

Biolaugung

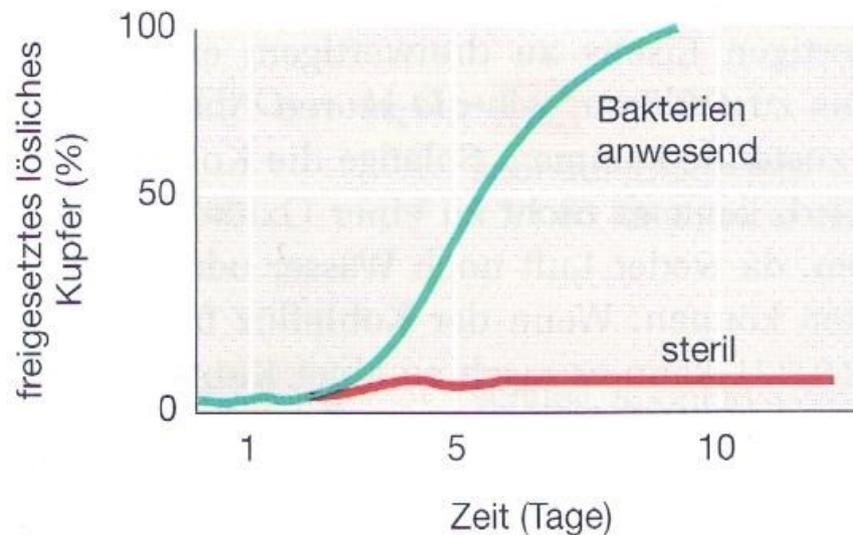
Mechanismus



Von Wiebke Beysiegel und Greta Buschmann

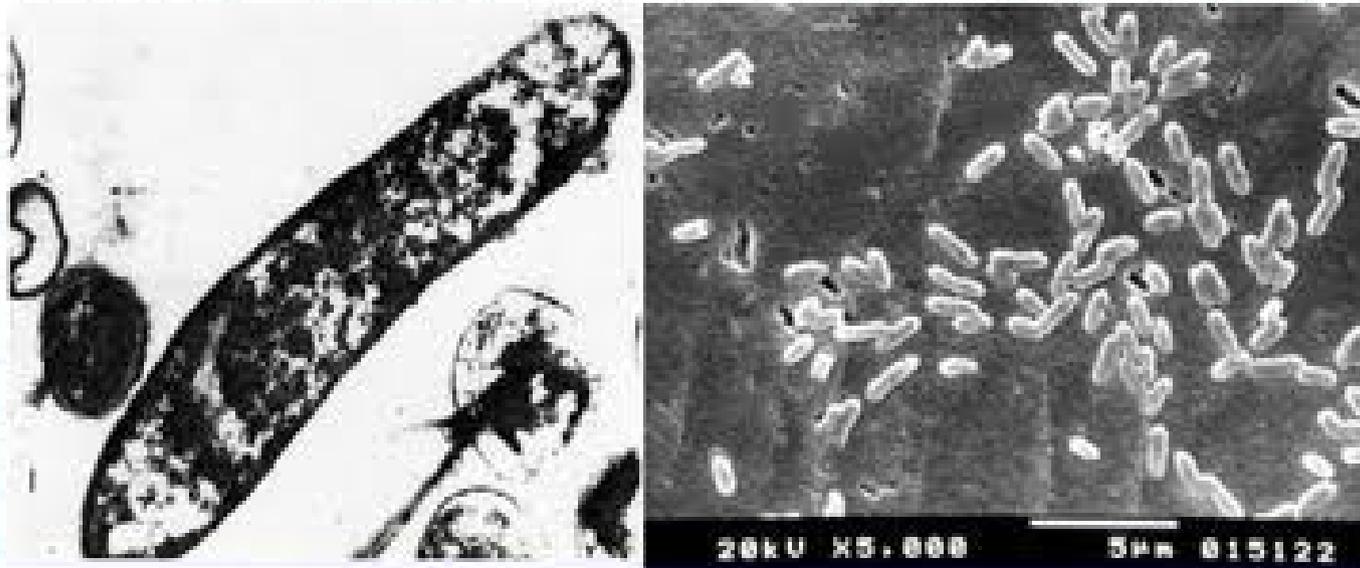
Was ist Biolaugung?

- Gewinnung von Metallen aus ihren Erzen mit Hilfe von Mikroorganismen
- durch Mo entstandene Metallkationen werden im Wasser gelöst und anschließend ausgefällt
- etablierte Biologische Technik für die Gewinnung von zum Beispiel Kupfer



Welche Eigenschaften haben die beteiligten Bakterien?

- Acidophil ($\text{pH} < 3$)
- müssen Schwefel oder Fe(II) - Ionen oxidieren können



Beispiele

- γ -Proteobakterien:
 - Acidithiobacillus ferrooxidans
 - Acidithiobacillus thiooxidans
- Andere Proteobakterien
 - Gattung Acidiphilium
 - Gattung Leptospirillum
 - Leptospirillum ferrooxidans
- Gram Positive Bakterien
 - Gattungen: Acidimicrobium, Ferromicrobium, Sulfobacillus

Beispiele II

- Archaen
 - Sulfolobus
 - Acidianus
 - Metallosphaera
 - Sulfurisphaera



Thiosulfat Mechanismus

- Kommt zum Einsatz bei Erzen, die nicht in Säure löslich sind
 - Beispiel: FeS_2 , MoS_2 , WS_2
- Oxidation durch Fe(III)
- Es entsteht Thiosulfat
- Thiosulfat reagiert zu Sulfat und elementarem Schwefel 10% (in Abwesenheit von Sulfat Oxidieren Bakterien)
- Kann nur mit Fe(II) oxidierenden Bakterien Stattfinden, da nur diese Fe(III) regenerieren

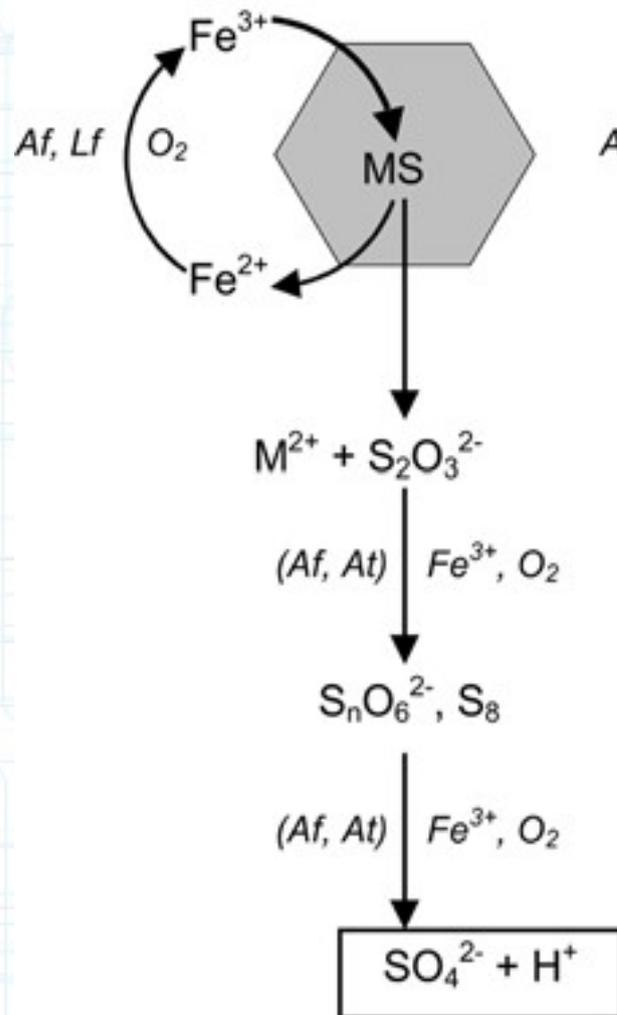
Polysulfid Mechanismus

- Kommt bei säurelöslichen Erzen zum Einsatz
Beispiel: ZnS, PbS, FeAsS, CuFeS₂
- Kombination aus Protonenangriff und Oxidation
- Nachdem zwei Protonen gebunden wurden, entsteht H₂S und nach Oxidation H₂S⁺
- Dimerisierung zu H₂S₂
- Es entsteht 90% Schwefel (wenn keine schwefeloxidierenden Bakterien vorhanden sind)

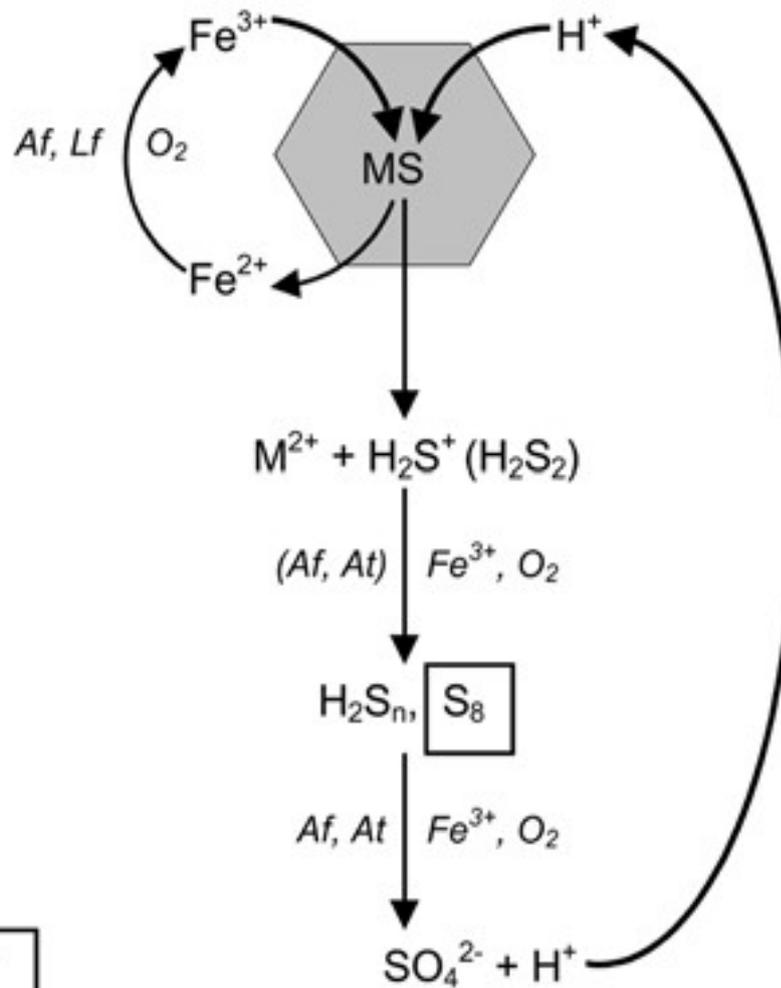
Polysulfid Mechanismus II

- Die Oxidation von Fe(II) ist nicht unbedingt notwendig
- Bindung kann durch Protonen gebrochen werden → also auch schwefeloxidierende Bakterien
- Bakterien oxidieren H_2S zu Schwefelsäure
- Protonen werden gebildet

A Thiosulfate mechanism



B Polysulfide mechanism

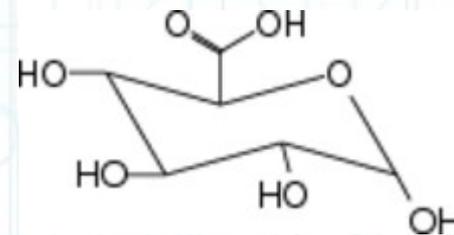


Wie kommen die Biolaugungs Bakterien vor?

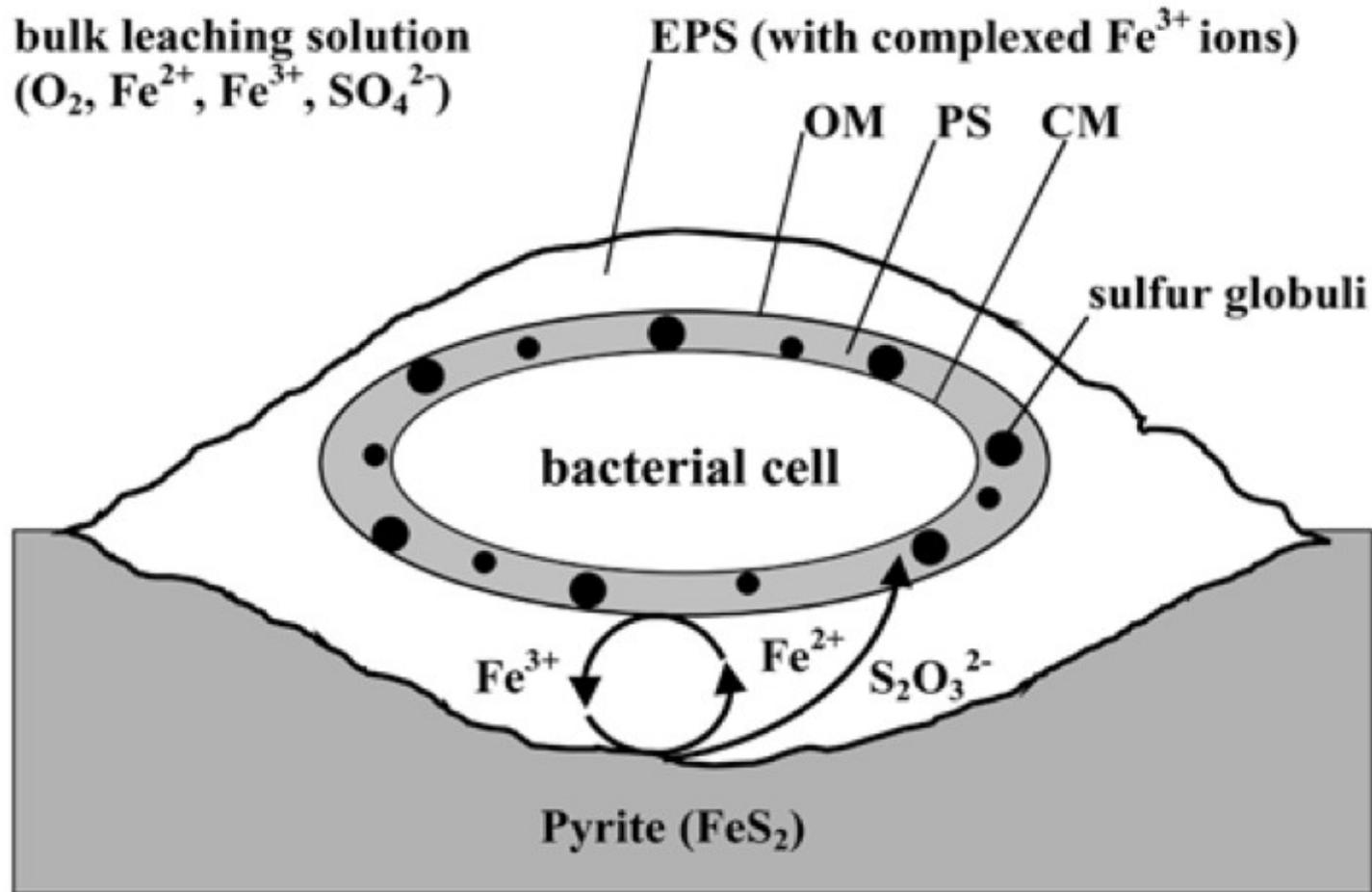
- Meist in Verbindung zur Oberfläche („contact“)
 - Anhaftung größtenteils durch **Extrazelluläre Polymere Substanzen (EPS)**
- Manche Planktonisch („non-contact“)

EPS

- Besteht aus verschiedenen Zuckern, gesättigten Fettsäuren, Glucuronsäure und Fe(III)-Ionen
- Anhaftung durch Positiv geladene Zellen/negativ geladene Oberfläche
- EPS Zusammensetzung bestimmt die Oberfläche auf der die Zellen haften können



EPS II



OM: Outer Membrane PS: Periplasmic Space CM: Cytoplasmic Membrane

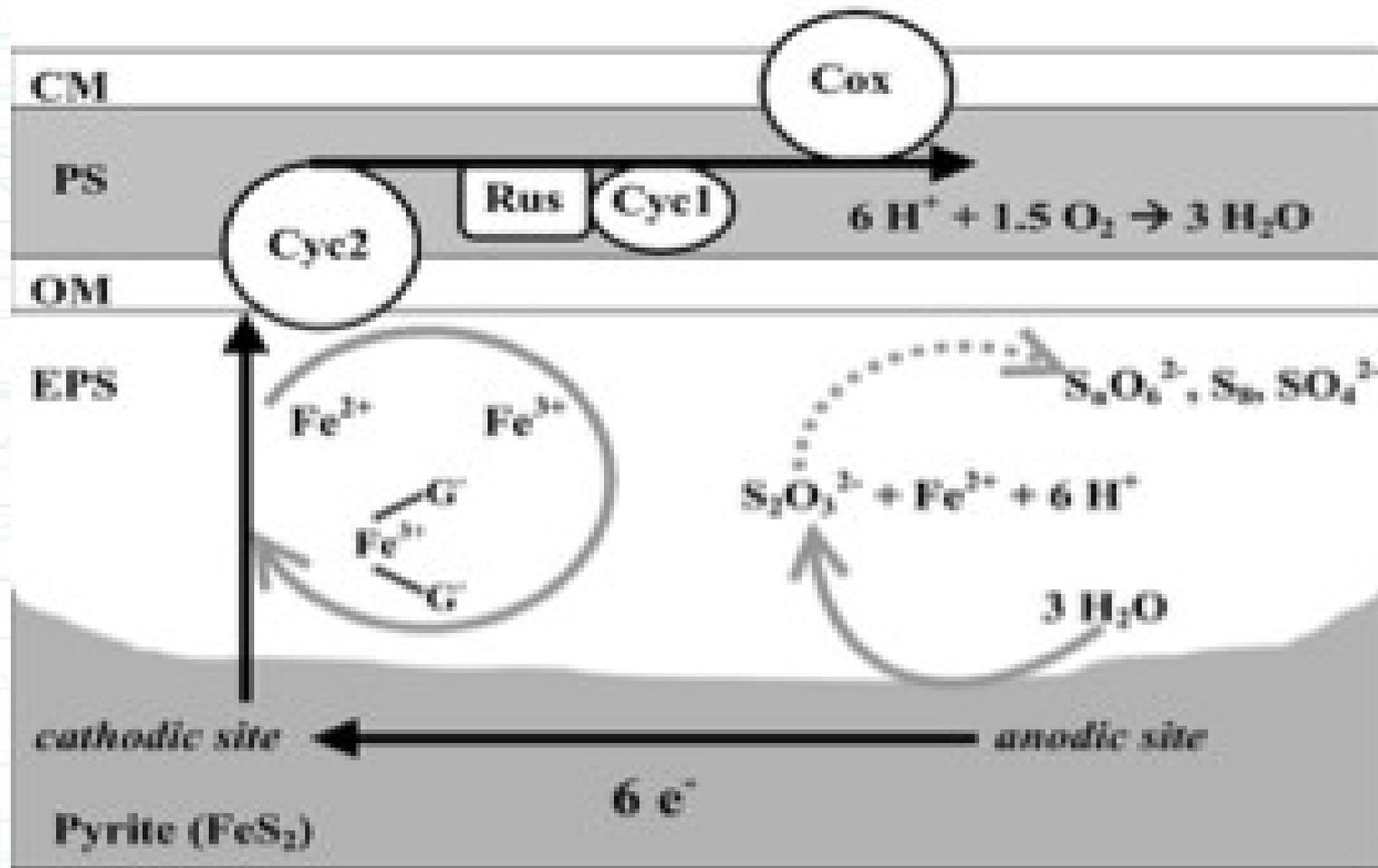
An welchen Stellen haften die Mikroorganismen an?

- Anheftung nicht zufällig:
 - häufig an Kratzern o.ä.
 - entlang kristallographischer Achsen
- haben chemosensorisches System
 - Vermutung: lagern sich vorzugsweise an lokaler Anode an

Transport über Eisenkomplexe

- Fe(III) - Ionen bilden Komplexe mit Glucuronsäure
- Bildung eines Fe(II)-Komplex (instabiler als gelöste Fe(II) – Ionen, Glucuronsäure wird abgespalten)
- Fe(II) – Ionen werden an Zellmembran zu Fe(III) – Ionen oxidiert
- Glucuronsäure bindet an gelöste Fe(III) - Ionen

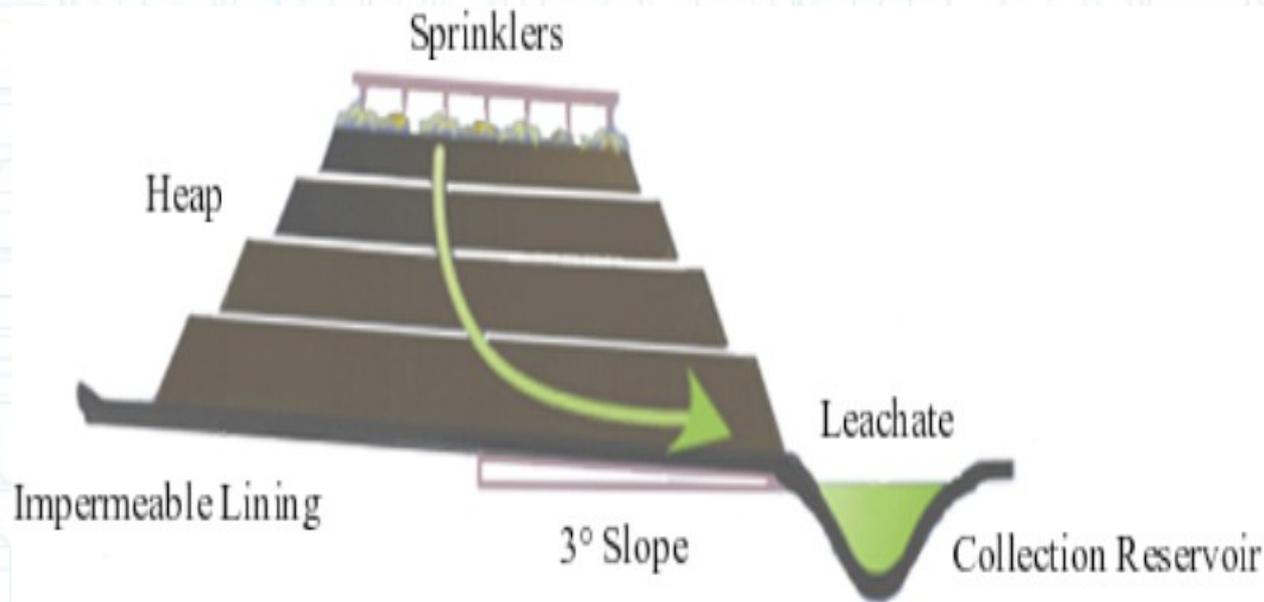
Elektronentransport



Probleme

- Schwefel kann suspendiert in Lösung oder als Film auf der Oberfläche vorkommen
- Wenn eine Schwefelschicht auf der Oberfläche entsteht werden elektrochemische Eigenschaften verändert
 - Barriere für Diffusion von Ionen und O_2
- Bei hohem Redox-Potential (750 mV gegen SHE) keine Schwefelschicht

Anwendungsbeispiel



- Erze werden zerkleinert
- Anlage wird bewässert
- Reaktionsprodukte werden ausgeschwämmt und gesammelt
- Anschließend werden Metalle ausgefällt

Quellen

- <http://de.academic.ru/pictures/dewiki/67/Chalkopyrit-Chalcopyrite-Buntkupfer-Kupferkies1.jpg>
- http://www.amrita.ac.in/bioprojects/IndusMicroBio/microb%20_cultech/images_cultech
- <http://www.chemie.unibas.ch/~team2008/PHilpert/glucoronsaure.png>
- <http://images.angelpub.com/2008/08/136/heap-leach-diagram-large.png>
- Brock Mikrobiologie; Madigan, Martinko, Lazar, Thomm-Reiz 11. Auflage
- T. Rohwerder . T. Gehrke . K. Kinzler . W. Sand

Bioleaching review part A: Progress in bioleaching: fundamentals and mechanisms of bacterial metal sulfide oxidation

- G. J. Olson · J. A. Brierley · C. L. Brierley

Bioleaching review part B: Progress in bioleaching: applications of microbial processes by the minerals industries