

26.10.04 VL 02

Allg. Mikrobielle Ökologie

Grenzen des Lebens, Ökologische Bandbreite

Rolle der Mikroorganismen im Ökosystem

Generalisten – Spezialisten

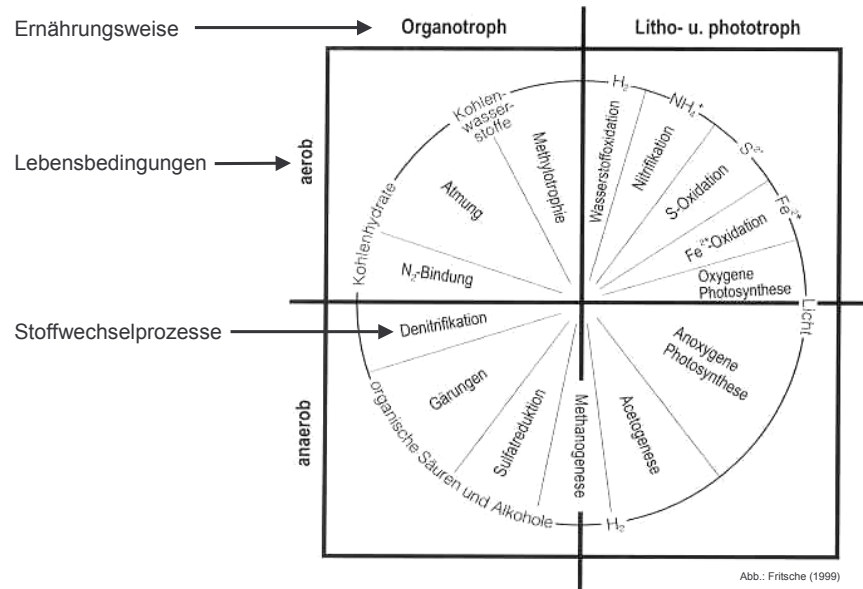
Auftreten im Ökosystem	Konzept S.Winogradsky
Autochthon oder indigen	<i>Typisch</i> , rel. stabile Populationsgröße
Allochthon oder zymogen	<i>Untypisch</i> , starke Populations- schwankungen, schnellwachsend

Chemo / Phototroph	Energiekonservierung
Litho / Organotroph	Elektronendonator
Auto / Heterotroph	Kohlenstoffquelle

Bsp.

<i>Homo sapiens</i>	chemo	organo	heterotroph
<i>Chlorella</i> sp.	photo	litho	autotroph
<i>Thiobacillus</i> sp.	chemo	litho	autotroph

Einteilung von Organismen



Was benötigt ein Organismus zum Leben?

Wasser

Kohlenstoffquelle (org. C, CO₂)

Energiequelle (chemische Reaktion)

Makronährstoffe (N, P, S, Mg, Ca, Fe)

Spurenelemente (Mn, Co, Ni, W, Zn, Se, B, Mo, Cu)

Ein bewohnbares Milieu - ?

Wassergehalt

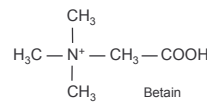
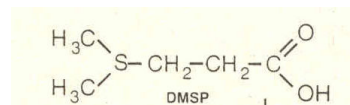
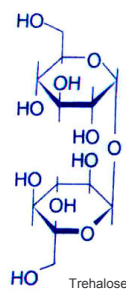
Maß für den Wassergehalt ist die Wasseraktivität a_w

dest. Wasser	$a_w = 1$	“normale” Mikroorganismen	$a_w = 0,9$
Meerwasser	$a_w = 0,98$	halophile Mikroorganismen	$a_w = 0,75$
Salzseen	$a_w = 0,75$	xerophile Pilze	$a_w = 0,7$

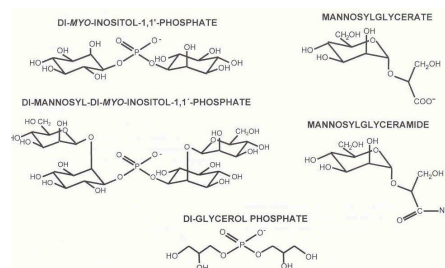
Problem: Osmolarität

Lösung: *Compatible Solutes (Osmolytica)*
in hoher Konzentration

z. B. Dimethylsulfoniopropionat (DMSP), Glycerin, Mannitol, Saccharose, Trehalose, Betain, Ectoin



Compatible solutes aus
hyperthermophilen
Mikroorganismen
(Environ Microbiol 4:501ff)



Temperatur

Leben ist an flüssiges Wasser gebunden.

Gefrierpunkt von Seewasser: $-1,8^{\circ}\text{C}$

antarktisches *Sea ice*: -15°C

Sea ice hat Klüfte und Spalten in denen noch unterkühltes flüssiges Wasser vorkommt.

Mittelozeanische Rücken, geothermale Quellen

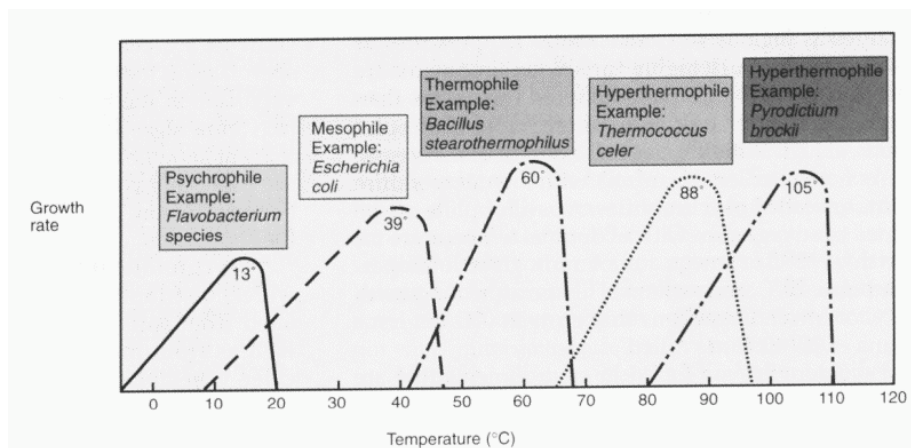
Wegen des hohen Drucks noch bis 300°C flüssiges Wasser.

Der derzeitige Rekord für hyperthermophile Mikroorganismen

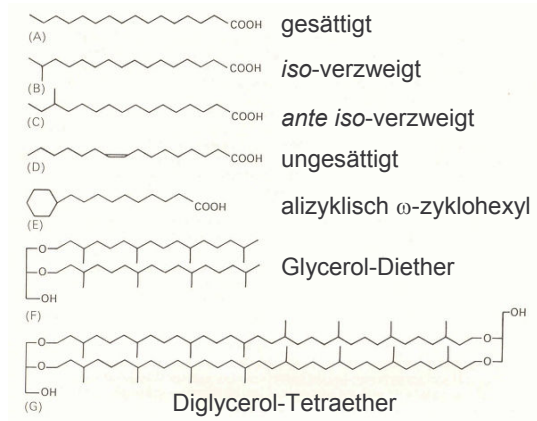
liegt bei **121°C**

(Kashefi & Lovley 2003 Science 301:934)

Wachstumsraten bei verschiedenen Temperaturen



Fettsäuren, die in bakteriellen Lipiden gefunden werden



Druck Sind Bakterien druckempfindlich?

Experiment: Bringe einen Luftballon in 1000 m Wassertiefe
 ... 1 bar Druckanstieg pro 10 m, bei 1000 m 100 facher Druckanstieg

?... gefüllt mit Luft $\bigcirc \longrightarrow \circ$ (1 %)



? ... oder mit Wasser $\bigcirc \longrightarrow \bigcirc$ (fast 100 %)

Bakterien haben keine Schwimmblase.

- Hohe Drücke haben einen Einfluß auf:
- Siedepunkt und Viskosität des Wassers
 - Membranfluidität
 - Stabilität einiger Biomoleküle

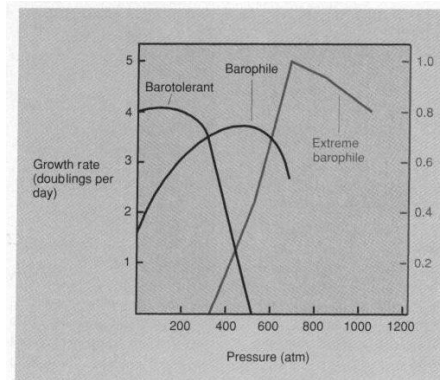


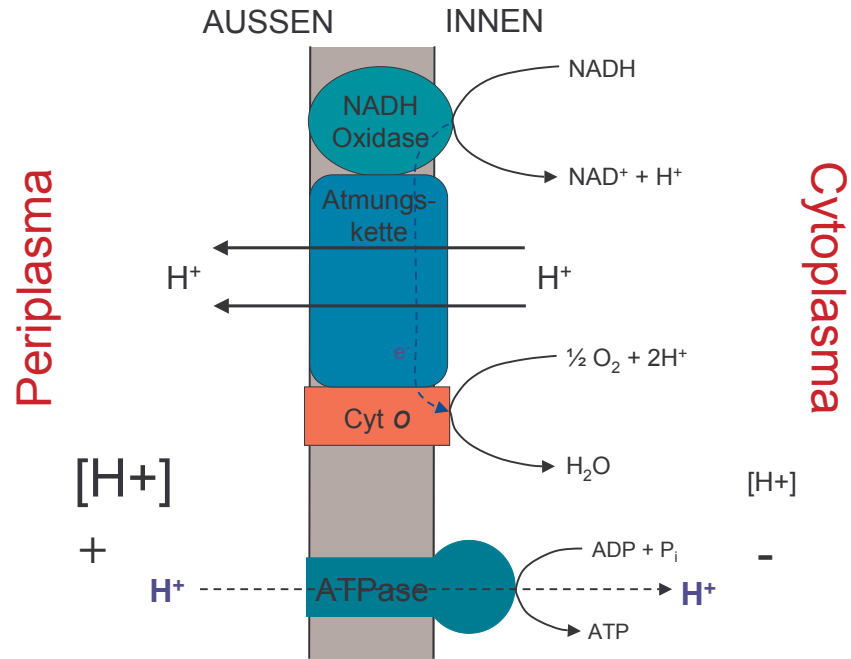
Figure 14.22 Growth of barotolerant, barophilic, and extremely barophilic bacteria. The extreme barophile was isolated from the Mariana Trench (10,500 m). Note the much slower growth rate (at any pressure) of the extreme barophile (right ordinate) as compared to the barotolerant and barophilic bacteria (left ordinate). Note also the inability of the extreme barophile to grow at low pressures.

Barophile Mikroorganismen sind an hohe Drücke angepasst, z.B. höherer Anteil an ungesättigten Fettsäuren in Cytoplasmamembran, modifizierte Enzyme.

pH-Wert

	0		<i>Picrophilus oshimae</i> (pH -0,7-pH2)
	1	Vulkanböden	
	2	Bergbaurestseen	<i>Acidithiobacillus acidophilus</i> (bis pH1)
	3		Essigsäurebakterien (pH3-7)
	4	Böden, Moorgewässer	acidophile Bakterien ($pH_{opt} < 5$)
	5		
	6		
	7	Seen, Meerwasser	neutrophile Bakterien (pH_{opt} 6-8)
	8	alkalische Böden (Kalk)	
	9		
	10	Sodaseen	alkaliphile Bakterien (bis pH12, pH_{opt} 10-11)
	11		
	12		
	13		
	14		

Problem: Energiekonservierung



Problem: Energiekonservierung

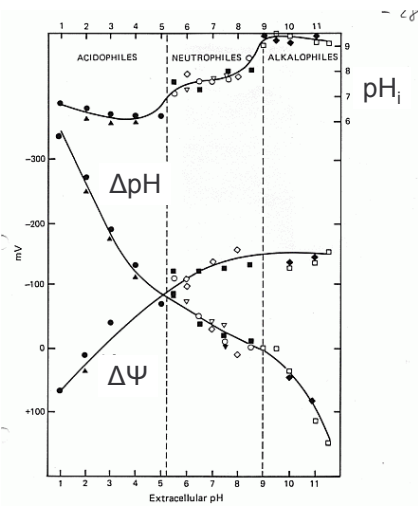


Fig. 3.1 Values of ΔpH , $\Delta \Psi$ and pH_i as a function of pH_e . *E. coli* (\circ), *Micrococcus lydeckeri* (\square), *Halobacterium halobium* (\blacksquare), *Enterococcus faecalis* (∇), *Bacillus subtilis* (\blacktriangledown), *B. acidocaldarius* (\blacktriangle), *Thiobacillus ferrooxidans* (\bullet), *B. alkalophilus* (\square), *B. firmus* (\blacklozenge).
Reproduced from ref. 82 with permission.

PMF: Proton motive force

$$PMF = -F \cdot \Delta \Psi + R \cdot T \cdot \Delta pH$$

- F Faraday-Konstante
- $\Delta \Psi$ Membranpotential
- R Allg. Gaskonstante
- T Temperatur [K]

Acidophile:

ΔpH sehr groß durch $\Delta \Psi$ kompensiert

Alkaliphile:

Protonengradient? Na^+ statt H^+

Endosporen als Überdauerungsstadien

Wie lang kann eine Spore überdauern?

7.000 Jahre, Seesediment

10.000 Jahre, Permafrostboden

25-40 Millionen Jahre, Bernstein (Science 1995, 268:1060-1064)

250 Millionen Jahre, Salzkristalle ?



Kultur von *Desulfosporosinus orientis*.
Sporen (oval) und vegetativen Zellen

Erhaltungsstoffwechsel

Bsp. *Maintenance coefficient* m_{ATP} verschiedener Mikroorganismen.

Art	Substrat	m_{ATP} [$\mu\text{mol ATP (g Trockenmasse)}^{-1} \text{ h}^{-1}$]
<i>Escherichia coli</i>	Glucose, aerob	4,0 - 8,0
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Acetat, aerob	2,5 - 6,3
<i>Desulfobulbus propionicus</i>	Ethanol, Sulfat	0,9
<i>Propionigenium modestum</i>	Succinate, Gärer	0,29