

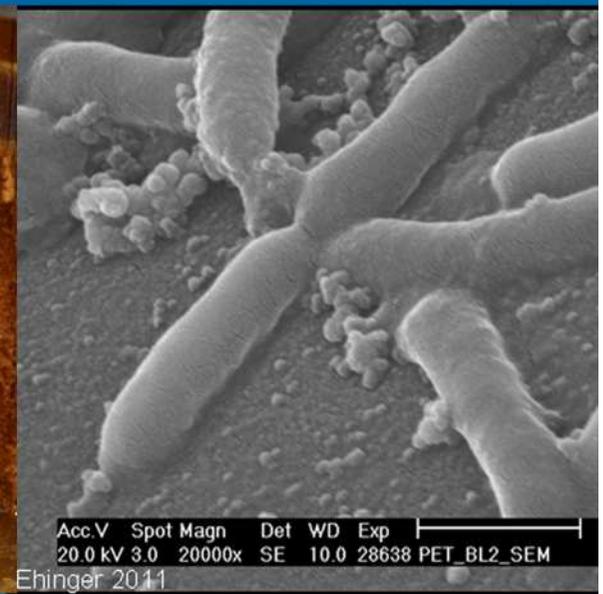


TECHNISCHE UNIVERSITÄT
BERGAKADEMIE FREIBERG
Die Ressourcenuniversität. Seit 1765.

Umweltmikrobiologie zwischen Weißer Biotechnologie und Geobiotechnologie



Vattenfall Europe Mining & Generation



Acc.V Spot Magn Det WD Exp
20.0 kV 3.0 20000x SE 10.0 28638 PET_BL2_SEM
Ehinger 2011

Biosaxony Meets Public 6.11.2013
M. Schlömann, D. Tischler, M. Mühlhing



Übersicht
Schlömman

Weißer Biotechnologie
Tischler

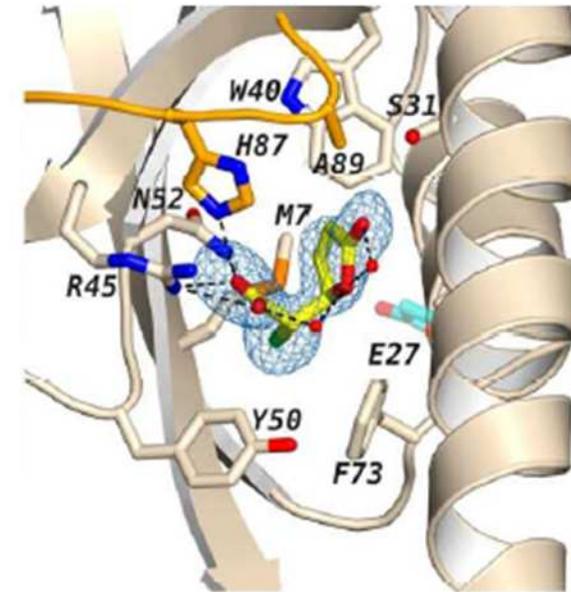
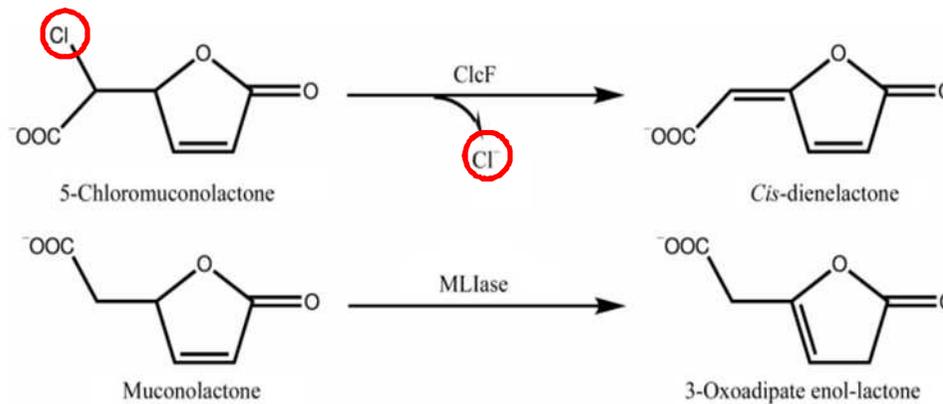
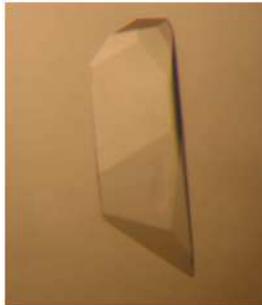
Geobiotechnologie
Mühling

Arbeitsgebiete der Umweltmikrobiologie an der Bergakademie

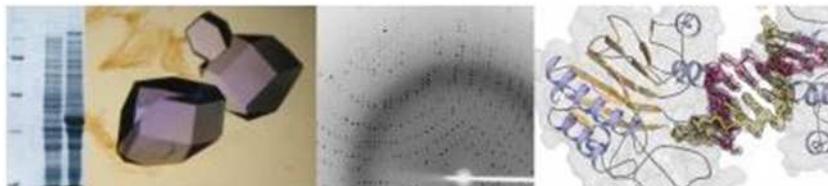
Abbau organischer
Schadstoffe

- Halogenaromaten
- Pharmazeutika

ClcF: Chloromuconolacton-Dehalogenase Struktur und Mechanismus



Roth et al. Molec. Microbiol. 2013



UNIVERSITÄT LEIPZIG

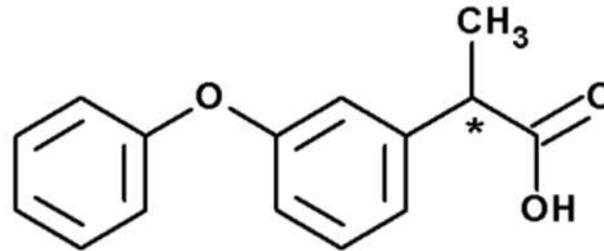
Center for Biotechnology and Biomedicine
Institute of Bioanalytical Chemistry

Pharmazeutika: toxische Metabolite?

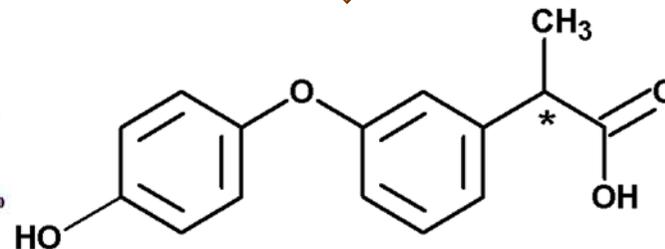
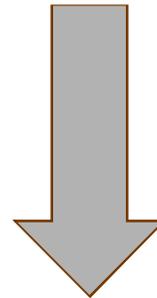
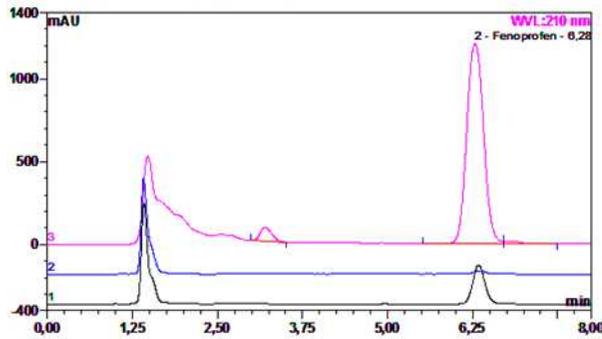


Sedimente aus
Münzbach

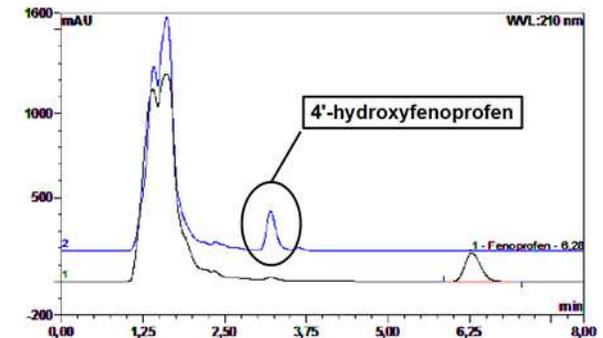
Fenopfen:



Filamentöse Pilze:
Epicoccum nigrum DSM 838



4'-Hydroxy-fenopfen:



Arbeitsgebiete der Umweltmikrobiologie an der Bergakademie

Biologie der
Rhodococcen

Stressantwort

Abbau organischer
Schadstoffe

- Halogenaromaten
- Pharmazeutika

Synthesen durch
Abbauenzyme

Cycloisomerasen

gefördert durch



Deutsche Bundesstiftung Umwelt

Arbeitsgebiete der Umweltmikrobiologie an der Bergakademie

Biologie der Rhodococccen

- Genomanalyse
- Stressantwort
- Biotenside
- Siderophore

Abbau organischer Schadstoffe

- Halogenaromaten
- Pharmazeutika

Mikrobielle Reinigung von Bergbauwässern

- Sulfat-Reduktion

Weißer Biotechnologie

Synthesen durch Abbauenzyme

- Monooxygenasen von Actinobacteria
- Styroloxid-Isomerase
- Cycloisomerasen

Mikrobiologie des Untergrundes

- Seismizität

Arbeitsgebiete der Umweltmikrobiologie an der Bergakademie

Biologie der Rhodococccen

- Genomanalyse
- Stressantwort
- Biotenside
- Siderophore

Abbau organischer Schadstoffe

- Halogenaromaten
- Pharmazeutika

Mikrobielle Reinigung von Bergbauwässern

- Fe Oxidation:
Ferrovum u.a.
- As-Oxidation
- Sulfat-Reduktion

Weißer Biotechnologie

Synthesen durch Abbauenzyme

- Monooxygenasen von Actinobacteria
- Styroloxid-Isomerase
- Cycloisomerasen

Mikrobiologie des Untergrundes

- Seismizität
- Lagerung von CO₂
- *Petrotoga*-Genom
- Trinkwasser-Brunnen

Geobiotechnologie

Mikrobielle Laugung zur Metallgewinnung

- Laugung von Kupferschiefer
- Laugung von Sphalerit mit In und Ge

Arbeitsgebiete der Umweltmikrobiologie an der Bergakademie

Biologie der Rhodococccen

- Genomanalyse
- Stressantwort
- Biotenside
- Siderophore

Abbau organischer Schadstoffe

- Halogenaromaten
- Pharmazeutika

Mikrobielle Reinigung von Bergbauwässern

- Fe Oxidation: *Ferrovum* u.a.
- As-Oxidation
- Sulfat-Reduktion

Weißer Biotechnologie

Synthesen durch Abbauenzyme

- Monooxygenasen von Actinobacteria
- Styroloxid-Isomerase
- Cycloisomerasen

Mikrobiologie des Untergrundes

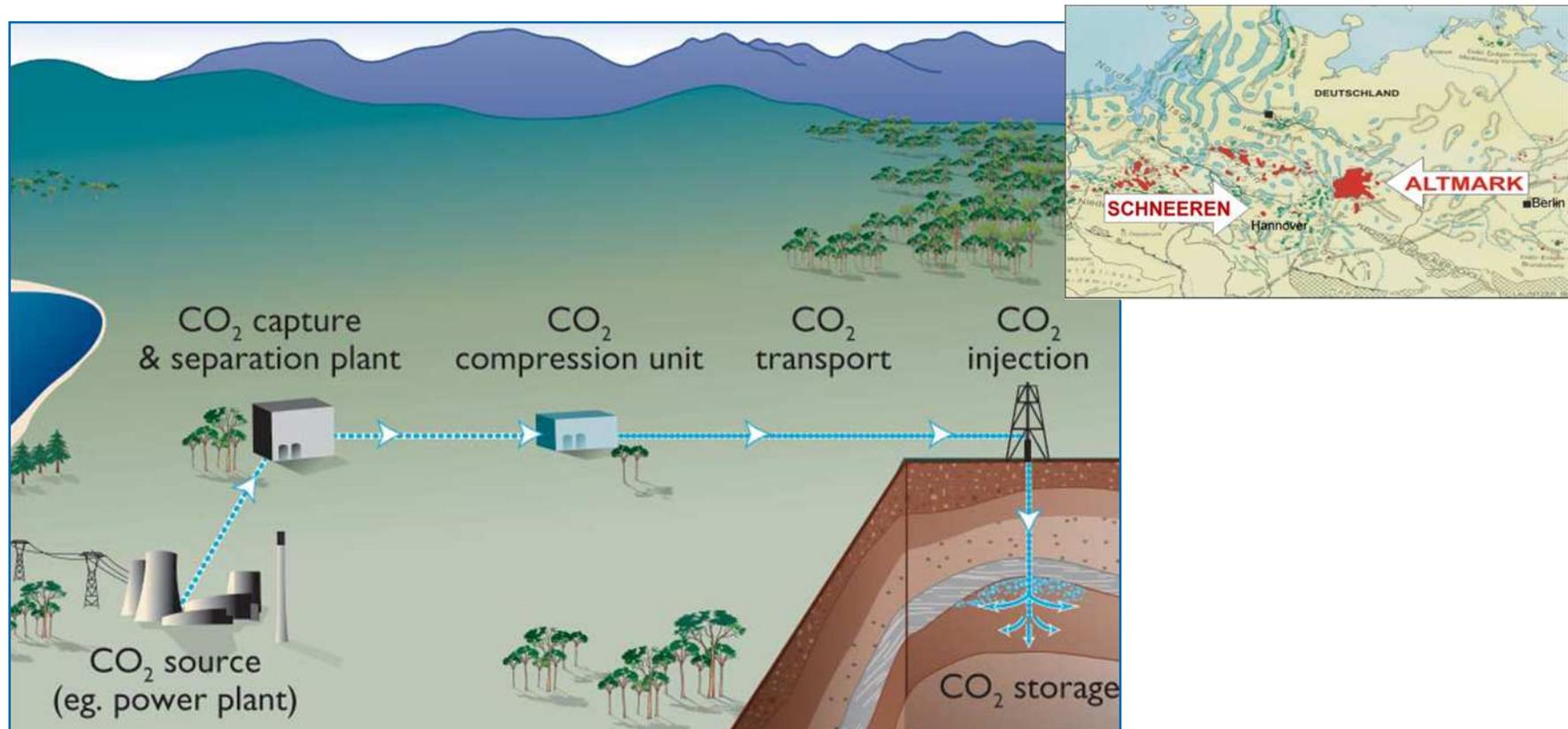
- Seismizität
- **Lagerung von CO₂**
- *Petrotoga*-Genom
- Trinkwasser-Brunnen

Geobiotechnologie

Mikrobielle Laugung zur Metallgewinnung

- **Laugung von Kupferschiefer**
- **Laugung von Sphalerit mit In und Ge**

Hintergrund: Carbon Capture and Storage CCS



- RECOBIO₂ -

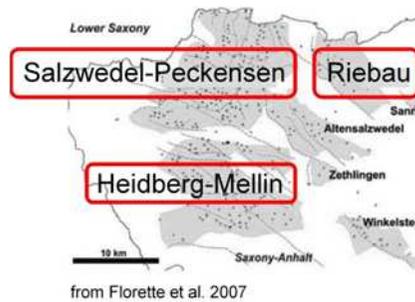
→ Struktur der mikrobiellen Lebensgemeinschaft

→ Ableitung möglicher biogeochemischer CO₂ -Transformationen

Sampling Altmark

→ Sampling at different field blocks

Well head sampling
using “Fackelabscheider”



Down hole sampling
using “Kugelbüchse”

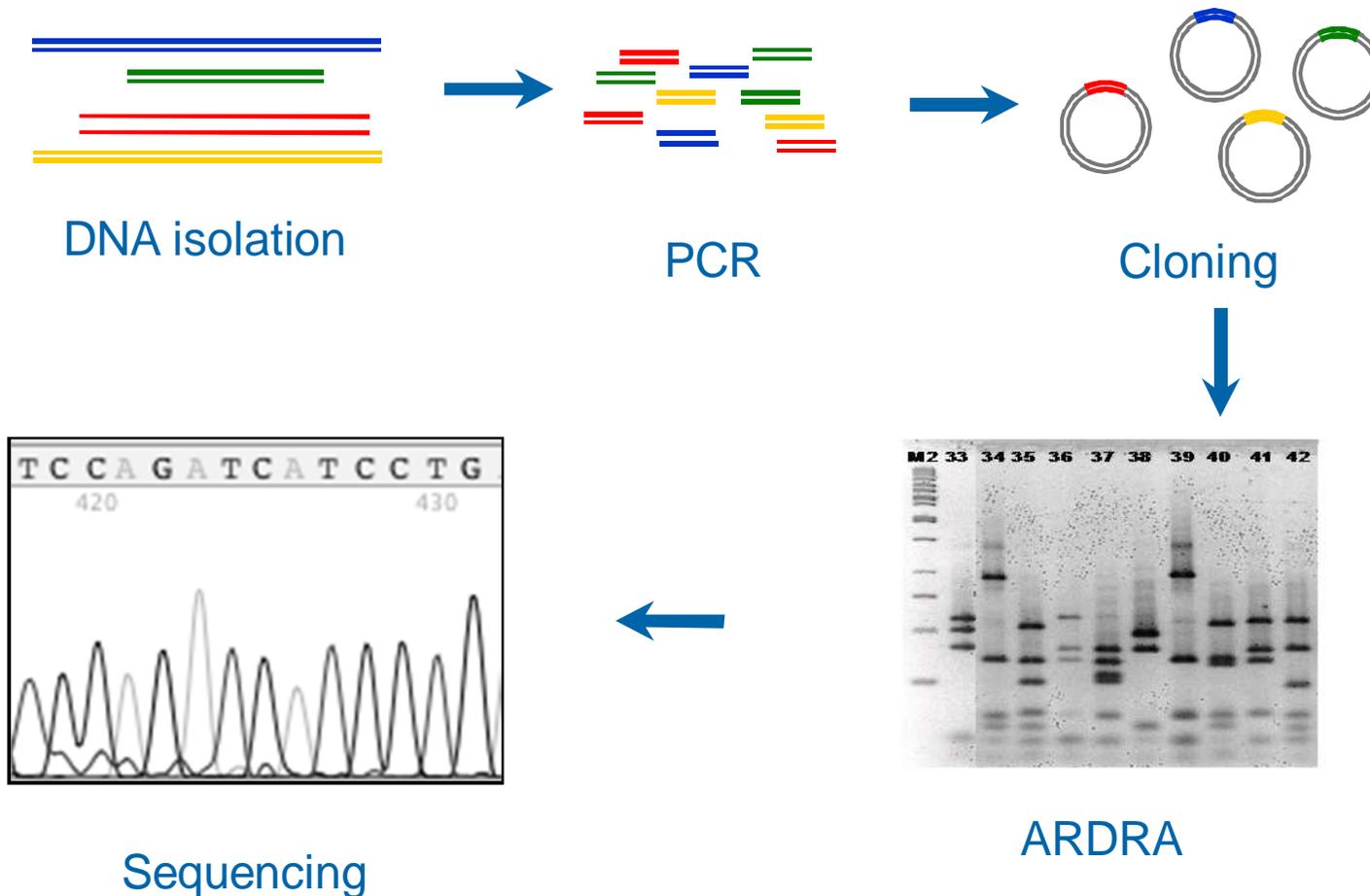


→ Characteristics of the formation water

depth [mbs]	T [°C]	pH	salinity [g/l]	DOC [mg/l]	Fe _{total} [mg/l]
~ 3300	111...120	5.4 ... 6	275 ... 350	16...>1000	126 ... 233

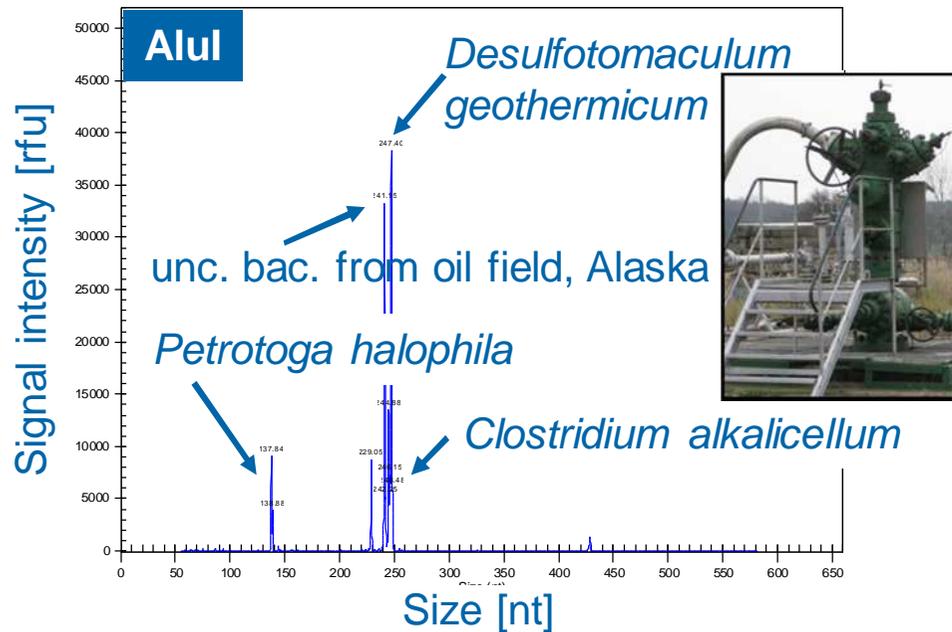
Extreme environmental conditions

Analysen mikrobieller Lebensgemeinschaften: Sequenzierung von Klonbanken



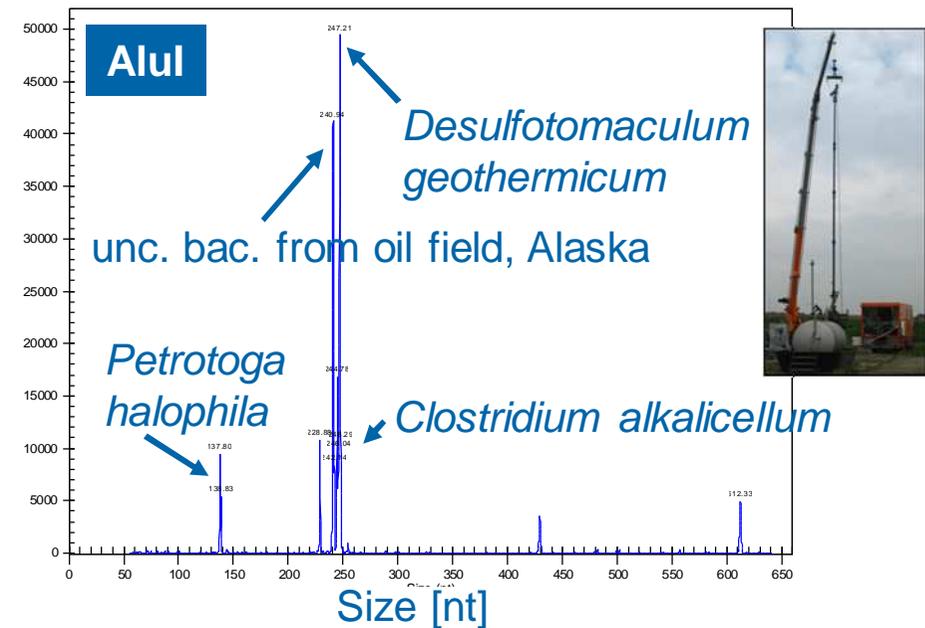
TRFLP (Terminal Restriction Fragment Length Polymorphism)

Well head sample



Mellin B May 2009

Down hole sample



Similar bacterial community in well head and down hole sample

Arbeitsgebiete der Umweltmikrobiologie an der Bergakademie

Biologie der Rhodococccen

- Genomanalyse
- Stressantwort
- Biotenside
- Siderophore

Abbau organischer Schadstoffe

- Halogenaromaten
- Pharmazeutika

Mikrobielle Reinigung von Bergbauwässern

- Fe Oxidation: *Ferrovum* u.a.
- As-Oxidation
- Sulfat-Reduktion

Weißer Biotechnologie

Synthesen durch Abbauenzyme

- Monooxygenasen von Actinobacteria
- Styroloxid-Isomerase
- Cycloisomerasen

Mikrobiologie des Untergrundes

- Seismizität
- Lagerung von CO₂
- *Petrotoga*-Genom
- Trinkwasser-Brunnen

Geobiotechnologie

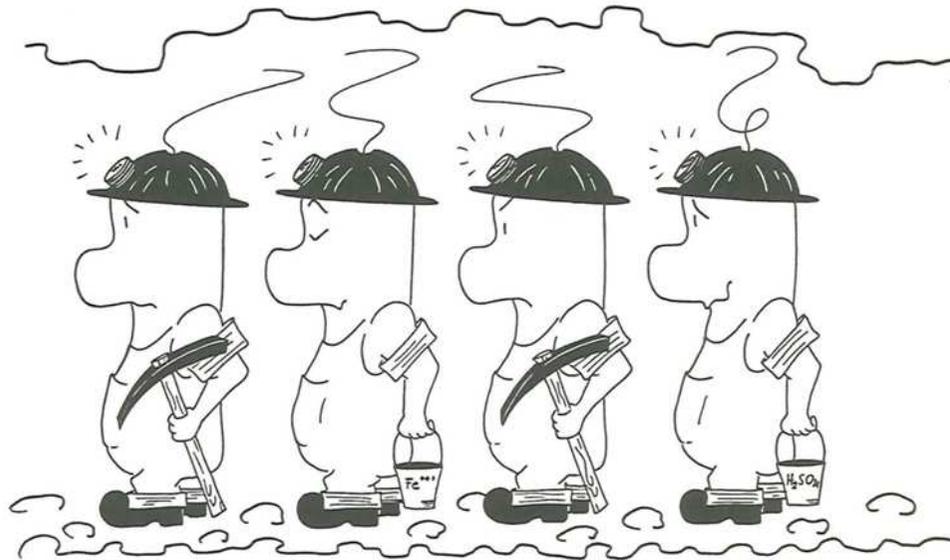
Mikrobielle Laugung zur Metallgewinnung

- Laugung von Cu aus Kupferschiefer
- Laugung von Sphalerit mit In und Ge

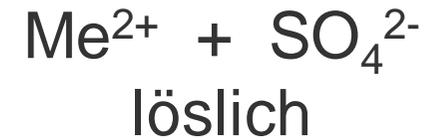
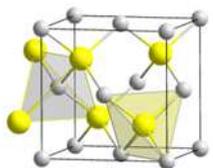
Bakterielle Bergleute bei der Arbeit

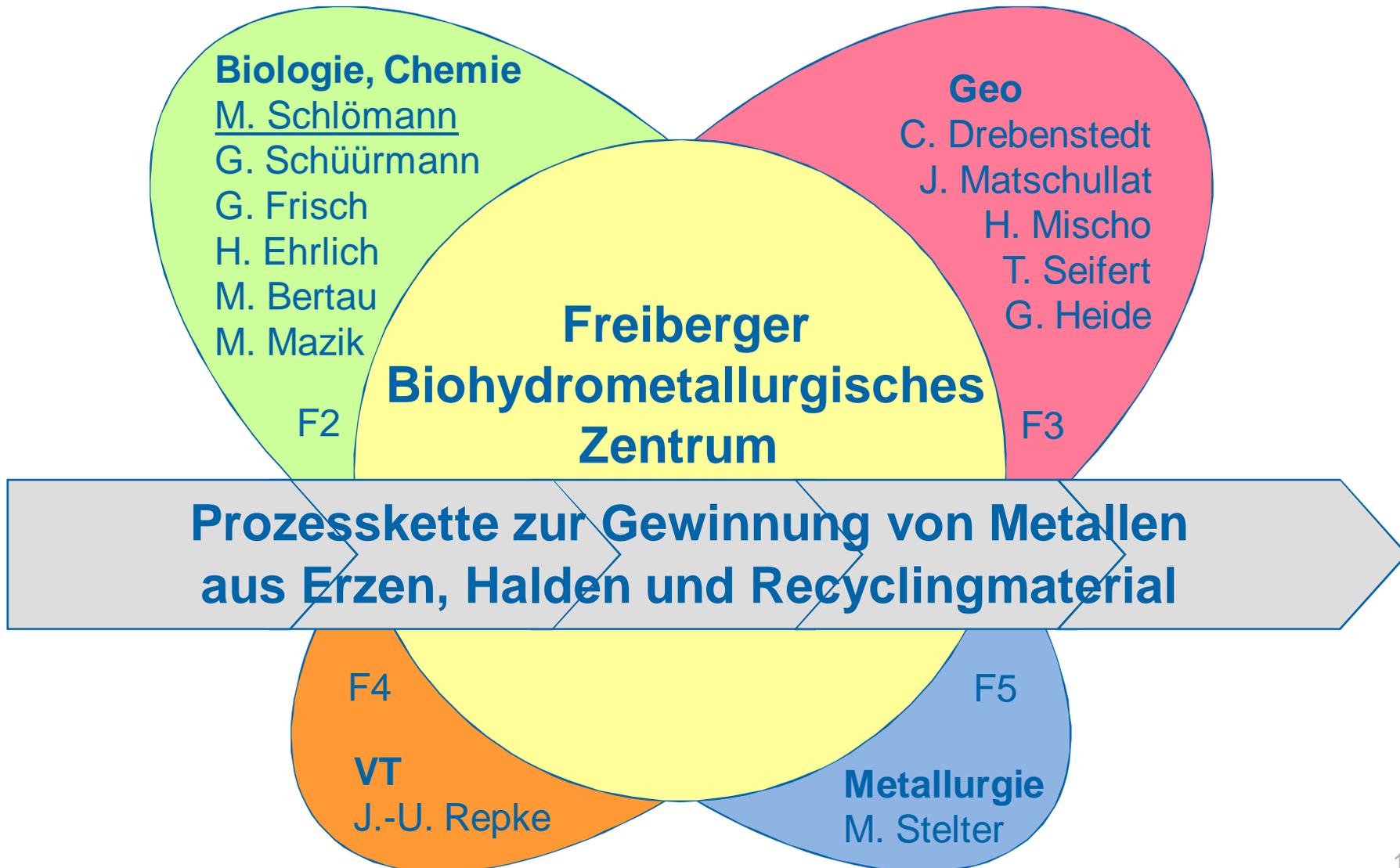
And on mine tailings

Thiobacillus leaching troop

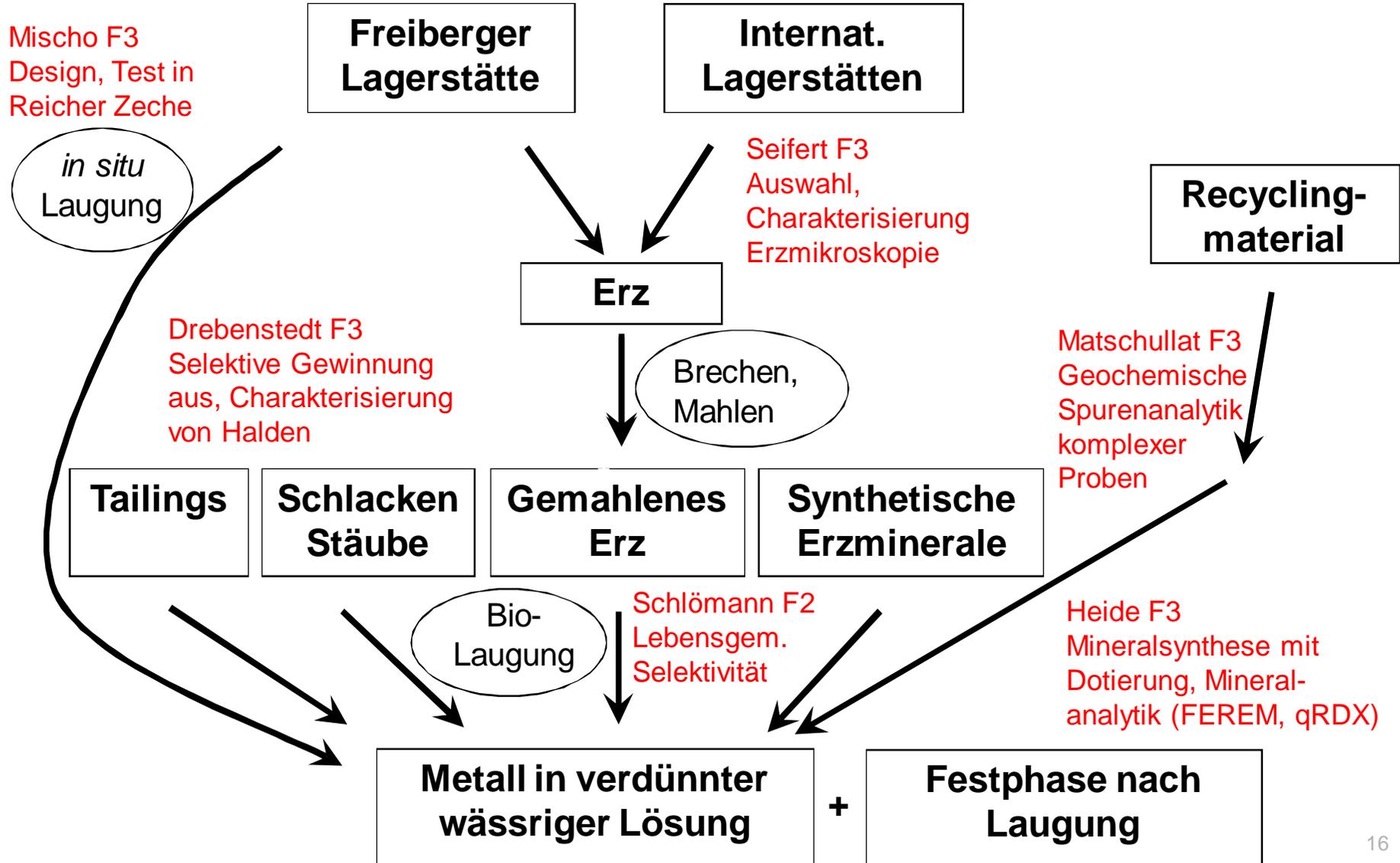


Aus: J. Czichos, 1987,
What's so funny about microbiology?

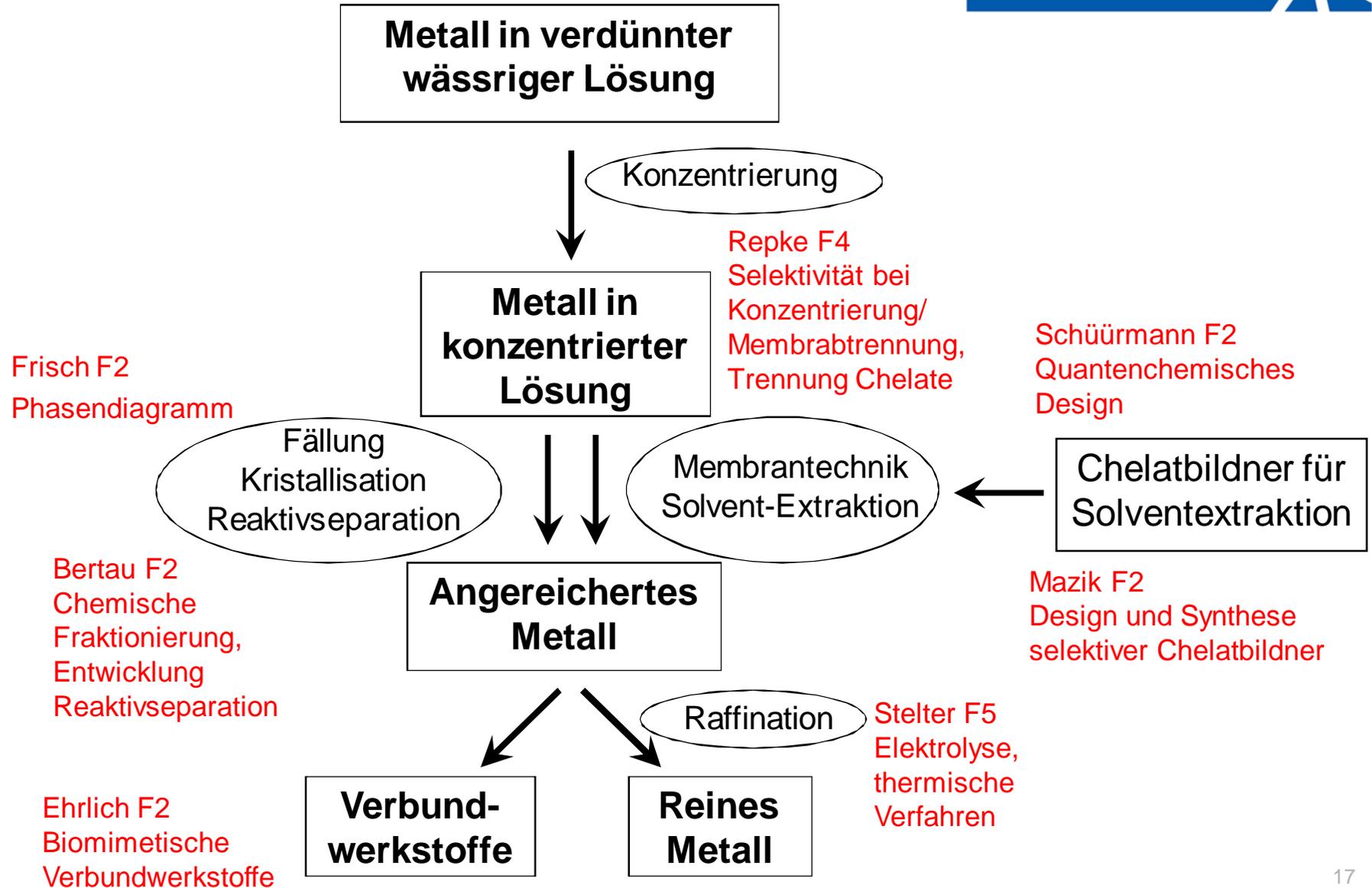


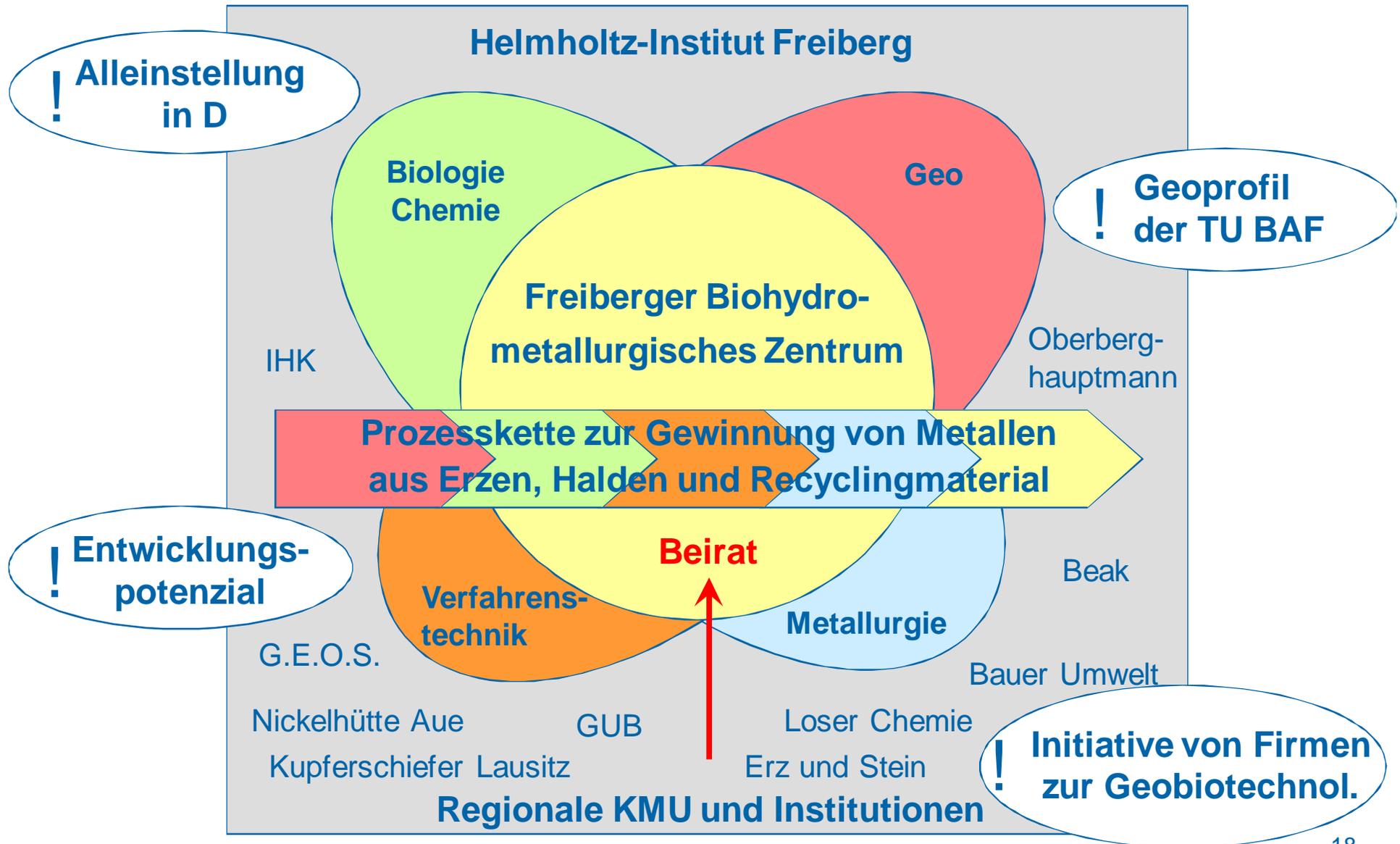


Abdeckung der Prozesskette: Teil 1



Abdeckung der Prozesskette: Teil 2





Arbeitsgebiete der Umweltmikrobiologie an der Bergakademie

Biologie der Rhodococccen

- Genomanalyse
- Stressantwort
- Biotenside
- Siderophore

Abbau organischer Schadstoffe

- Halogenaromaten
- Pharmazeutika

Mikrobielle Reinigung von Bergbauwässern

- Fe Oxidation: *Ferrovum* u.a.
- As-Oxidation
- Sulfat-Reduktion

Weißer Biotechnologie

Synthesen durch Abbauenzyme

- Monooxygenasen von Actinobacteria
- Styroloxid-Isomerase
- Cycloisomerasen

Mikrobiologie des Untergrundes

- Seismizität
- Lagerung von CO₂
- *Petrotoga*-Genom
- Trinkwasser-Brunnen

Mikrobielle Laugung zur Metallgewinnung

- Laugung von Kupferschiefer
- Laugung von Sphalerit mit In und Ge

Weißer Biotechnologie

Biotechnologie: Definition der Europäischen Föderation Biotechnologie EFB 1989

Die Biotechnologie ist die integrierte Anwendung des Wissens aus Biologie, Chemie und Verfahrenstechnik mit dem Ziel: Mikroorganismen, Pflanzen- und Tierzellen sowie deren Bestandteile bei technischen Verfahren und industriellen Produktionsprozessen einzusetzen.

„Weißer Biotechnologie“

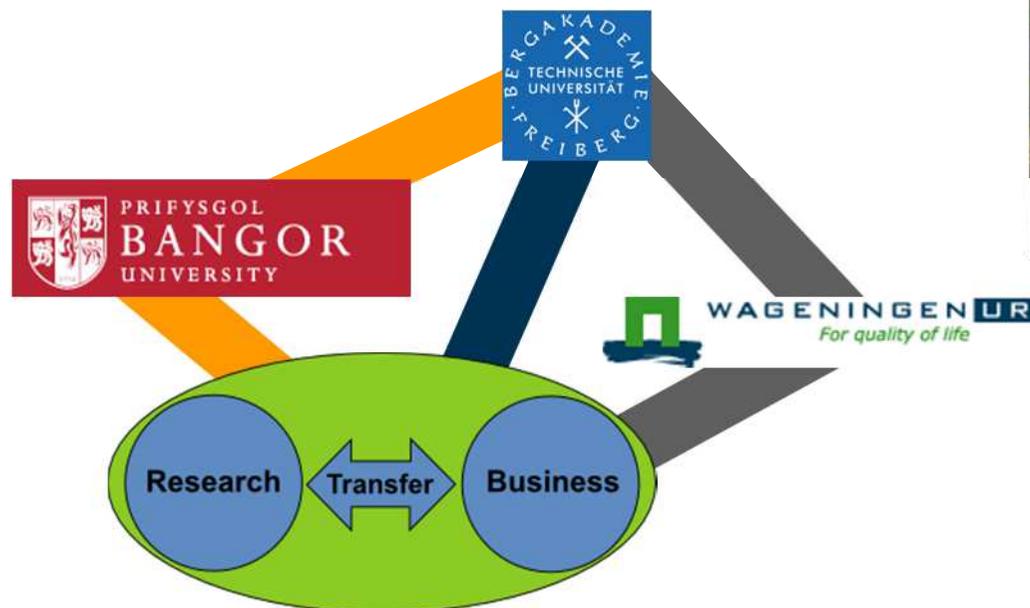
- Erzeugung von Biomasse
- Herstellung von Chemikalien
- Produktion von Biomolekülen
- Gewinnung von Metaboliten



GETGEOWEB – Projekt

Genomik und Transkriptomik in Geobiotechnologie und Weißer Biotechnologie

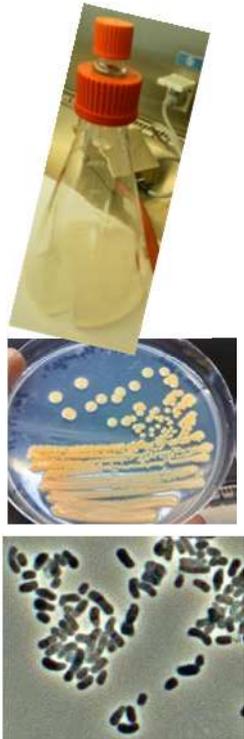
- **Nachwuchsforschergruppe**
- Transnational
- Transfer von Know-How



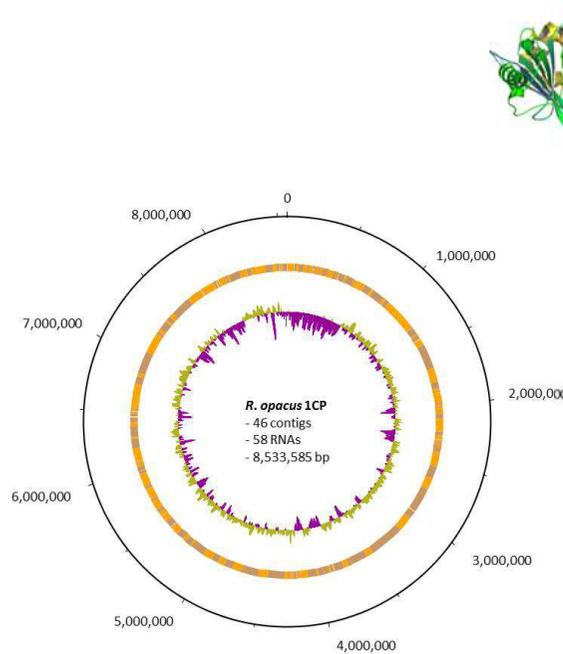
➤ **Biotechnologie:
Schlüsseltechnologie
des 21. Jahrhunderts**

Weißer Biotechnologie

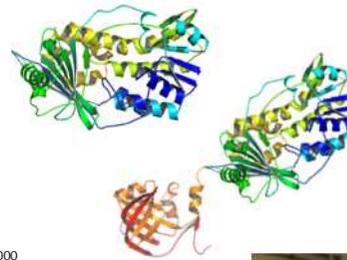
Ziele:



Organismus



*(Meta)Genom
Transkriptom*



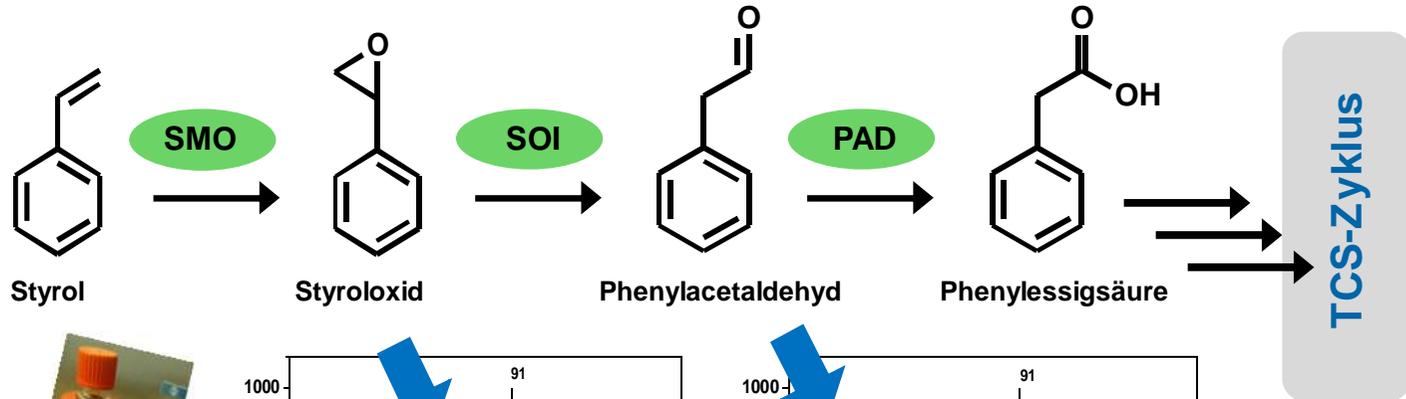
*spezielle Enzyme
(Biokatalysatoren)*



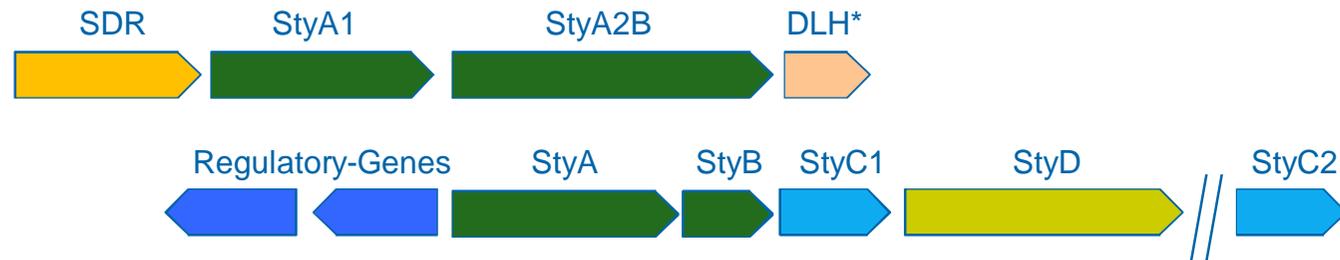
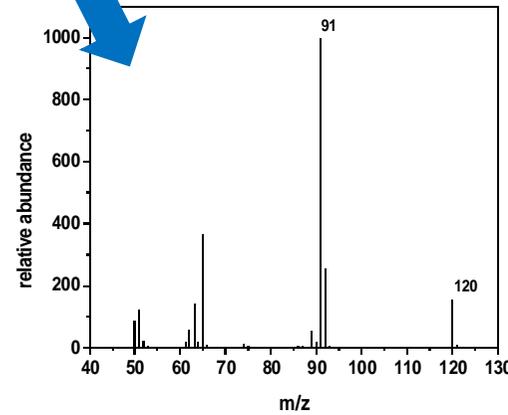
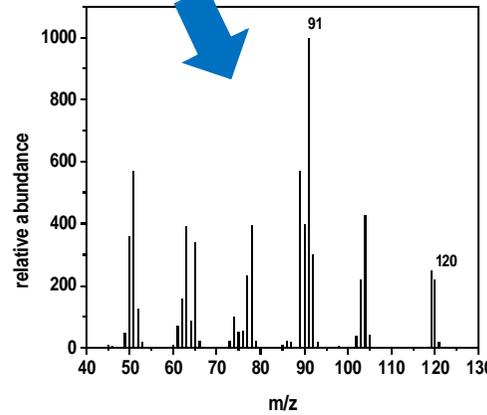
- Enzyme
- Reaktionen
- Katalyse
- Metabolismus
- Organismus

Bibliothek

Mikrobieller Abbau von Styrol

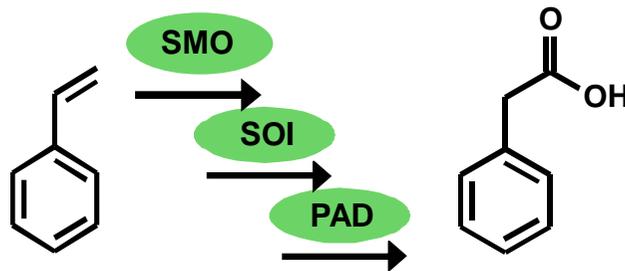
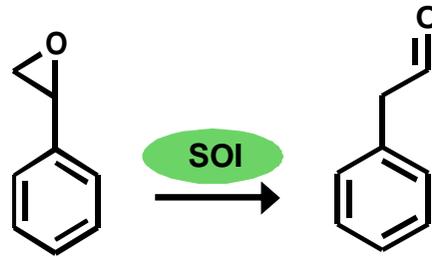
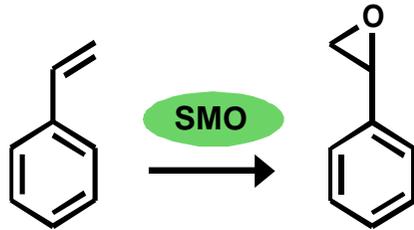


Stamm 1CP



??? Welche Gene spielen eine Rolle ???

Anwendungen





Übersicht
Schlömman

Weiße Biotechnologie
Tischler

Geobiotechnologie
Mühling



Weiße Biotechnologie

*A long time ago in a
German lab...*



Übersicht
Schlömmer

Weißer Biotechnologie
Tischler

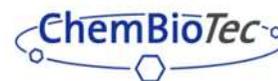
Geobiotechnologie
Mühling



Netzwerk



B·R·A·I·N



Förderung:

Europa fördert Sachsen.



Die PraxisPartner des Interdisziplinären Ökologischen
Zentrums der TU Bergakademie Freiberg e.V.



Arbeitsgebiete der Umweltmikrobiologie an der Bergakademie

Biologie der Rhodococcen

- Genomanalyse
- Stressantwort
- Biotenside
- Siderophore

Abbau organischer Schadstoffe

- Halogenaromaten
- Pharmazeutika

Mikrobielle Reinigung von Bergbauwässern

- **Fe Oxidation:**
Ferrovum u.a.
- As-Oxidation
- **Sulfat-Reduktion**

Geobiotechnologie

Synthesen durch Abbauenzyme

- Monooxygenasen von Actinobacteria
- Styroloxid-Isomerase
- Cycloisomerasen

Mikrobiologie des Untergrundes

- Seismizität
- Lagerung von CO₂
- *Petrotoga*-Genom
- **Trinkwasser-Brunnen**

Mikrobielle Laugung zur Metallgewinnung

- Laugung von Kupferschiefer
- Laugung von Sphalerit mit In und Ge

Geobiotechnologie

Umweltproblematik I - Saure Bergbauwässer

Home | Video | Themen | Forum | English | DER SPIEGEL | SPIEGEL TV | Abo | Shop | Schlagzeilen | Wetter | TV-Programm | mehr ▼

SPIEGEL ONLINE WISSENSCHAFT

Politik | Wirtschaft | Panorama | Sport | Kultur | Netzwerk | Wissenschaft | Gesundheit | einestages | Karriere | Uni | Schule | Reise | Auto

Nachrichten > Wissenschaft > Natur > Naturschutz > Spreewald: Notfalleinsatz gegen braune Brühe

Drohende Ökokatastrophe im Spreewald: Notfalleinsatz gegen die braune Brühe

Von *Christoph Seidler*



DPA

Libellen, Fische, Würmer - alles weg. Tonnen von Eisenschlamm aus alten Braunkohletagebauen töten nach und nach das Leben in der Spree und ihren Nebengewässern. Jetzt soll der Spreewald vor der Ökokatastrophe bewahrt werden - auch, damit die Touristen bleiben.

Entstehung saurer Minenwässer - verursacht durch den aktiven Braunkohle-Bergbau

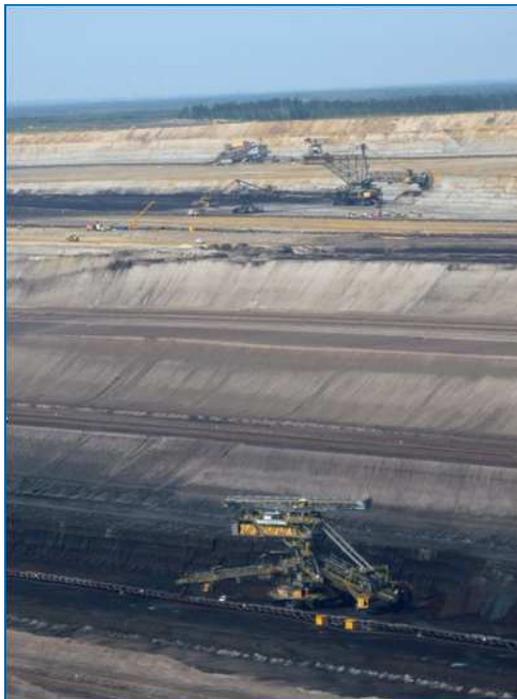


Photo: Barrie Johnson

Betreiber:
Vattenfall Europe Mining AG

Abiotische Pyrit Oxidation:



Mikrobielle Eisen-
oxidation
relevant bei pH < 4



saures Bergbauwasser

Mikrobielle Eisenoxidation zur biologischen Reinigung von sauren Bergbauwässern



Photo: M. Mühling

Betreiber: **G.E.O.S. / Vattenfall**
nahe Nochten (Lausitz)

Mikrobielle Eisenoxidation bei pH 3



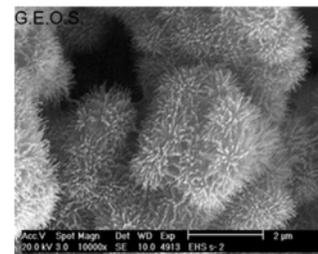
„*Ferrovum*“ sp.



Gallionella-ähnliche



Präzipitation von Fe^{3+}
als **Schwertmannit**

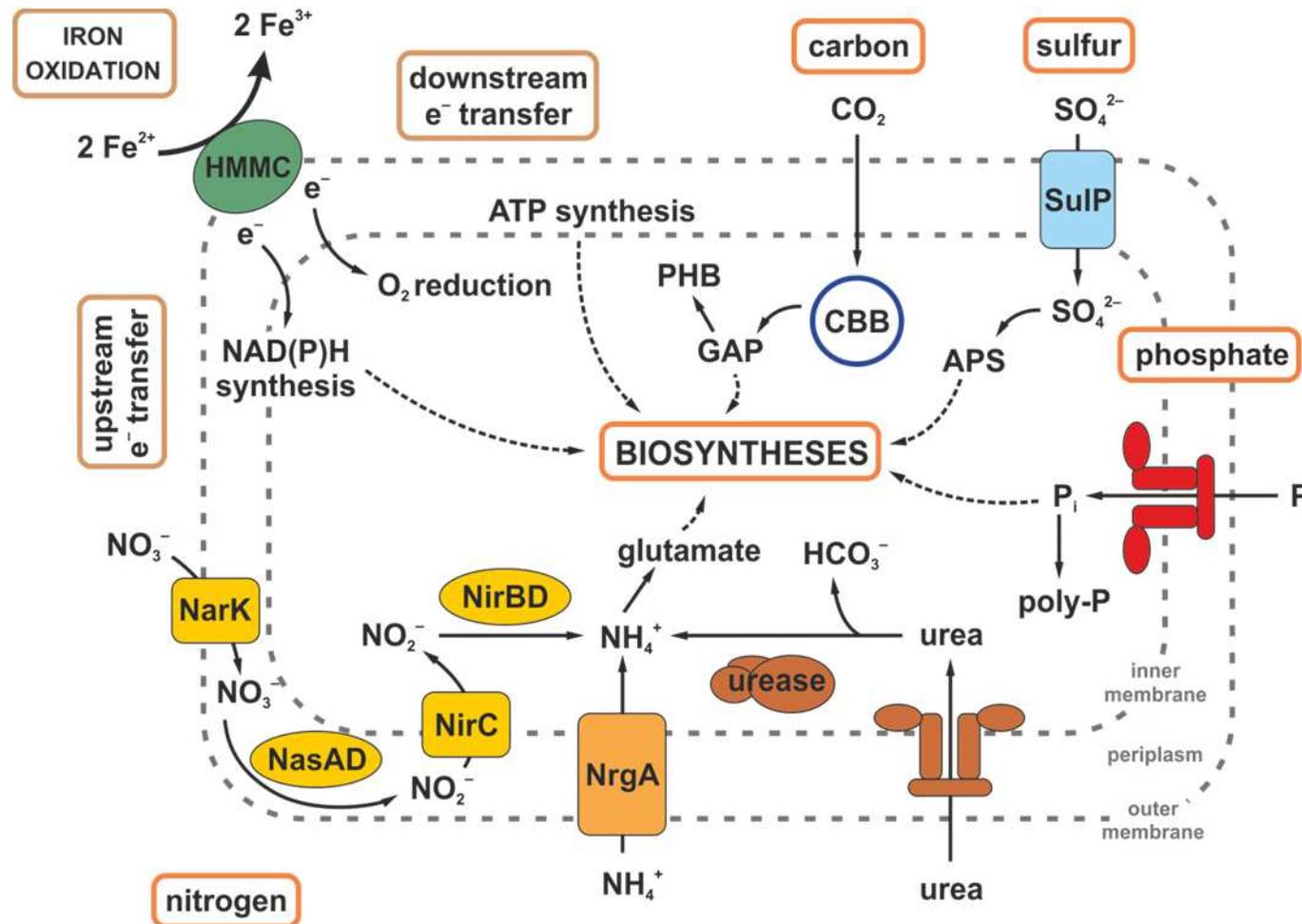


SEM-Bild: G.E.O.S.



Photo: M. Mühling

Genomanalyse von "Ferrovum" sp. JA12



Arbeiten von S. Mosler

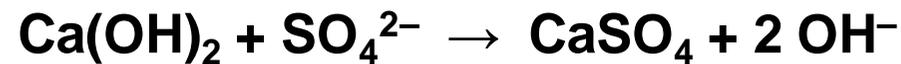
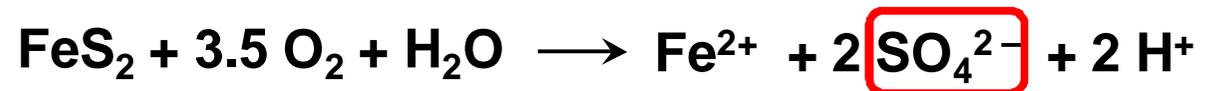
Geobiotechnologie

Umweltproblematik I - Saure Bergbauwässer



Bild: M. Mühling

Abiotische Pyrit-Oxidation:



Löslichkeit von CaSO_4 : ca. 1,500 mg L⁻¹

EU Richtlinie: 240 mg L⁻¹

Mikrobielle Sulfatreduktion zur Verringerung der Sulfat-Belastung in Bergbauwässern

Auslauf aus der
Eisenoxidations-Anlage

STAATSMINISTERIUM
FÜR WISSENSCHAFT
UND KUNST

Freistaat
SACHSEN

SIEMENS

Sulfat-reiches
Kippengrundwasser



- pH ~ 2,9
- Relativ niedrige Fe-Konzentration
- Hohes Redox-potential



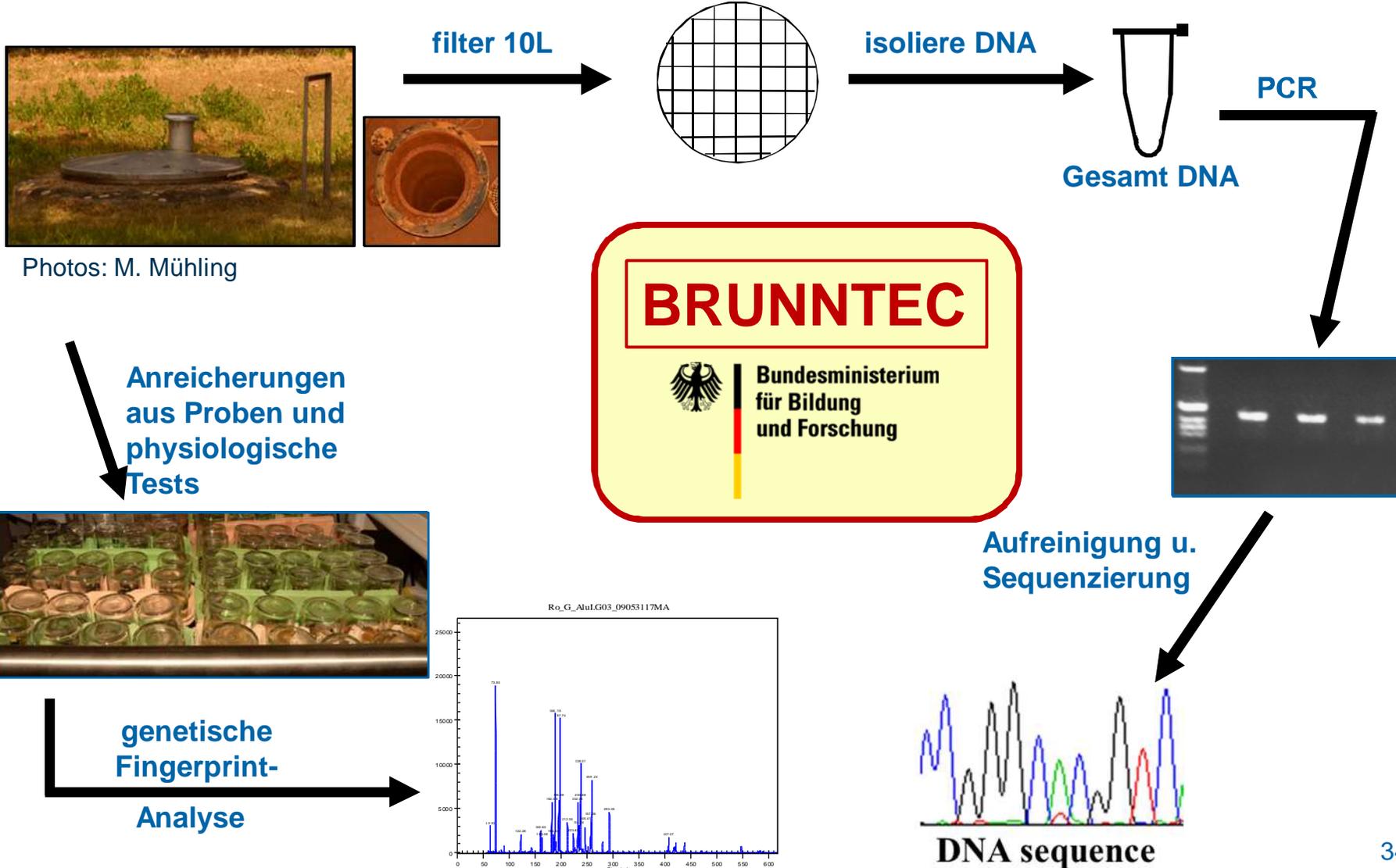
Entwicklung
anaerober
Rektorsysteme



- pH ~ 4,8
- Relativ hohe Fe-Konzentration
- Niedriges Redox-potential

Umweltproblematik II -

Verockerung von Trinkwasserbrunnen





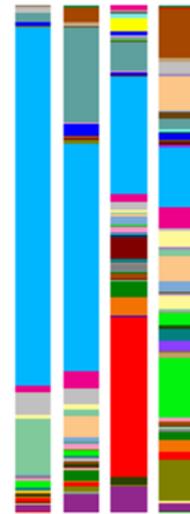
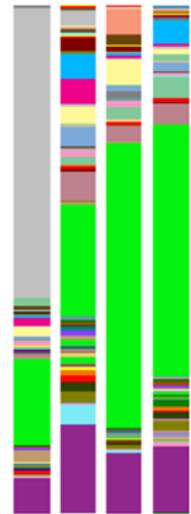
Kesselshain

Steinbach

Kitzscher 2

Kitzscher 15

➔ 16S-tag Pyrosequenzierung
(>1000 Sequenzen
des 16S rRNA Gens)



Fe ²⁺ [mg/L]	0,27 - 0,35	5,9 - 6,8	4,0 - 5,3	3,9 - 4
Fe ²⁺ /Fe ³⁺ [mg/L]	0,31 - 0,37	6,7 - 8,0	4,5 - 11,3	4,1 - 4,6
Sulfat [mg/L]	64 - 71	393 - 402	298 - 372	312 - 346
Schwefel [mg/L]	21 - 61	140 - 370	120 - 350	110 - 340
pH	7,5	6,45	6,2 - 6,4	6,3 - 6,5
Temperatur [°C]	14 - 15,1	10,7 - 11	10,7 - 12	10,5 - 11,4