⁺	- 220

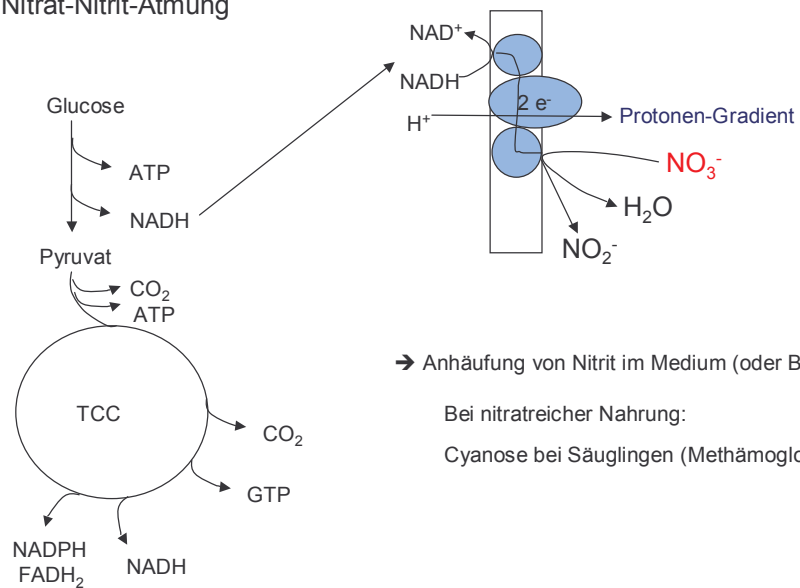
Kohlenstoff			mittlere Oxidationsstufe		
CO ₂	+IV	Kohlendioxid		↓ Reduktion ↑ Oxidation	
C ₄ H ₆ O ₅	+I	Äpfelsäure			
C ₆ H ₁₂ O ₆	0	Glucose, Biomasse, Acetat			
C ₂ H ₅ OH	-II	Ethanol			
CH ₄	-IV	Methan			
Stickstoff					
NO ₃ ⁻	+V	Nitrat		↓ Reduktion ↑ Oxidation	
NO ₂ ⁻	+III	Nitrit			
N ₂	0	Stickstoff			
NH ₄ ⁺	-III	Ammonium			
R-NH ₂	-III	Amine			
Schwefel					
SO ₄ ²⁻	+VI	Sulfat		↓ Reduktion ↑ Oxidation	
S ₂ O ₃ ²⁻	+II	Thiosulfat			
S ⁰	0	Schwefel			
H ₂ S	-II	Sulfid			
R-SH	-II	Sulphydryl-Gruppe			



„Veratmung“ von alternativen Elektronenakzeptoren:



Spezialfall der Denitrifikation:
Nitrat-Nitrit-Atmung

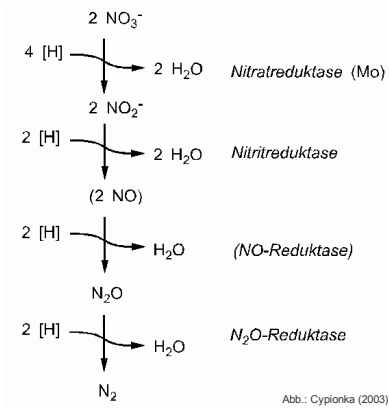
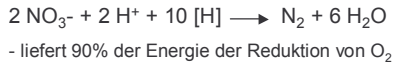


→ Anhäufung von Nitrit im Medium (oder Blut)

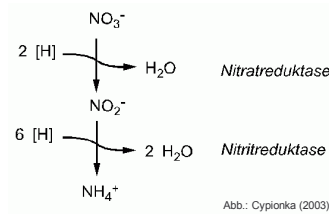
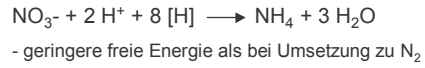
Bei nitratreicher Nahrung:

Cyanose bei Säuglingen (Methämoglobin)

Denitrifikation



Nitrat-Ammonifikation



Gewinn an freier Energie ($\Delta G_0'$)

Stichwort: "Nernstsche Gleichung"

je nach:

Anzahl der übertragenen Elektronen
Differenz der Redoxpotenziale (E_0')

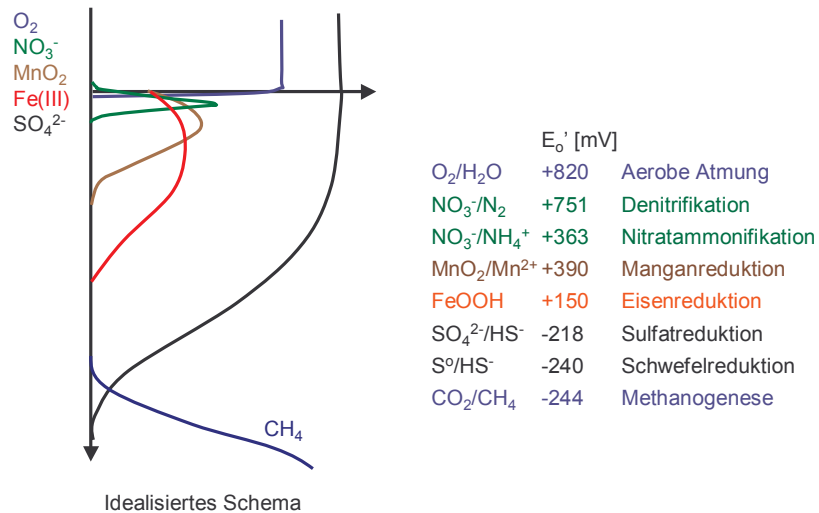
$$\Delta G_0' = -z \cdot F \cdot \Delta E_0'$$

	E_0' [mV]		
Aerobe Atmung	$\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$	+820	$\Delta G_0' = -2870$ kJ/mol Glucose
Denitrifikation	NO_3^-/N_2	+751	$\Delta G_0' = -2715$ kJ/mol Glucose
Nitrat-Ammonifikation	$\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$	+363	$\Delta G_0' = -1800$ kJ/mol Glucose
	NADH/NAD^+	-320	
	FADH/FAD^+	-220	

Energiegewinn

Welche Prozesse finden wir in Sedimenten?

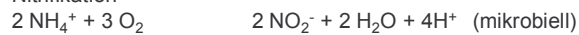
Vertikale Abfolge von Elektronenakzeptoren im Sediment



Lithotrophe Prozesse sind für die Reoxidation der Elektronenakzeptoren notwendig

- Reoxidation von reduzierter Elektronenakzeptoren (Fe^{2+} , Mn^{2+} , NH_4^+ , HS^- , CH_4)
- In der Regel mehrstufige Reaktionen
- Detoxifikation (HS^- , NH_4^+)
- Verantwortlich für etwa 50% der Sauerstoffaufnahme des Sediments

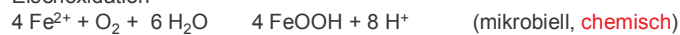
Nitrifikation



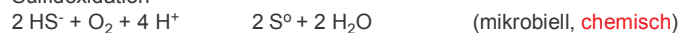
Manganoxidation



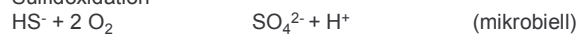
Eisenoxidation



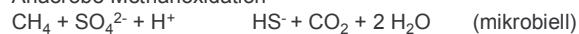
Sulfidoxidation



Sulfidoxidation



Anaerobe Methanoxidation



Frage?

Was tun, wenn kein Elektronenakzeptor
für die Atmungskette vorhanden ist?

Antwort!

Gärung!

Das generelle Prinzip einer Gärung

Energiekonservierung nicht durch:

- chemiosmotische Mechanismen (Protonen-Gradient)

sondern durch:

- Substrat-Phosphorylierung

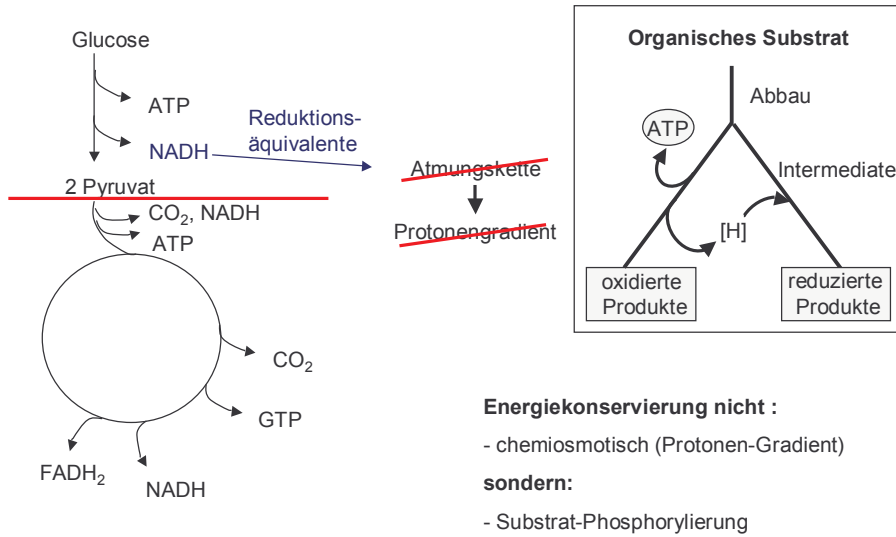
—————> ATP-Ausbeute und Wachstumsertrag gering!

Bsp.: Alkoholische Gärung: **wenig Biomasse, viel Alkohol**

Bezeichnung der Gärungen nach ihren charakteristischen Endprodukten

Alkohol (Ethanol)	Milchsäure
Buttersäure	Propionsäure
Gemisch verschiedener Säuren	

Das generelle Prinzip einer Gärung



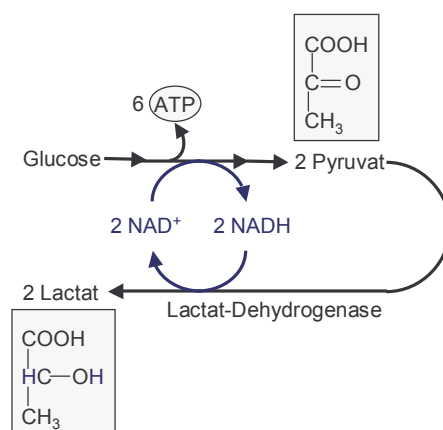
Energiekonservierung nicht :

- chemiosmotisch (Protonen-Gradient)

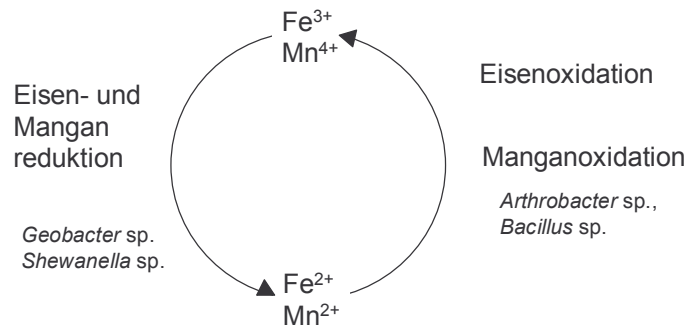
sondern:

- Substrat-Phosphorylierung

Die homofermentative Milchsäuregärung



Eisen- und Mangan-Kreislauf



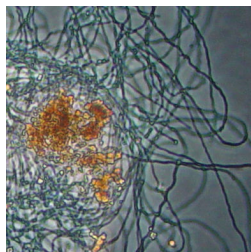
Acidophile Eisenoxidierer

Acidithiobacillus ferrooxidans
Leptospirillum ferrooxidans

Neutrophile Eisenoxidierer

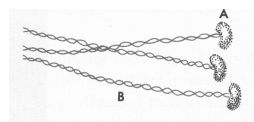
Gallionella ferruginea
Leptothrix discophora

Leptothrix sp.

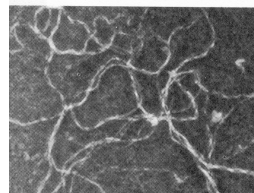


gewachsen auf Mn^{2+}
braun: MnO_2 -Ausfällungen

Gallionella ferruginea



schematische Darstellung



„Eisenstiele“

