

α-Proteobacteria

Rickettsiales

Rickettsiaceae

Rickettsia

- obligat intrazellulär (parasitär, reduzierter Stoffwechsel)
- sehr nah an den Mitochondrien

Anaplasmataceae

Wolbachia

- obligat intrazellulär in Vakuolen
- besiedelt Nährzellen der Ovarien (15% der Insekten, Zytoplasmatische Inkompatibilität)

Ehrlichia

- obligat intrazellulär

Rhodospirillales

Rhodospirillaceae

Rhodospirillum

- Hoher GC-Gehalt
- Chemotaxis

Acetobacteraceae

Gluconobacter

- Stäbchen (keine Spirillen)
- obligat aerober Atmer
- Kein vollständiger Citratzyklus (keine Succinat-Dehydrogenase)
- Ethanoloxidation zu Essigsäure
- Biotechnologie: α-Glucosidasehemmer, Vitamin C-Produktion, Dihydroxyaceton

Acetobacter aceti

- Essigproduktion
- obligat aerobe Atmung

Sphingomonadales

Sphingomonadaceae

Sphingomonas

- strikt aerob
- aerob anoxygene Photosynthese
- Sphingoglycolipide anstatt LPS

Zymomonas mobilis

- Tequila
- Entner-Doudoroff-Weg des Zuckerabbaus

Erythrobacteraceae

- Knospung, Y-Teilung

Erythromonas

- obligat aerob

Rhodobacterales

Hyphomonadaceae

Hyphomonas polymorpha

- Knospung (bildet Prosthoka → Verbindet Mutter- und Tochterzelle)
- obligat aerob

Rhodobacteraceae

Rhodobacter capsulatus

- „Nicht-Schwefel-Purpurbakterien“
- Süßwasser
- -O₂ gelb-rötlich; +O₂ weiß

Rhodobacter litoralis

- marin
- aerobe anoxygene Photosynthese läuft im Licht gleichzeitig zur aeroben Atmung!

Caulobacterales**Caulobacteraceae*****Caulobacter crescentus***

- bildet gestielte sessile Zellen und Schwärmerzellen
- oligotropher Lebensraum, strikt aerobe Atmung

Rhizobiales**Rhizobiaceae*****Rhizobium spec.***

- Obligat aerobe Atmung
- Stickstofffixierung → Symbiose

Agrobacterium tumefaciens

- obligate Atmung (manche Arten auch anaerob mit Nitrat)
- können nicht Stickstoff fixieren
- parasitär in Pflanzen

Bradyrhizobiaceae***Nitrobacter winogradskyi***

- Nitrifizierer: Nitrobakterium → Setzt Nitrit zu Nitrat um
- an meist oxischen Standorten mit Mineralisierung (*Chemolithoautotroph*)

Rhodospseudomonas palustris

- Knospung; sessile und schwärmende Zellen
- aerobe anoxygene Photosynthese
- lamellenartige Membransysteme

Brucellaceae***Brucella spec.***

- Tierpathogene Bodenbakterien (Brucellose)

Methylobacteriaceae***Methylobacterium extorquens***

- bildet alleine Kahmhaut aus (Pellicle)
- strikte Aerobier
- z.T. Aerobe anoxygene Photosynthese
- Wächst auf Formiat, Methanol, Formaldehyd

Bartonellaceae***Bartonella spec.***

- Fakultativ intrazellulär
- Tier- und Humanpathogen
- Haemotrophie (Vermehrung in Erythrozyten, Häm als Fe-Quelle)
- Können u.a. von Tier auf Mensch übertragen werden

β-Proteobacteria

Burkholderiales

Alcaligenaceae

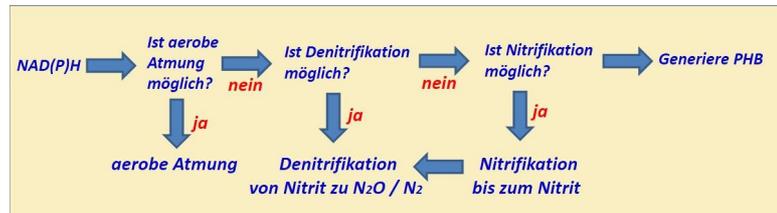
- Denitrifikation: $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{N}_2$

Achromobacter xylosoxidans

- Denitrifikation unter anoxischen Bedingungen

Alcaligenes faecalis

- Chemolithoheterotroph (wenn H_2 oxidiert werden kann → Knallgasreaktion)
- Nitrifizierung / Denitrifizierung in einem Organismus
 - Heterotrophe Denitrifikation unter anoxischen Bedingungen
 - Heterotrophe Nitrifikation / Denitrifikation unter oxischen Bedingungen



Burkholderiaceae

Cupriavidus ssp.

- Wachstum stimuliert durch Kupfer (Resistent $<800\mu\text{M}$ Kupfer)
- fakultative Räuber (Kann andere Bakterien lysieren)
- Mineralisierung von Gold-Lösungen

Ralstonia solanacearum

- keine Zuckerverwertung
- Pflanzenpathogen (Solanaceae und Geraniaceae)

Ralstonia pickettii

- Kann zur Detoxifizierung genutzt werden (Zersetzt u.a. Benzene, Dioxane, usw.)
- An oligotrophe Standorte angepasst

Burkholderia pseudomallei

- Melioidose in tropischen Gebieten
- Flagellen liegen in Scheiden vor

Comamonadaceae

Comamonas spec.

- Gerade, gebogene oder gewundene Stäbchen
 - Viele Abbauwege aromatischer Verbindungen → potentiell für Bioremediation brauchbar
- Polaromonas vacuolata*
- Psychophil: $T_{\text{Opt}} = 4\text{ °C}$; Wachstum bei $0 - 12\text{ °C}$
 - Gasvesikel

Gallionellales

Gallionellaceae

Gallionella ferruginea

- Fe^{2+} als Elektronendonator
- CO_2 -Fixierung über Calvin-Zyklus
- wächst anoxisch bei anoxischen Eisen + Carbonat
- Sessil

Hydrogenophilales

Hydrogenophilaceae

***Thiobacillus* ssp.**

- aerob; setzt Nitrat zu Nitrit um
- Chemolithoautotroph
- Schwefelverbindungen als Elektronendonator
- Manche auch Chemolithoheterotroph / Mixotroph (gleichzeitige S-Oxidation)

Thiobacillus denitrificans

- Anaerob denitrifizierend bis N₂

Neisseriales

Nisseriaceae

***Aquaspirillum* serpens**

- „Polare“ Membran von Spirillen

Chromobacterium violaceum

- Bildet Violacein → Lila Kolonien (Lichtschutz?)

Neisseria gonorrhoeae

- unbeweglich
- besiedelt Schleimhäute
- Pathogen (Gonokokken: Gonorrhoe / Tripper)
- Es gibt auch Meningokokken → Meningitis
- Invasiv, keine Exotoxine aber Lipooligosaccharide

Rhodocyclales

Rhodocyclaceae

***Rhodocyclus* ssp.**

- Anoxisch im Licht → photoorganoheterotroph, Photolithoautotroph
- Sauerstoff ohne Licht → Chemoorganoheterotroph

γ-Proteobacteria

Aeromonadales

Aeromonadaceae

Aeromonas ssp.

- Einige Arten pathogen („red-leg-diseas“ bei Amphibien; „Furunkulose“ bei Forellen)

Chromatiales

Chromatiaceae

Allochroematium ssp.

- Wichtige Rolle im S-Zyklus
- Oxidieren reduzierte Schwefel-Verbindungen

Enterobacteriales

Enterobacteriaceae

Buchnera aphidicola

- Endosymbiont mit Blattläusen
- Blattläuse können nicht ohne Symbiont Vermehren
- Reduziertes Genom (aber polyploid, 50 – 200 Chromosomen/Zelle)
- Buchnera infiziert Embryonen im Mutterleib oder Eier

Shigella dysenteriae

- Ruhr (unschön)
- Shiga-Toxin (Cytotoxin)
 - *StxA*
 - *StxB*
 - Inaktivierung der Ribosomen
- Enterotoxine (ShET-1; ShET-2 über T3SS)

Legionellales

Legionellaceae

Legionella pneumophila

- Fakultativ intrazellulär u.a. in Makrophagen
- Lungenentzündung, bei falscher Diagnose falsche Antibiotika

Pasteurellales

Pasteurellaceae

Pasteurella multocida

- obligat parasitär
- besiedelt Schleimhäute
- Zoonosen

Haemophilus influenzae

- Lungenentzündung
- Sekundärinfektion nach viralen Infekt
- erstes sequenziertes Genom 1995

Pseudomonadales

Pseudomonadaceae

Pseudomonas aeruginosa

- verursacht Furunkel, Urogenitalinfektionen, Lungenentzündung
- Pyoverdin (Fe-Siderophor)
- Pyocyanin (Virulenzfaktor; verursacht grünlich-blauen Eiter)

Azotobacter vinelandii

- Stickstofffixierung unter (mikro)oxischen Bedingungen
- Zystenbildung (Keine Sporen)

Thiotrichales**Thiotrichaceae*****Thiotrix* ssp.**

- Ketten bis 500 µm lang
- Ketten oft in Scheiden
- Chemolithoautotroph, mixotroph
- S-oxidierend; fakultativ CO₂-fixierend
- aerobe Atmung
- Gonidien

***Beggiatoa* ssp.**

- 200 µm lang (bis 10 cm Filamente)
- S-oxidierend
- fakultativ CO₂- und N₂-fixierend
- aerobe Atmung, Nitrat in großen Vakuolen (bis 160 mM)
- lebt in oxisch/anoxisch-Gradienten
- Kopplung Nitratreduktion und Sulfidoxidation

***Thioploca* ssp.**

- Lange Filamente (bis 10cm)
- Scheiden mit mehreren Ketten
- Gleiten Chemotaxis
- chemolithoautotroph, mixotroph
- S-oxidierend; Nitrat reduzierend; evtl. auch Sauerstoff reduzierend
- Nitrat in großen Vakuolen (bis 500 mM)

Vibrionales**Vibrionaceae*****Vibrio* ssp.**

- Gebogene Stäbchen

Vibrio cholera

- AB5-Toxin → ADP-Ribosylierung eines G-Proteins → Permanente Inaktivierung der Adenylatzyklase → Beeinflussung der Ionenkanäle → Durchfall (Cholera!)

Xanthomonadales**Xanthomonadaceae*****Xanthomonas* ssp.**

- Obligat aerobe Atmung
- Gelbe Kolonien (Farbstoffe Xanthomonadine; Isoprenoid)
- Pflanzenpathogene Arten
- Typ III Sekretionssystem → Effektortransport (Tal-Effektor)

δ-Proteobacteria**Bdellovirionales****Bdellovibrionaceae*****Bdellovibrio spec.***

- Polare Scheidenflagelle
- Extrem schnell (100 Zelllängen / sec)
- freilebend oder intrazellulär parasitisch
- prädiert andere Bakterien (Eindringen + Vermehren)
- Axenisches Wachstum über Fragmentierung (Axenisch = als Reinkultur)

Desulfobacterales**Desulfovibrionaceae*****Desulfovibrio spec.***

- Sulfat-reduzierend (auch andere S-Verbindungen) bis H₂S
- obligat anaerob

Desulforomonadales**Geobacteraceae*****Geobacter metallireducens***

- obligat anaerobe Atmung mit Fe^{III} als Elektronenakzeptor (→ Fe^{II})
 - Cytochrome an externen Pili, welche durch Zitratzyklus mit Elektronen gespeist werden

Geobacter spec.

- Durch Kathode im Meerwasser und Kathode im Sediment kann *Geobacter* im Sediment organische Verunreinigung oxidieren (CO₂) und dabei Sauerstoff im Wasser reduzieren (H₂O)
- Stromerzeugung möglich (aber nutzlos...)

Myxococcales**Myxococcaceae*****Myxococcus spec.***

- Soziale Bewegung; Fruchtkörperbildung
- prädiert andere Bakterien

Myxococcus xanthus

- Interaktion und Vesikelbildung

Syntrophobacterales**Syntrophobacteraceae*****Syntrophobacter spec.***

- Synthrophisches Wachstum mit H₂ oder Formiat-Bildung → Muss von Methanogenen oder Sulfatreduzierern verbraucht werden

ε-Proteobacteria

Campylobacterales

Campylobacteraceae

Campylobacter ssp.

- Keinerlei Zuckerverwertung
- Intervening Sequences (transkribierte rRNA Introns, die ohne Splicing entfernt werden)
- pathogen

Campylobacter jejuni

Heliobacteraceae

Heliobacter ssp.

- die meisten Heliobacterarten sind pathogen

Wolinella succinogenes

- oxidiert H₂ zu Formiat
- reduziert Fumarat (→ Succinat), Nitrat, Nitrit (→ NH₃), S-Verbindungen (→ HS⁻)

Cyanobakterien

Cyanobakterien

- Cyanotoxine:
 - Anatoxin (Bizyklische Alkaloide, Nervengift, *Anabaena* + *Oscillatoria*)
 - Cylindrospermopsin (Organschädigend, *Cylindrospermopsis* + *Aphanizomenon*)
 - Microcystine (Zyklische Heptapeptide, Ser/Thr-Phosphatasehemmer, *Microcystis* + *Anabaena* + *Nostoc* + *Oscillatoria*)
 - Nodularine (Zyklische Pentapeptide, Ser/Thr-Phosphatasehemmer, *Nodularia*)
 - Saxitoxine (Ionen-transporthemmer, Herzneuronenblocker, *Anabaena* + *Cylindrospermopsis*)

Chroococcales

Synechococcus spec.

- Einzelzellen
- obligat photoöithoautotroph
- Gleiten + flagellenloses Schwimmen (letzteres unverstanden)
 - SwmA und SwmB im S-Layer

Synechocystis spec. PC3803

- photolithoautotroph, photoorganoheterotroph, chemoorganoheterotroph (ohne Licht)
- circadianer Rhythmus (z.B. *Synechocystis elongatus* PC7942 → Hexamer: KaiC [Autokinase], KaiA[+P] und KaiB[-P])

Nostocales

Nostocales

Nostoc spec.; Anabaena spec.

- Verschiedene Zelltypen (Differenzierung, Multizelluläre Organismen)
 - z.T. Verzweigungen
 - Kommunikation zwischen Zellen (Proteinsysteme)
 - Kontinuierliches Periplasma!
 - Heterocysten zur Stickstofffixierung (Verringern Sauerstoffeintritt)
- photolithoautotroph, photoorganoheterotroph
- Kommunikation zwischen Zellen der Filamente

Oscillatoriales

Oscillatoria spec.

- Undifferenzierte Trichome (Zellketten)
- Querteilung der Zellen
- Fragmentierung, Hormogonien

Prochlorales

Prochlorococcaceae

Prochlorococcus spec.

- Sehr kleine Kokken (ca. 0,5 µm)
- 100 – 200 m Meerestiefe
- wohl häufigster photosynthetischer Organismus im Meer (oder überhaupt)
- Effizienteste Lichtnutzung
- Nutzt Nährstoffe sehr effizient (Anpassung an Oligotrophie)