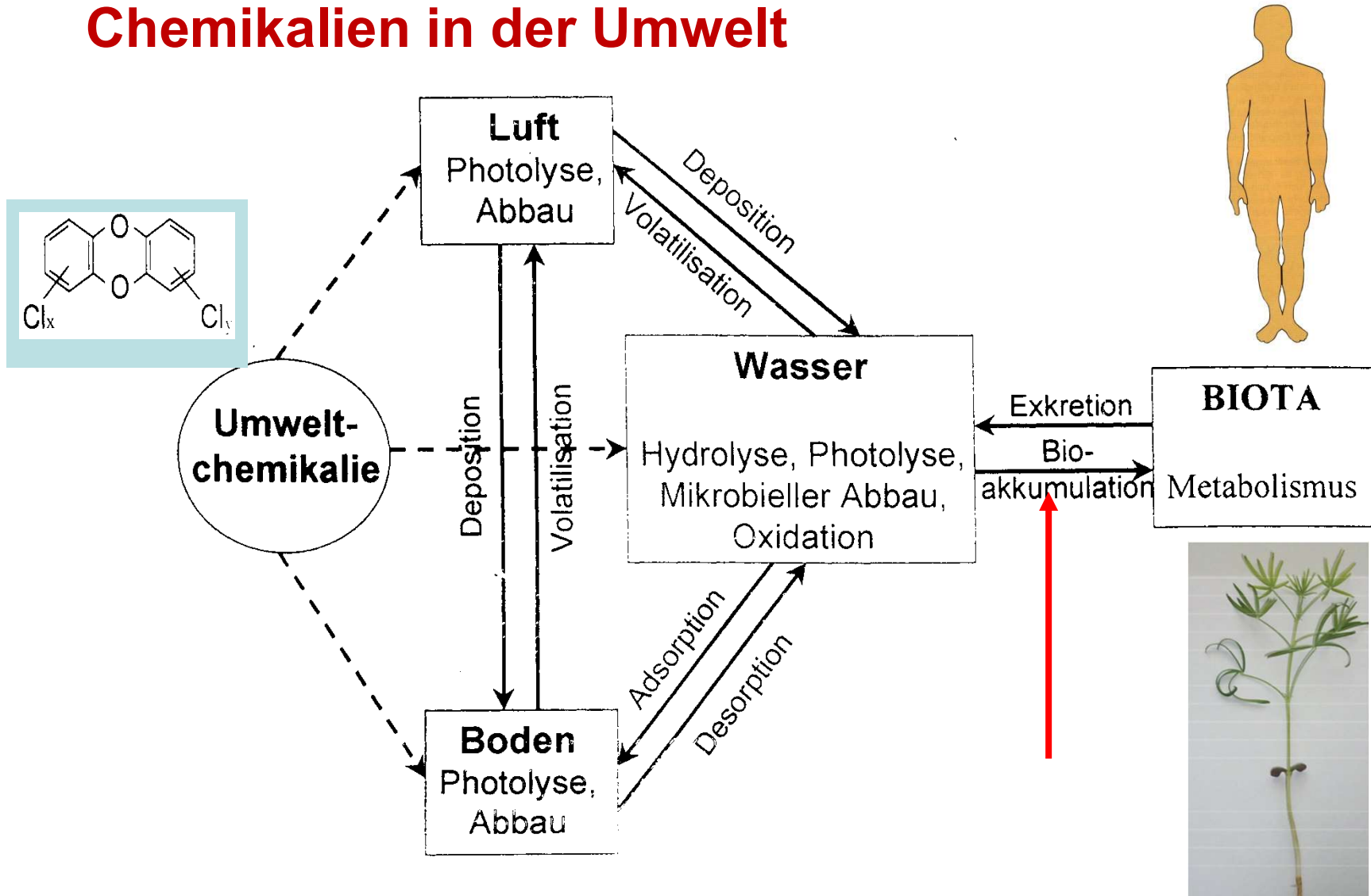


UC-10

6.2 Aufnahme in Organismus

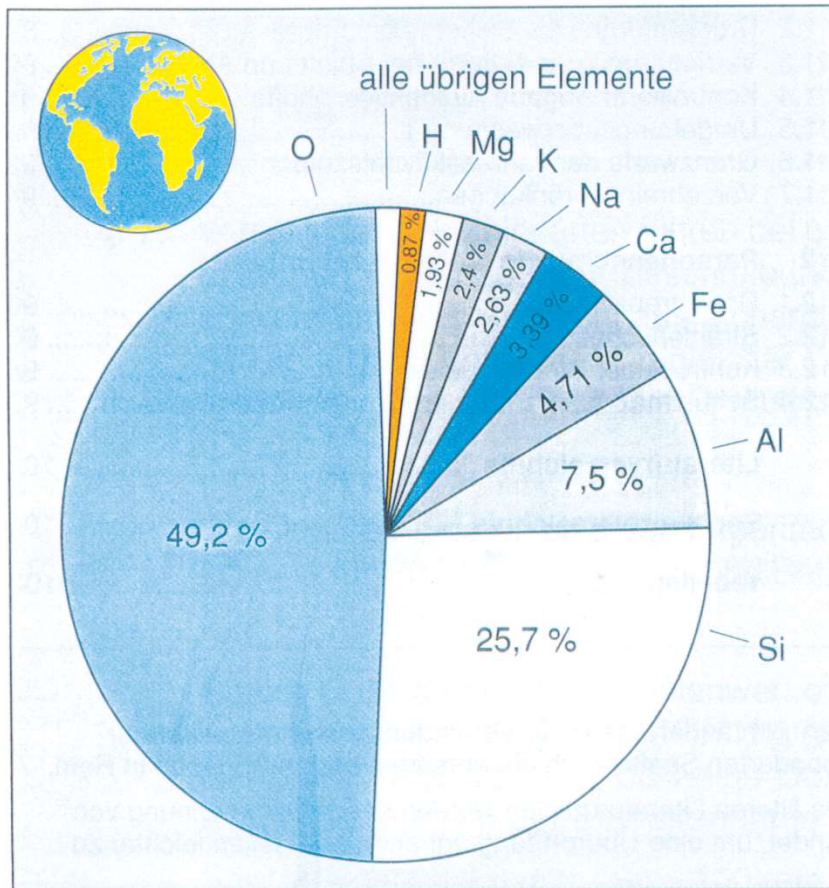
Veränderte Verteilung und Chemie der Schwermetalle bei Aufnahme in den Organismus und im Organismus, Umkomplexierungen, Stabilität der Komplexe im Biosystem

Chemikalien in der Umwelt

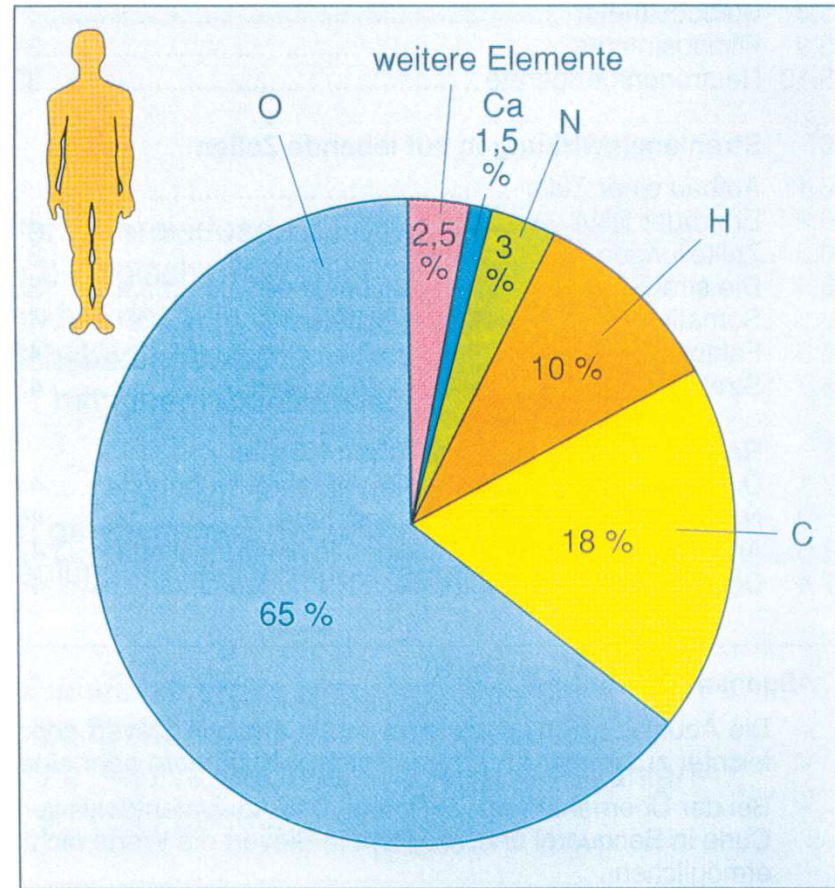


Diskussion möglicher Gründe für unterschiedliche Elementhäufigkeit in den Kompartimenten.

Vergleich der Elementhäufigkeit Erdkruste - Mensch



Häufigkeit der Elemente in der Erdkruste (einschließlich Luft und Wasser)



Zusammensetzung des menschlichen Körpers (Standardmensch)

Durchschnittliche elementare Zusammensetzung des menschlichen Körpers

Element	Gehalt/g ^{a)}	Element	Gehalt/g ^{a)}	Element	Gehalt/g ^{a)}
H	7.000	K	140	Rb	1,1
B	0,1	Ca ^{b)}	1.050	Sr	0,14
C	12.600	Ti	0,1	Zr	0,3
N	2.100	V ^{c)}	0,2	Nb	0,1
O	45.500	Cr ^{c)}	0,005	Mo	0,005
F	0,8	Mn ^{c)}	0,02	Cd	0,03
Na ^{b)}	105	Fe ^{c)}	4,2	Sn ^{c)}	0,03
Mg ^{b)}	35	Co ^{c)}	0,003	Sb	0,07
Al	0,1	Ni	0,01	I	0,03
Si	1,4	Cu ^{c)}	0,11	Ba	0,016
P	700	Zn ^{c)}	2,33	Pb	0,08
S	175	As	0,014	^{a)} bezogen auf 70 kg Körpergewicht ^{b)} essentielle Leichtmetalle (Ionen im Körper) ^{c)} essentielle Schwermetalle (kommen in Spuren in Proteinen u.ä. vor)	
Cl	105	Se	0,02		

Gruppierung von Elementen nach ihrer Löslichkeit, Häufigkeit und Giftigkeit in der Umwelt

Nicht kritisch

Giftig, aber schwer löslich oder selten

Sehr giftig und relativ leicht verfügbar^a

Na	C	F	Ti	Ga	Be	As	Au
K	P	Li	Hf	La	Co	Se	Hg
Mg	Fe	Rb	Zr	Os	Ni	Te	Tl
Ca	S	Sr	W	Rh	Cu	Pd	Pb
H	Cl	(Al) ^b	Nb	Ir	Zn	Ag	Sb
O	Br	Si	Ta	Ru	Sn	Cd	Bi
N			Re	Ba		Cr	Pt

^a Kritische Schadstoffe („Priority Pollutante“) für Kläranlagen aus der 129 Elemente bzw. Verbindungen umfassende Liste der U.S. amerikanischen Umweltbehörde [3.103]

^b Aluminium ist giftig für Organismen in Gewässern und Böden, vor allem wenn es durch saure Bedingungen aus mineralischen Komponenten freigesetzt wird

Metalle im menschlichen Organismus

- **Überwiegend toxische Metalle:**
Arsen, Beryllium, Cadmium, Chrom, Blei, Quecksilber, Nickel, Thallium
- **Essentielle Metalle ohne toxisches Potential:**
Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium ?
- **Essentielle Metalle mit toxischem Potential:**
Cobalt, Kupfer, Eisen, Mangan, Molybdän, Selen, Zink
- **Therapeutisch eingesetzte Metalle mit toxischem Potential:**
Aluminium, Wismut, Gold, Lithium, Platin

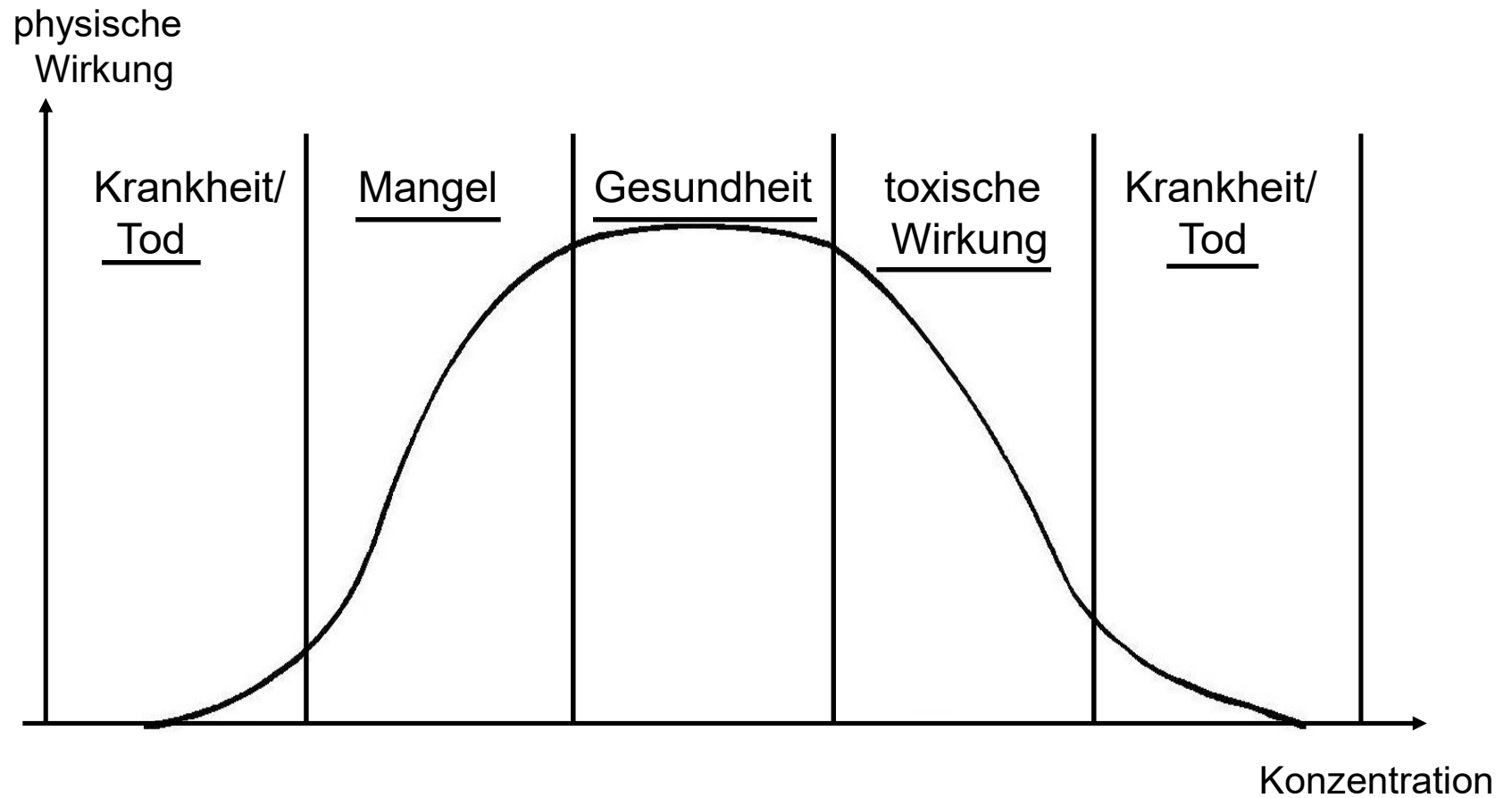
Toxische Kationen

Oxidationsstufe	Physiologisches Kation	Toxisches Kation
+ I	Na, K, NH_4^+	Li, Tl, Rb, Cs
+II	Ca, Mg, Zn	Sr, Ba, Pb, Be, VO^{2+} , Cd, Hg

Wechselwirkung Metall im Körper

- **Metallkonzentration schwankt,**
- **Metall liegen in unterschiedlichen Verbindungen vor,**
- **Mangel und Überschuss kann zu Krankheitssymptomen führen,**
- **Erkennen von essentiellen und nichtessentiellen Elementen.**

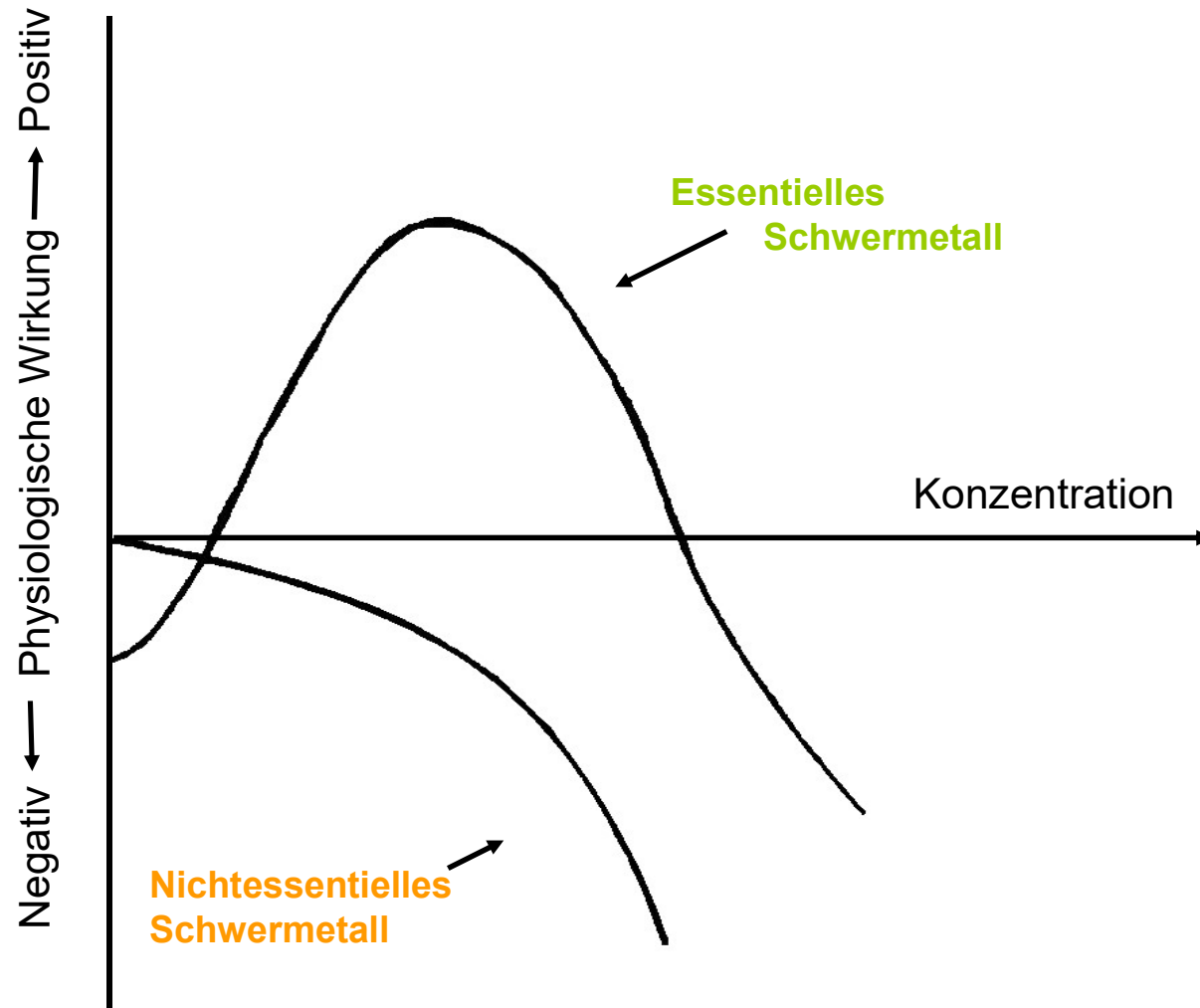
Wirkung der Schadstoffe (Metalle)



Einige Funktionen von Spurenelementen sowie Folgen eines vollständigen Mangels im menschlichen Organismus

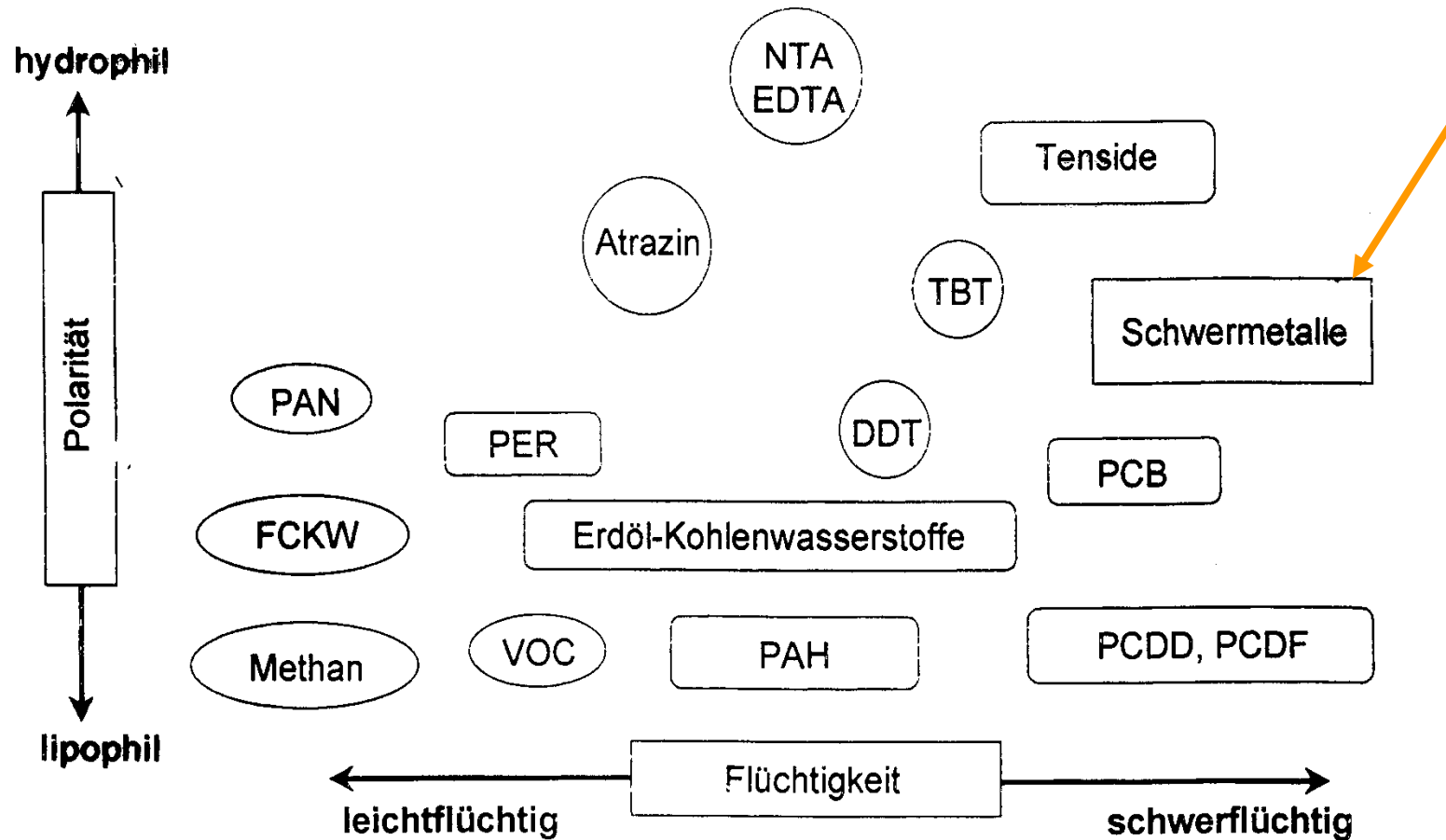
Element	Bestandteil von	Funktionen	Vollständiger Mangel bewirkt
Co	Vitamin B ₁₂	Wachstum und Teilung der Zellen (insb. rote Blutzellen)	Blutarmut (Anämie), Störungen Nervensystems + Nucleinsäuresynthese
Fe	Hämoglobin	Atmungs- u. Sauerstofftransportvorgänge, Blutbildung	Störungen Sauerstoffverteilung, Anämie
Cu	Cu-Proteine mit Enzymfunktion	Sauerstofftransport, Atmung	Anämie, Pigmentstörung (Albinos)
Mn	zahlreiche Enzyme	Aufbau von Cholesterin u. Polysacchariden; Steuerung menschlicher Atmungskette	Störung Zuckerabbau Sterilität

Physiologische Wirkung von Schwermetallen als Funktion ihrer Konzentration



Organische Umweltchemikalien

- Organika
- Organische Metallverbindungen



FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe	PCDD	Polychlorierte Dibenzo-1,4-dioxine	PAH	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PAN	Peroxyacetylnitrat (Smog-Verbindung)	PCDF	Polychlorierte Dibenzofurane	PCB	Polychlorierte Biphenyle
VOC	Flüchtige organische Verbindungen	TBT	Tributylzinn (engl. Tributyltin)	EDTA	Ethylendiamintetraacetat
PER	Tetrachlorethen	NTA	Nitrilotriacetat (Tris[carboxymethyl]amin)	Tenside	Oberflächenaktive, waschaktive Substanzen

...Fettlöslichkeit ein Kriterium zur Aufnahme in den Organismus

Bestimmung der Fettlöslichkeit (Lipophilie)

- Maß der Verteilung einer Substanz in einem Gemisch von 1-Octanol und Wasser:

$$K_{ow} = C_o / C_w$$

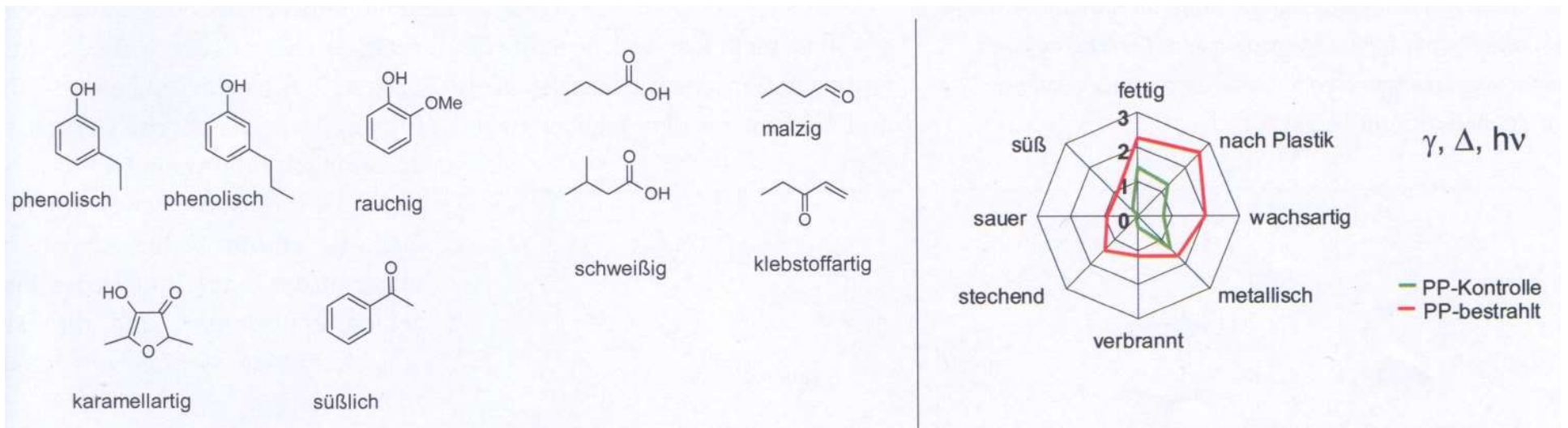
C_o – Substanzkonzentration in der 1-Octanolphase

C_w – Substanzkonzentration in der wässrigen Phase

Körper reagiert nicht nur auf Veränderungen des Schwermetallgehalts, sondern kann z.B. auch mittels sensibler Geruchssensoren, natürlich die Unterschiedlichkeit im chemischen Aufbau von organischen Stoffen detektieren.

Geruch

Charakteristische Veränderungen in den Geruchsprofilen prozessierten Polypropylens



Aufnahme von Schadstoffen / Umweltchemikalien

(Inkorporation)

- **Atmung** (Inhalation)
- **Nahrung** (Ingestion)
- **Haut** (Resorption / perkutan)

Aufnahme mit der Atemluft und der Nahrung

 Aufnahme
 Ausscheidung

Inhalation: Einatmung

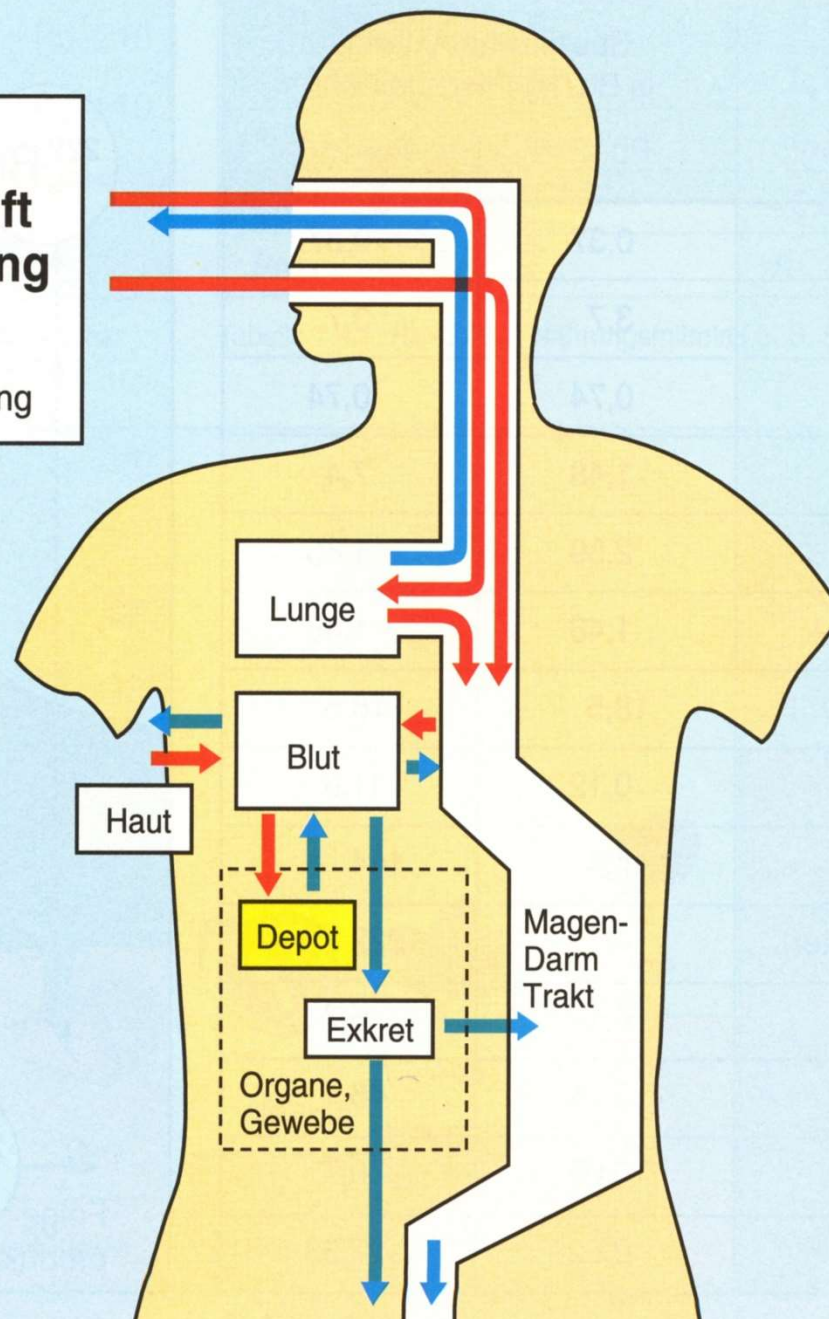
Ingestion: Aufnahme der Nahrung

perkutan: durch die Haut hindurch

Resorption: Aufnahme von Stoffen in den Blutkreislauf, das Lymphsystem oder andere Körperflüssigkeiten

Depot: Hauptablagerungsstätte, Speicherorgan

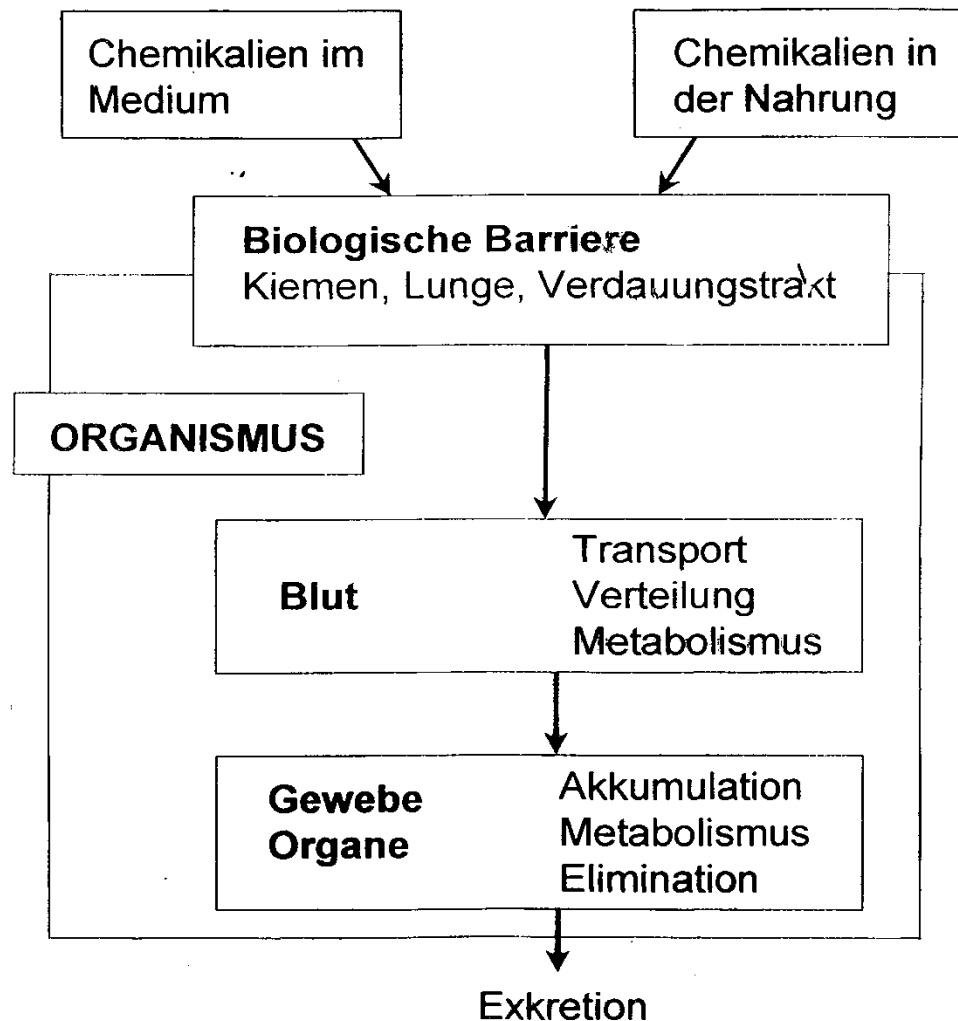
Exkret: Ausscheidungsprodukt



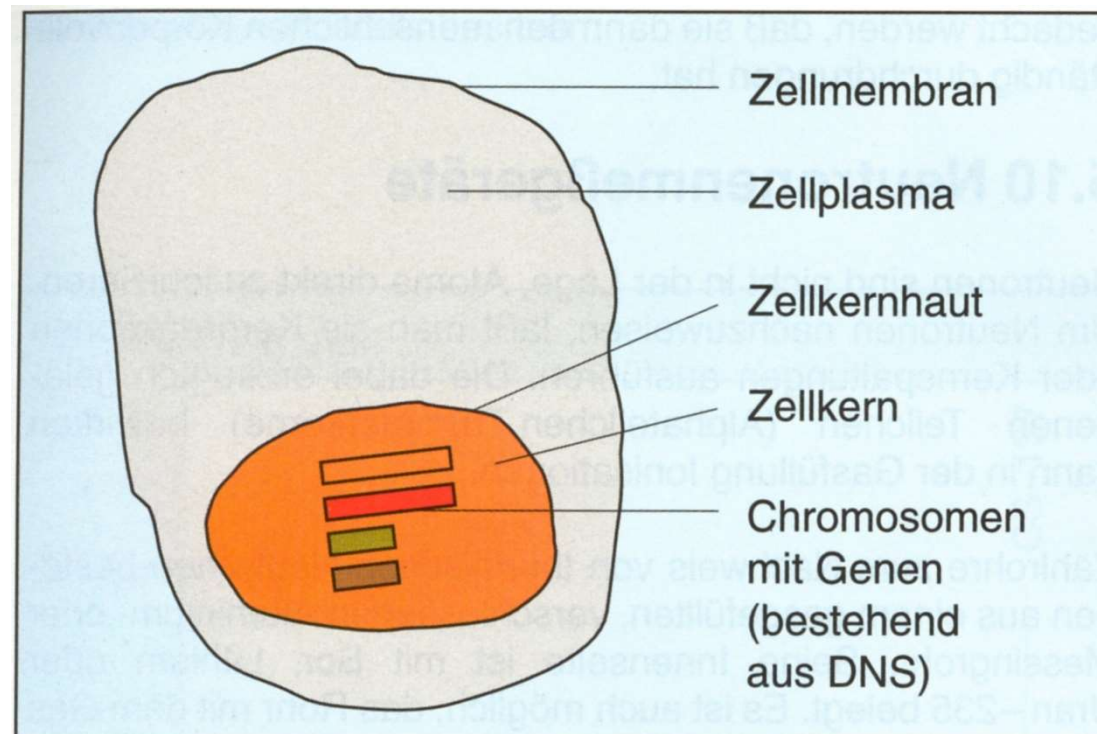
Transportwege für Schadstoffe/Umweltchemikalien im Körper

Prozesse der Aufnahme, Verteilung, Umwandlung und Ausscheidung von Chemikalien auf zellulärer Ebene aufklären.

Aufnahme und Schicksal von Chemikalien im Organismus



- ... Wie gelangt Metall in Organismus?*
- ... Was schädigt ein Metall, auf welche Art und Weise?*
- ... Welche Angriffspunkte sind möglich bzw. dominierend?*



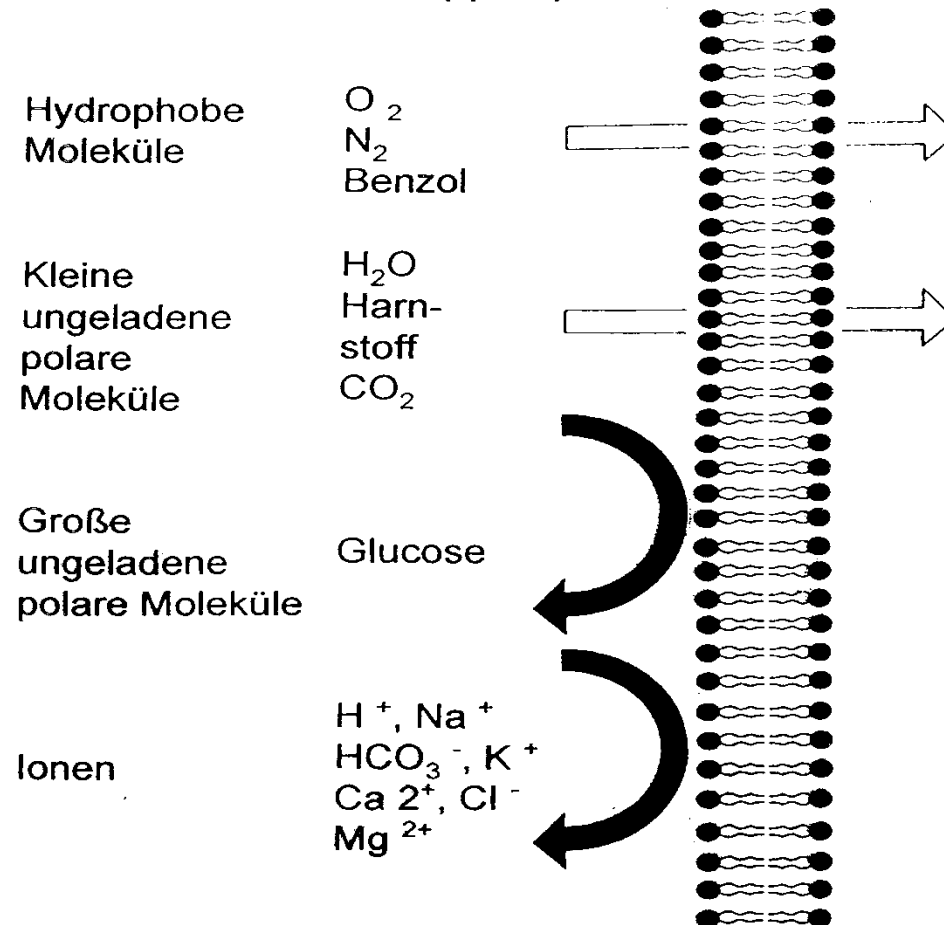
Aufbau einer Zelle (schematisch)

... Grundproblem ist die Kenntnis der Transportwege und die Funktion der entsprechenden Metall-Transporter

Wie können Stoffe die Zellmembran durchdringen?

Schematische Darstellung der Membrangängigkeit (Permeabilität) von Stoffen

Permeabilität einer Doppellipidschicht



Asservierung von Körpermaterialien zur Schadstoffbestimmung

- Kurz zurückliegende Belastung	Blut, ev. Urin, Schweiß, Speichel
- Mittelfristig zurückliegende Belastung	Urin, Fäzes, Gewebe
- Langfristig zurückliegende Belastung	Haare, Zähne, Finger,-Fußnägel

z.B. bei Drogenscreening

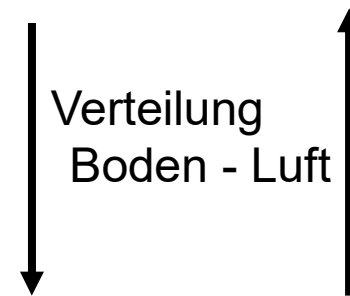
6.3 Transfer in Pflanzen

Kontamination (Organika, Metalle) von Pflanzen



Atmosphäre

- + gasförmig
- + gelöst in Wassertropfen
- + sorbiert an Aerosolen



- + gasförmig
- + gelöst in Bodenwasser

Boden

Innerhalb des Nahrungspfads spielt der Boden - Pflanzen-Transfer eine wichtige Rolle für die Belastung der Organismen mit Schadstoffen.

Bestimmung des Transfers von Schwermetallen in Pflanzen

- Transferfaktor Boden/Pflanze:

$$TF_{SM} = \frac{\text{Konzentration SM Pflanze (Frischmasse)} \quad \text{mg/kg}^{-1}}{\text{Konzentration SM Boden (Trockenmasse)} \quad \text{mg/kg}^{-1}}$$

... viele Daten zum Transferfaktor von unterschiedlichen Metallen bekannt!

Transferfaktor ist Summenparameter

...Gültigkeit nur für die untersuchten Parameter

- | | |
|---------------------|--|
| - Definition | frische, getrocknete Probe, Maßeinheit... |
| - Probenpräparation | Wachstumsdauer, Klima, Zeitpunkt der Ernte, Waschprozedur... |
| - Bodentyp | Zusammensetzung, pH-Wert, Korngröße... |
| - Art der Pflanze | Baum, Gras... |
| - Teil der Pflanze | Wurzel, Stengel, Blatt, Frucht |
| - Speziation | Komplexierung des SM im Boden/Porenwasser |



Transferfaktor muss in konkrete chemisch-physikalische Parameter entfaltet werden

Ein Ziel:

Spektroskopische Bestimmung der Schwermetallspeziation in Boden / Porenwasser und Pflanze

Uranspeziation in Pflanzen

Ausgangssituation:

- Aufnahme von Uran in verschiedenste Pflanzen gut untersucht:

O. Frindik: Uran in Böden, Pflanzen und Lebensmitteln, Landwirtschaftliche Forschung 39, 75 (1986)

- Aufnahme ist von Speziation abhängig:

*S.D. Ebbs et al.: Role of uranium speciation in uptake and translocation of uranium by plants
J. Exp. Botany 49, 1183 (1998)*

- Kein spektroskopischer Nachweis der Uranbindung in Pflanzen bis:

A. Günther et al.: Uranium speciation in plants Radiochimica Acta 91, 319 (2003)

$$TF = \frac{\text{Spezifische Aktivität Pflanze (Bq/kg}^{-1}\text{) (Frischmasse)}}{\text{Spezifische Aktivität Boden (Bq/kg}^{-1}\text{) (Trockenmasse)}}$$

Pflanze	TF _(U)
Lupine	6.0 x 10 ⁻²
Gerste	1.0 x 10 ⁻³
Weizen	8.8 x 10 ⁻⁴
Kartoffel	8.3 x 10 ⁻⁴
Karotten	4.3 x 10 ⁻⁴
Apfel	7.2 x 10 ⁻⁵
Birne	1.4 x 10 ⁻³

Präparation (Lupine)



Lupinus angustifolius

Wachstum (Bodenkultur, Hydrokultur)



Ernte



Reinigung (Waschprozess)



Trennung (Wurzel, Stengel, Blatt)



→ frische Probe

Trocknung (max. 30°C)



Pulverisierung

→ getrocknete Probe



Boden

$U_{\text{conc.}}$: 100 mg - 1000 mg/kg

pH : 4 - 8

Zeit : 3 Monate

Uran – Kontamination

Lösung

$U_{\text{conc.}}$: 2.5×10^{-2} - 1.0×10^{-4} M U

pH : 3 - 8

Zeit : 14 Tage

Methoden

TRLFS Time-resolved laser-induced fluorescence spectroscopy

(Zeitaufgelöste-laserinduzierte Fluoreszenzspektroskopie)

Speziation:

*Identifikation verschiedener Komplexe,
Bestimmung von Stabilitätskonstanten*

XAS X-ray absorption spectroscopy

(Röntgenabsorptionsspektroskopie)

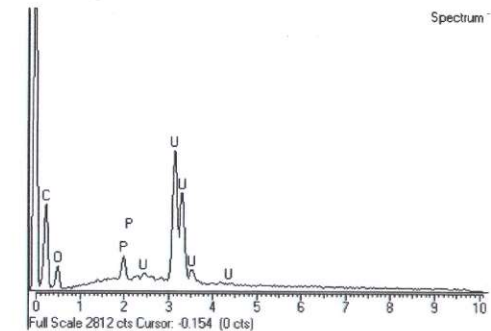
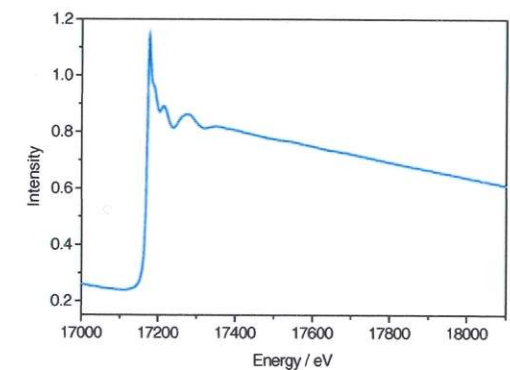
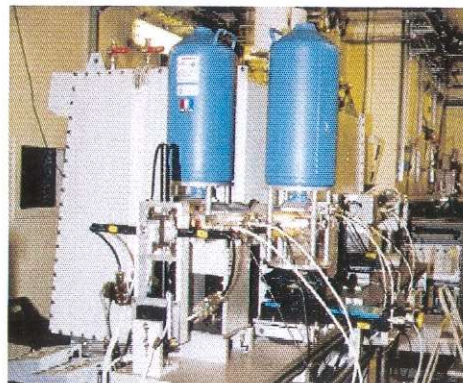
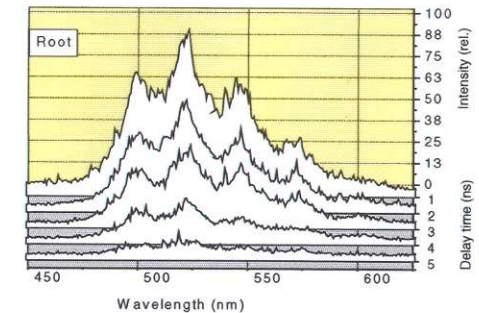
Strukturinformationen:

*Bindungslängen,
Art und Anzahl der Nachbaratome,
Oxidationsstufe*

SEM/EDX Scanning electron microscopy coupled with Energy-dispersive X-ray microanalysis

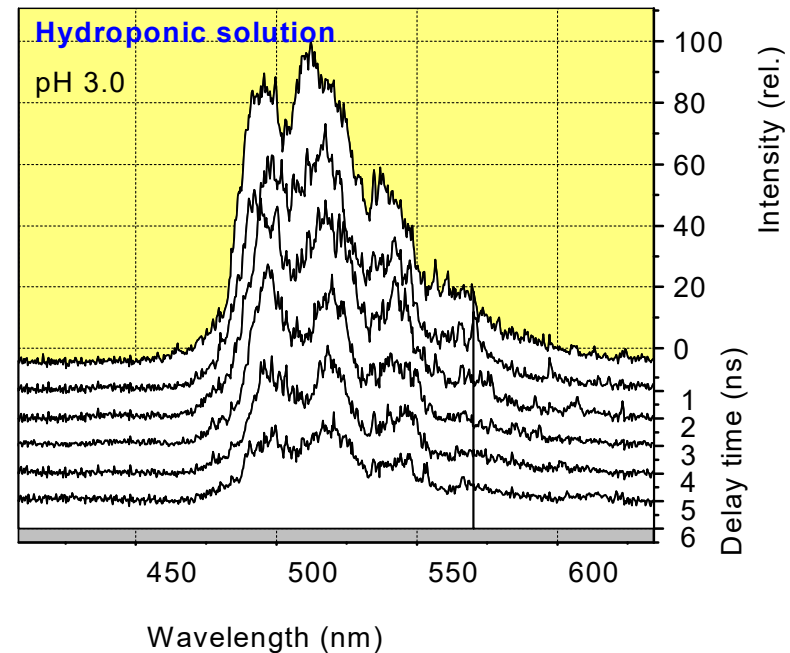
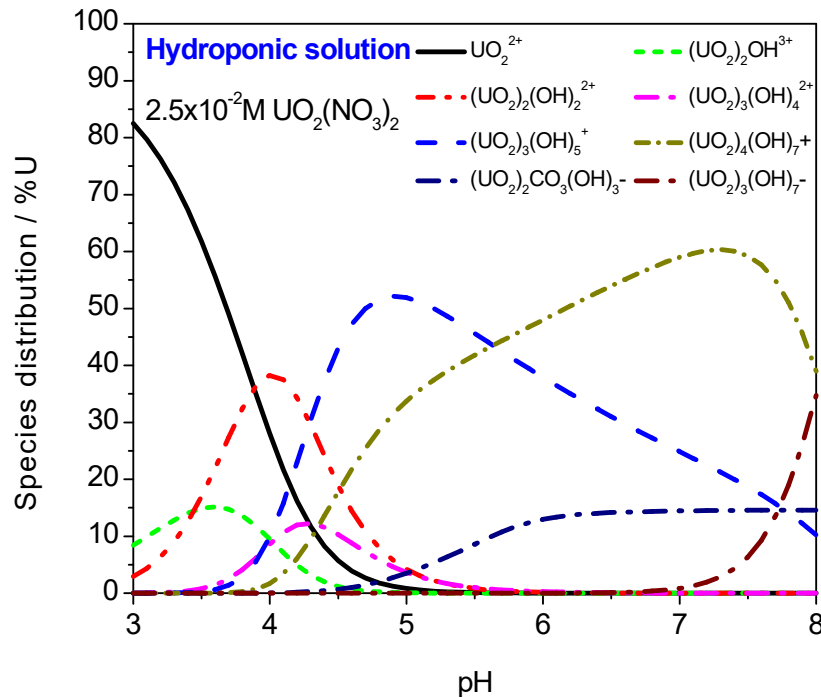
(Rasterelektronenmikroskopie mit gekoppelter energiedispersiver Röntgenmikroanalyse)

Lokalisation der Elemente



HZDR

Bindungsform des Urans in der Ausgangslösung Porenwasser/Hydrokulturlösung



Berechnung EQ3/6, NEA-Datenbank

Bodenkultur:

Porenwasser: 10^{-4} M U , pH: 7.9

88.4% $\text{Ca}_2\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3$

10.3% $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_3^{4-}$

1.3% $\text{UO}_2(\text{CO}_3)_2^{2-}$

Bestimmung durch Fluoreszenzmessungen

Hydrokultur:

Wasser: $2 \times 10^{-2} \text{ M U}$, Trinkwasser

pH 3.0 UO_2^{2+} , $(\text{UO}_2)_2(\text{OH})^{3+}$, $(\text{UO}_2)_2(\text{OH})_2^{2+}$

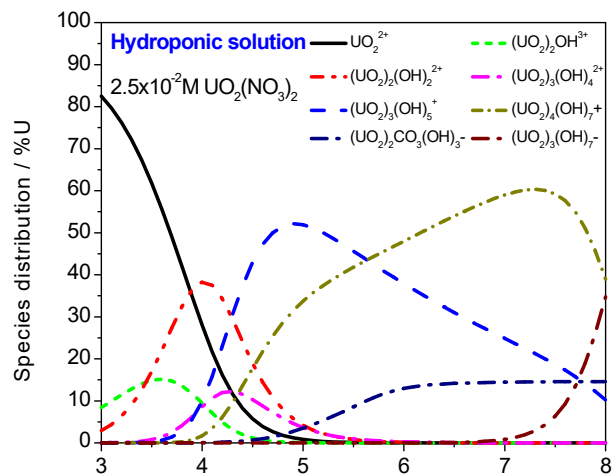
pH 5.0 $(\text{UO}_2)_3(\text{OH})_5^+$, $(\text{UO}_2)_4(\text{OH})_7^+$, $(\text{UO}_2)_2(\text{OH})_2^{2+}$

pH 6.0 $(\text{UO}_2)_4(\text{OH})_7^+$, $(\text{UO}_2)_3(\text{OH})_5^+$, $(\text{UO}_2)_2\text{CO}_3(\text{OH})_3^-$

pH 8.0 $(\text{UO}_2)_4(\text{OH})_7^+$, $(\text{UO}_2)_3(\text{OH})_7^-$, $\text{UO}_2)_2\text{CO}_3(\text{OH})_3^-$

HZDR

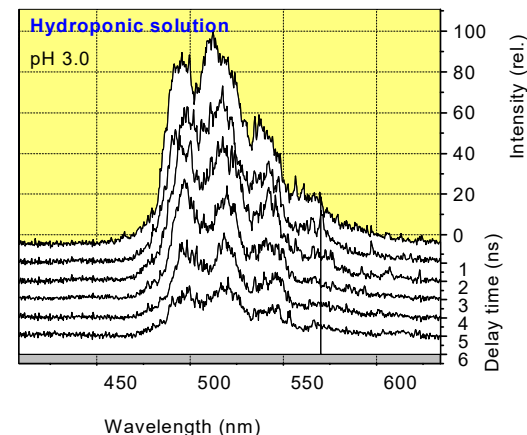
Abhängigkeit des Transferfaktors von der Uranspeziation in der Hydrokulturlösung



Calculations with EQ 3/6, NEA-database



Spectroscopic determination by fluorescence measurements



Hydrokultur: Lupine; Wasser: 2×10^{-2} M U, (Trinkwasser)

Uranspeziation

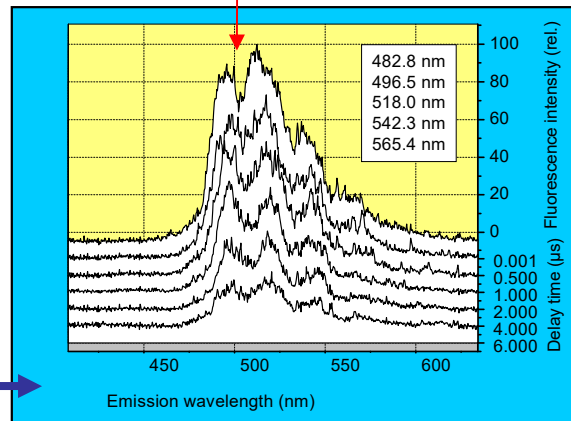
pH 3.0 UO_2^{2+} , $(\text{UO}_2)_2(\text{OH})^{3+}$, $(\text{UO}_2)_2(\text{OH})_2^{2+}$
 pH 5.0 $(\text{UO}_2)_3(\text{OH})_5^+$, $(\text{UO}_2)_4(\text{OH})_7^+$, $(\text{UO}_2)_2(\text{OH})_2^{2+}$
 pH 6.0 $(\text{UO}_2)_4(\text{OH})_7^+$, $(\text{UO}_2)_3(\text{OH})_5^+$, $(\text{UO}_2)_2\text{CO}_3(\text{OH})_3^-$
 pH 8.0 $(\text{UO}_2)_4(\text{OH})_7^+$, $(\text{UO}_2)_3(\text{OH})_7^-$, $\text{UO}_2)_2\text{CO}_3(\text{OH})_3^-$

$\text{TF}_{(\text{U})}$

3.0×10^{-1}
 7.2×10^{-2}
 6.0×10^{-2}
 6.0×10^{-2}

TRLFS - Spektrenvergleich

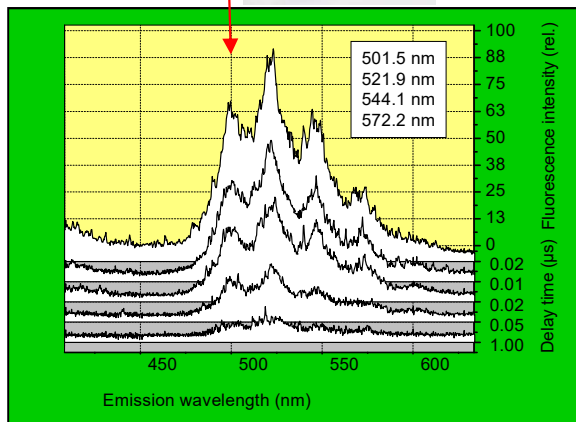
Lupine



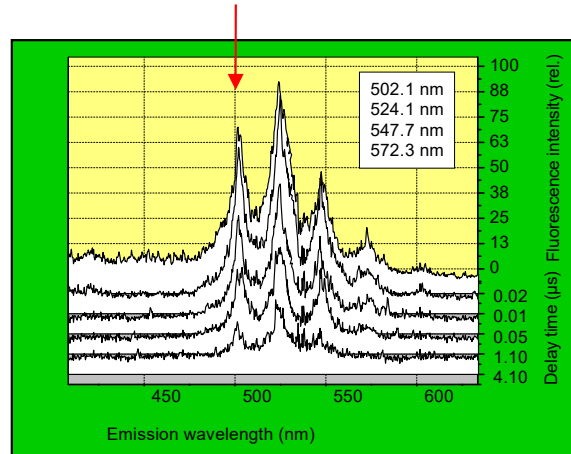
Hydrokulturlösung

$C_{\text{uranium}}: 2.5 \cdot 10^{-2} \text{ M, pH } 3.0$

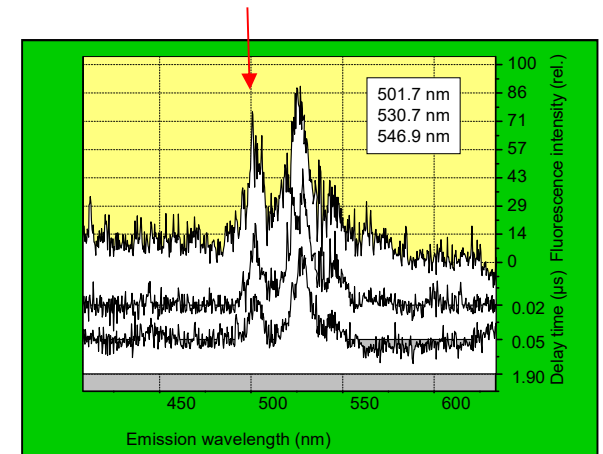
⇒ 82.7% UO_2^{2+} ;
 8.4% $(\text{UO}_2)_2\text{OH}^{3+}$;
 3.0% $(\text{UO}_2)_2(\text{OH})_2^{2+}$
 (calculated with EQ3/6)



Wurzel



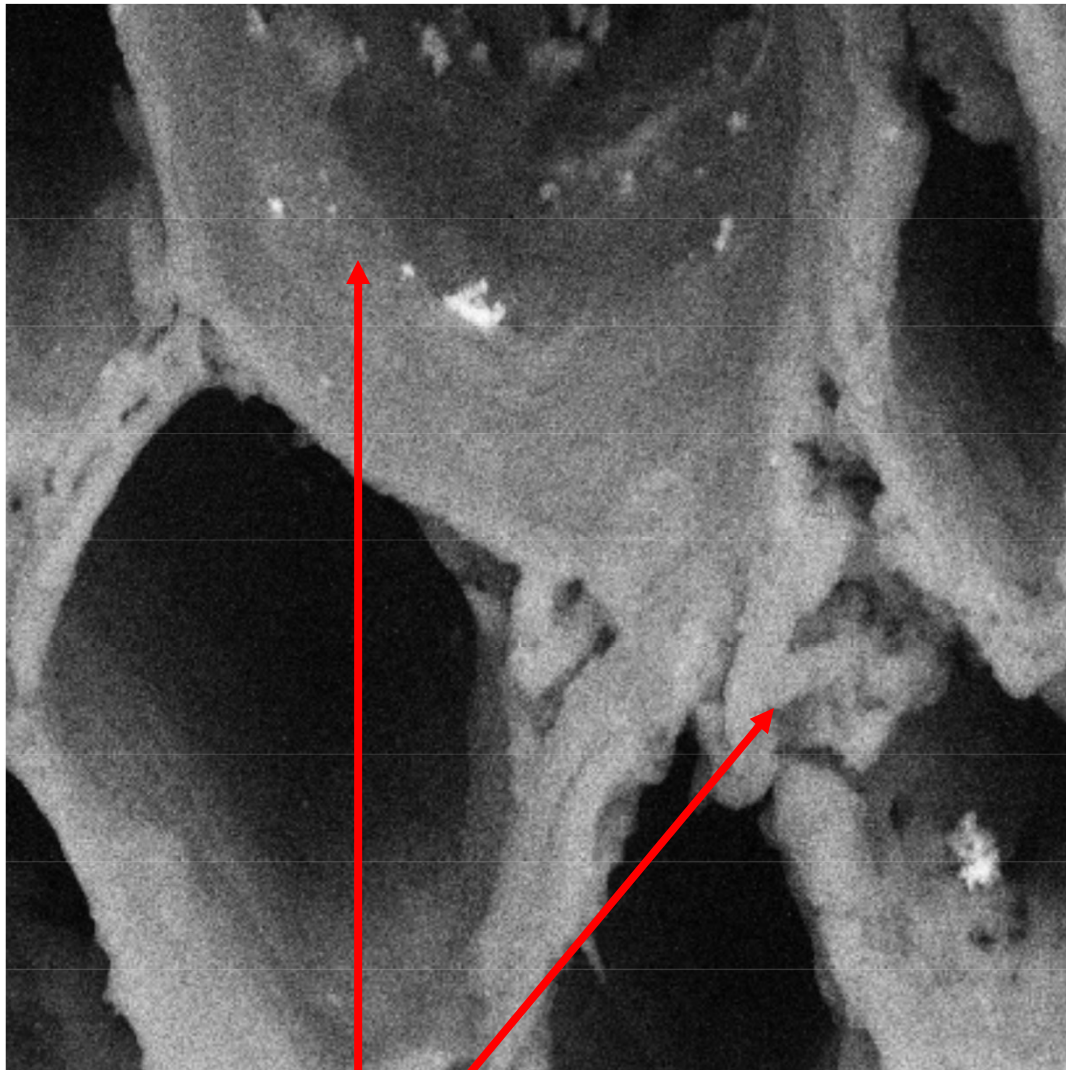
Spross



Blatt

HZDR

Lokalisation von Uranverbindungen in Pflanzenzelle



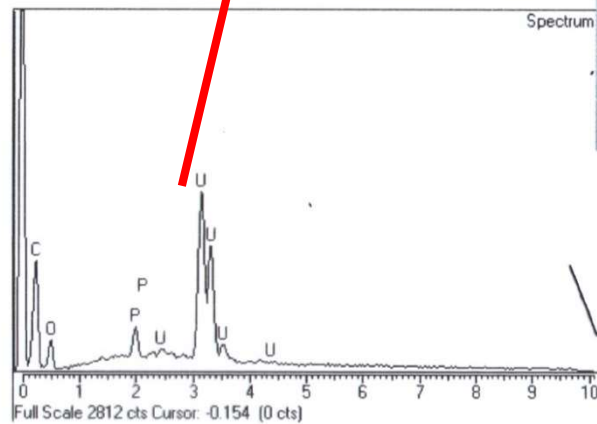
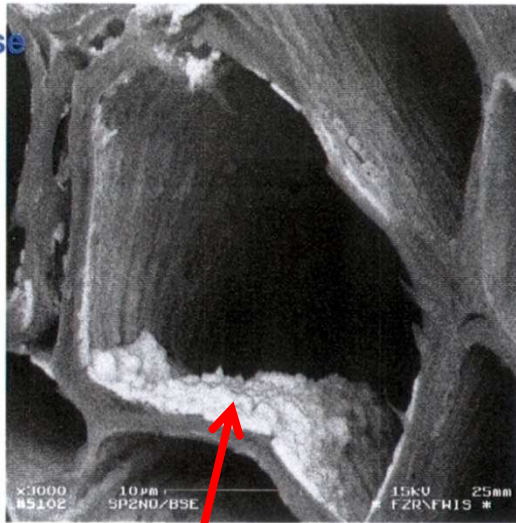
U, P



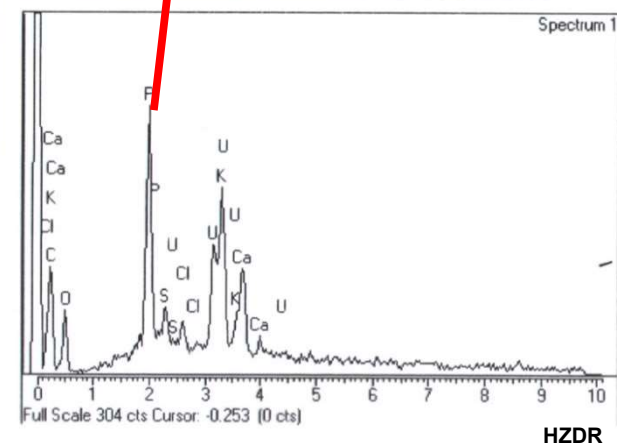
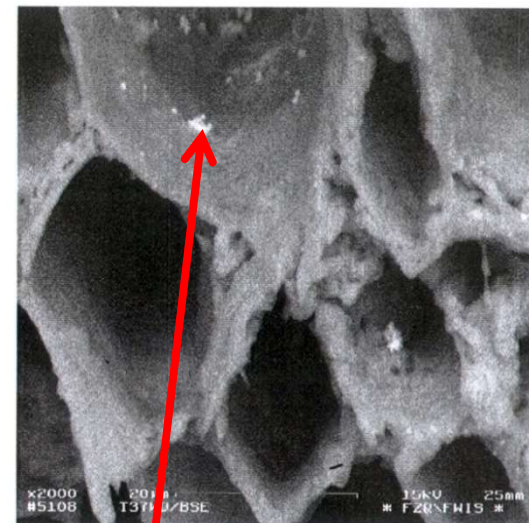
HZDR

SEM/EDX Messungen (Hydrokultur)

Sproßachse
 10^{-2} M U
pH 4.0



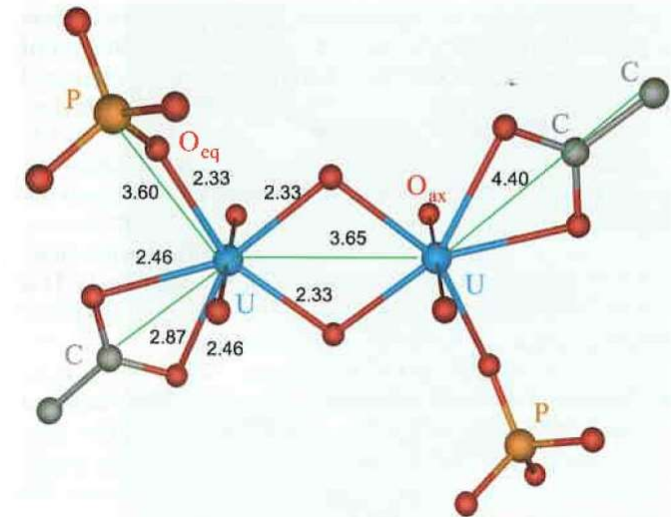
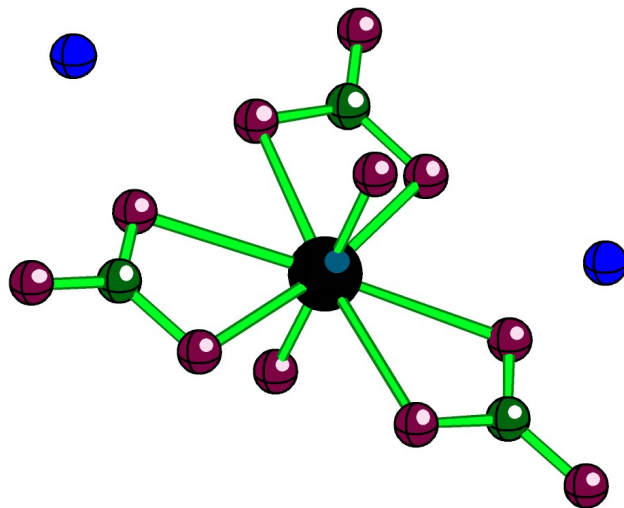
Wurzel
 10^{-4} M U
pH 3.0



- Ablagerung von U-Verbindungen nach Trocknung

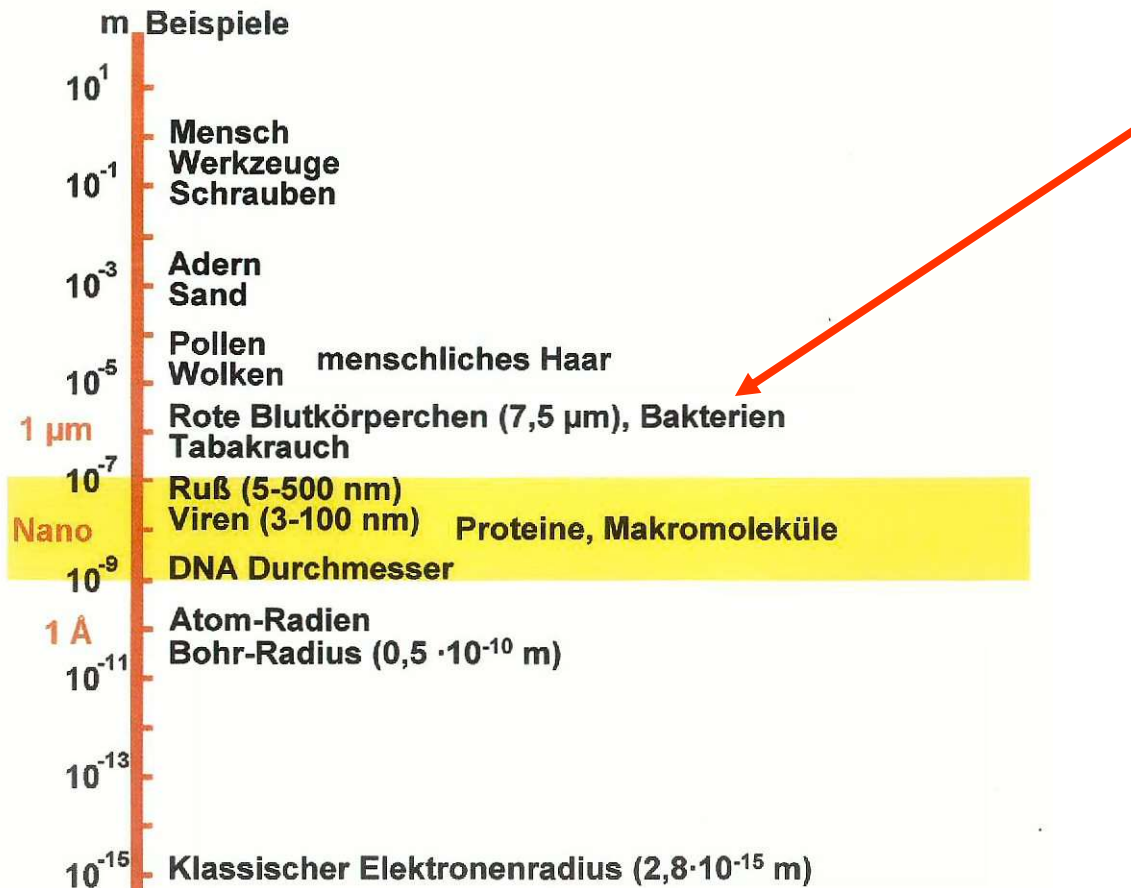
Bindungsform von Uran und Transfer in Biosystemen Pflanzen:

- um Kenntnisse zur Schwermetallbelastung und radiologischen Belastung des Menschen zu verbessern, ist das Wissen zur Bindungsform/Speziation entlang der Nahrungskette in den biologischen Systemen notwendig,
- in wässrigen Systemen unter realen Umweltbedingungen (Luft) sind Uran - Carbonatkomplexe dominierend,
- In Pflanzen konnte die Bildung von Uran-Phosphat- und Carboxylat Bindungen spektroskopische nachgewiesen werden

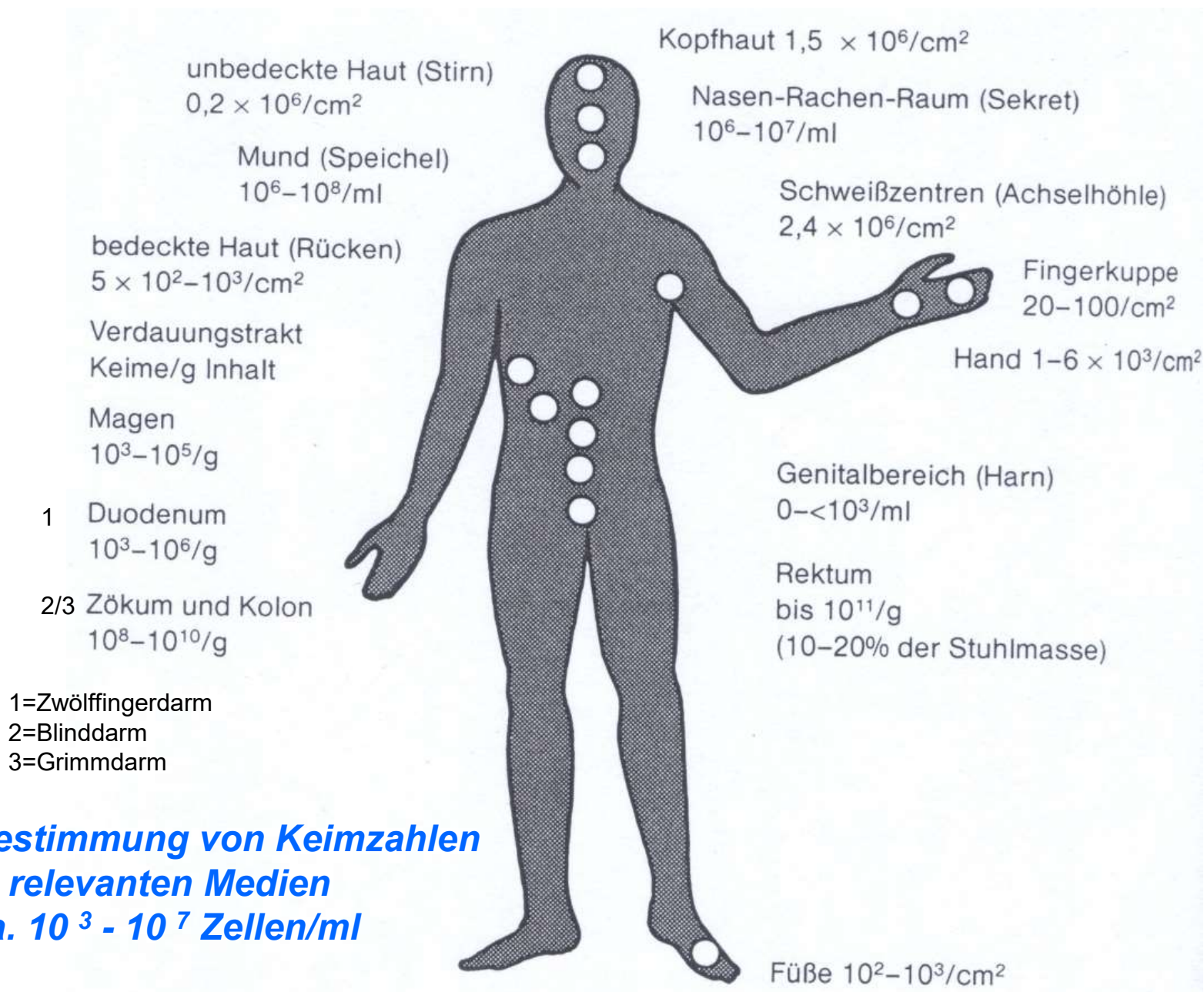


6.4 Wechselwirkung mit Bakterien

Dimensionen biologischer Strukturen im Vergleich



Keimdichte beim Menschen



**Bestimmung von Keimzahlen
in relevanten Medien
ca. $10^3 - 10^7$ Zellen/ml**

Mikroorganismen

- Bakterien (Eubakterien, Archeabakterien)
- Pilze
- (Mikroalgen)
- (Protozoen)
- (Viren)

Mikroorganismen

*Effektivität bei allen Lebenskriterien
(Mikrokosmos)*

- Stoffwechsel und Energieumwandlung
- Selbstreproduktion und Wachstum
- Signalrezeption und -reaktion
- Beweglichkeit
- Evolution

Mikroorganismen

Bedeutung

- bei Stoffkreisläufen
- Schlüsselstellung bei Mineralisierung
- Zersetzung von organischen Schadstoffen (Xenobiotika)
- Ernährung
- Landwirtschaft (Silofutter), Industrie (Vergärungsprozesse, Erzlaugung)
- Energie (Biogas)
- Gesundheitswesen (Produktion von Antikörper, Immunstimulatoren)
- Wasserreinigung, Sanierung von Böden
- Transport von Schwermetallen in der Umwelt

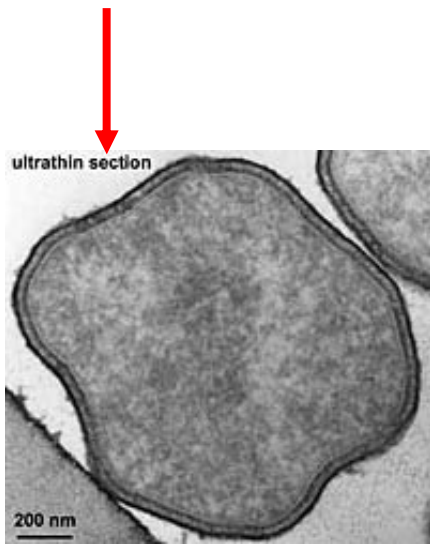
Bakterien – Extremisten des Lebens

„Extremophile“ Bakterien:

Hitze, Kälte,

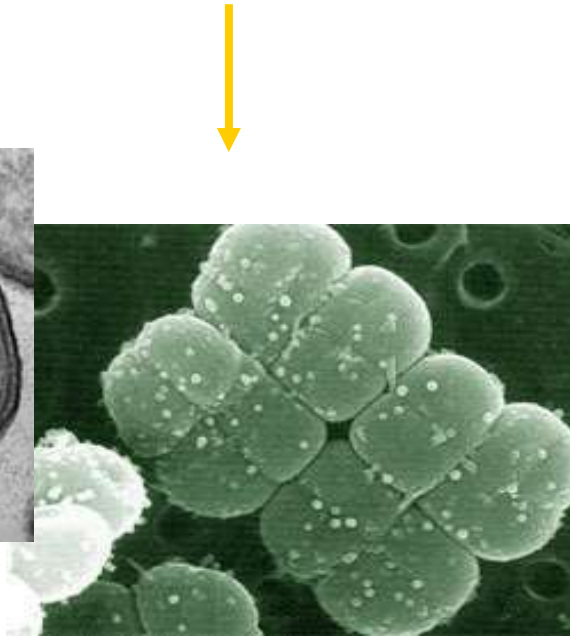
radioaktive Strahlung,

extrem acidophil, alkalophil, hohe Ionenstärke



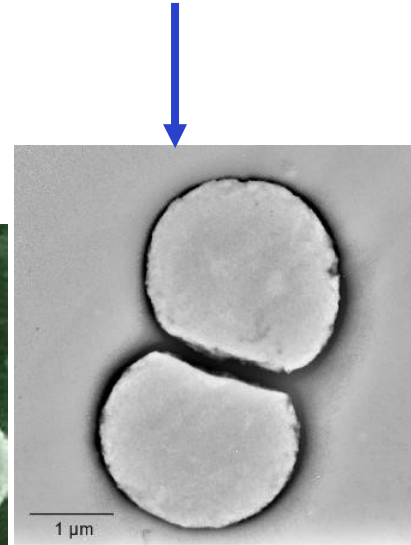
Pyrolobus fumari

in Kaminen > 100°C



Deinococcus radiodurans,

Strahlendosis >18.000 Gray
Entdeckung bei Fleischbestrahlung



Picrophilus torridus

in japanischen Mount-Yo Vulkan
niedrigste pH-Werte, 65°C



Haloferx volcanii

erzeugen im Inneren höhere Salz-
konzentration als außerhalb

Quelle der Bilder www.

**- Optimierung und Anpassung bakterieller Lebensprozesse
an extreme Umweltbedingungen**

Bakterien

Mechanismus des Lebens

Kohlenstoffquelle:

- Bakterien (*autotrophe*) Nutzung von CO₂
 (*heterotrophe*) Nutzung von Organika

Energiequelle:

- Bakterien (*phototrophe*) natürliches Licht (Assimilation)
 (*chemotrophe*) Redox-Reaktionen

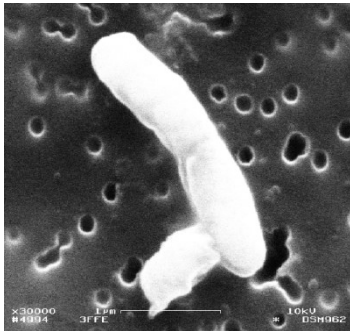
Quelle von Donoren:

- Bakterien (*lithotrophe*) anorg. Wasserstoff als Elektronendonator
 (*organotrophe*) Organika als Wasserstoff bzw.
 Elektronendonator

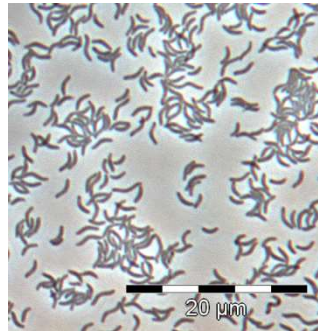
Speicherung/Freisetzung von Energie:

(Adenosinphosphatkreislauf) ATP \longleftrightarrow ADP + anorg. Phosphate + **Energie**

Bakterien- Aussehen



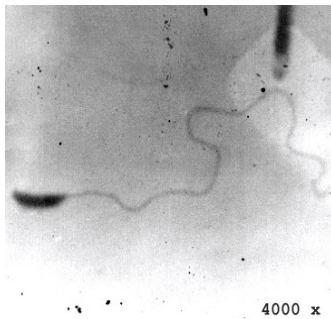
***Acidithiobacillus
ferrooxidans***



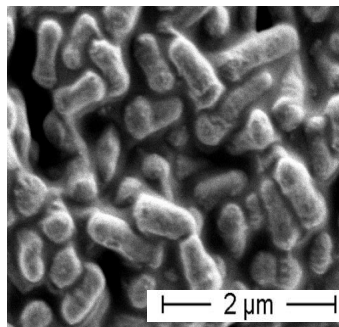
***Desulfovibrio
äspoensis***



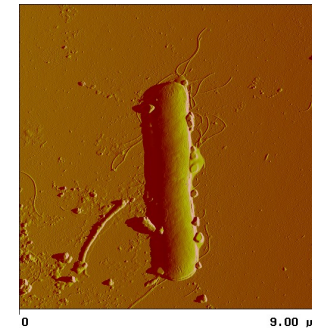
***Arthrobacter* sp.
JG37-Iso2**



***Leptospirillum
ferrooxidans***



***Microbacterium
oxydans* Iso M4**



***Bacillus sphaericus*
JG-A12**

HZDR

Mikroorganismen - Untersuchungen

Charakteristika:

- Mikroorganismen sind in der Natur allgegenwärtig
- können unter extremen Bedingungen (Temperatur, Druck, Ionenstärke, Strahlung) existieren
- wechselwirken mit Metallen und Organika
- mikrobielle Prozesse können den Transport von Metallen beeinflussen (Sorption an Biofilme, kolloidaler Transport)

Anspruch:

- Defizite des Verständnisses der Wechselwirkungen mit Schwermetallen auf molekularem/zellularem Niveau ausgleichen

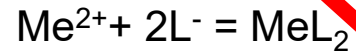
Vorgehensweise:

- Bestimmung der Biodiversität der Bakterien (in Böden, Wässern) als Voraussetzung
- Kultivierung erkannter Stämme und Nutzung der Stammsammlung
- Nachweis der gebundenen Spezies

Wechselwirkung Metall - Bakterien

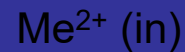
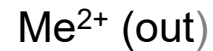
Biosorption

Komplexbildung
mit zellulären Liganden



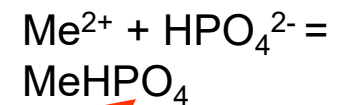
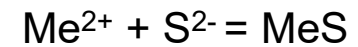
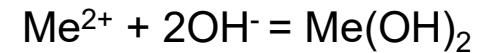
Bioakkumulation

zelluläre Metallaufnahme

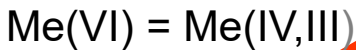
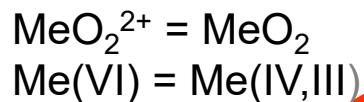


Biomineralisation

Bildung von Präzipitaten



Bakterienzelle



Biotransformation

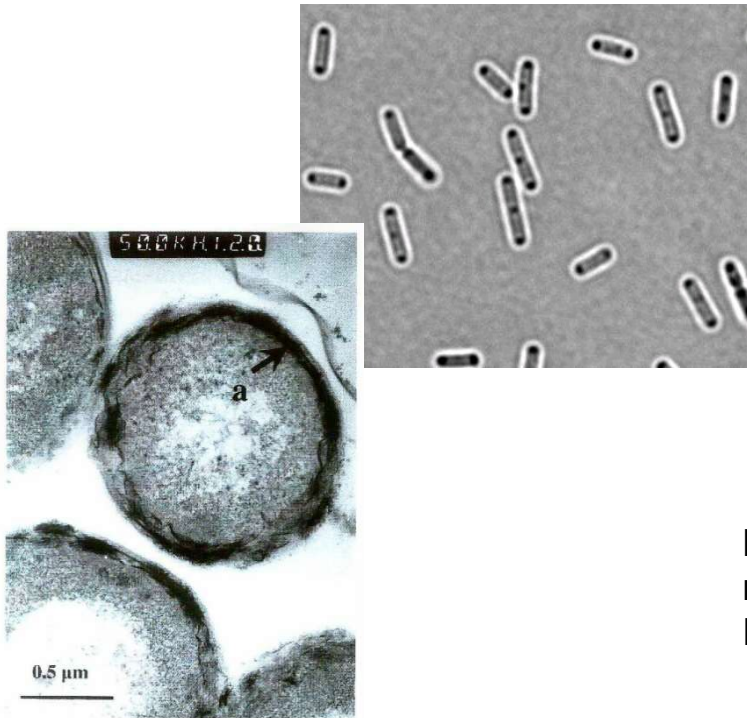
Reduktionsprozess

Mikrobiell gesteigerte Chemisorption

Einbau von Metallen in gebildete Präzipitate



Uran - Wechselwirkung mit *Bacillus sphaericus* (Ergebnisse)



Lokalisation des
Urans in Zellwand
durch
Rasterelektronenmikroskopie

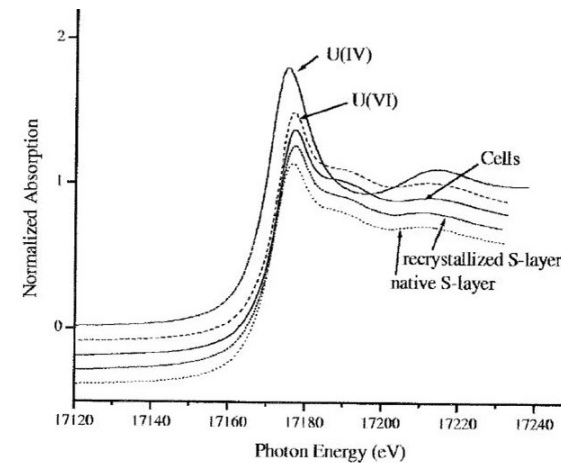
Bindung des Urans pH-abhängig an:

- **Carboxylgruppen**

Petidoglycan (Polysaccharid-Peptide aus Zucker und Aminosäuren)

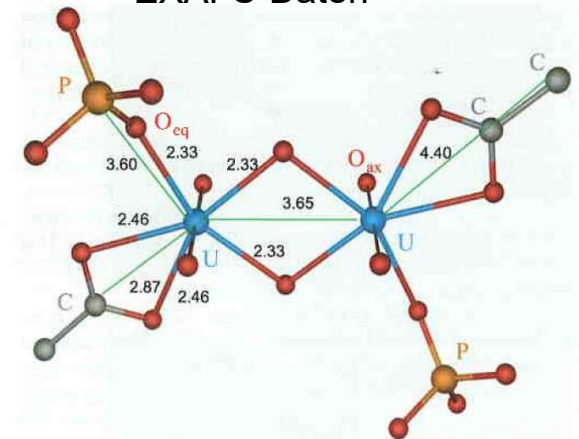
- **Phosphonat-Gruppen**

Teichonsäuren



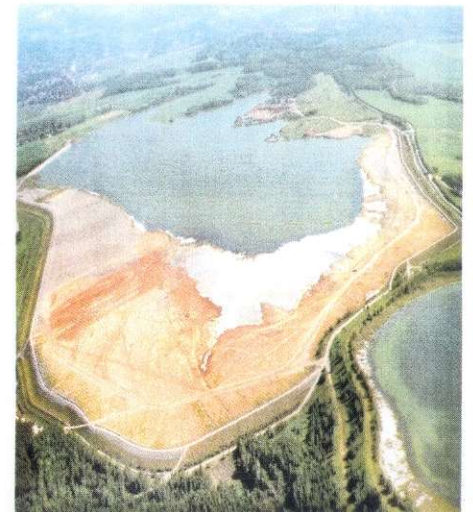
Bestimmung der Speziation des Urans bei der Wechselwirkung mit der Bakterienzelle mittels Zeitaufgelöster-laserinduzierter Fluoreszenzspektroskopie und Röntgenabsorptionsspektroskopie

Modell der Uranbindung
EXAFS-Daten

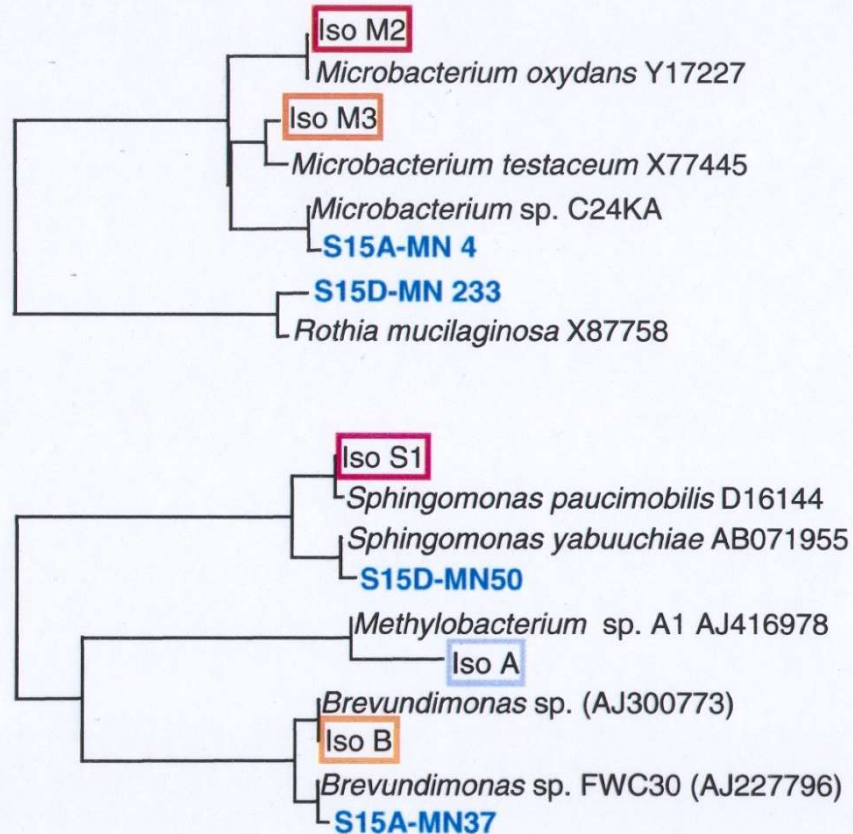


Forschungen zur Identifikation von Bakterien in Uranabfallhalden und die Wechselwirkung von Bakterien mit Uran

- Aufklärung der bakteriellen Diversität (Wirtsgesteinen zur Endlagerung, Halden, Wässer)
- Wechselwirkung mit Metallen (Actiniden)
- Nutzung zur Wasserreinigung
- Nutzung für Ressourcentechnologien

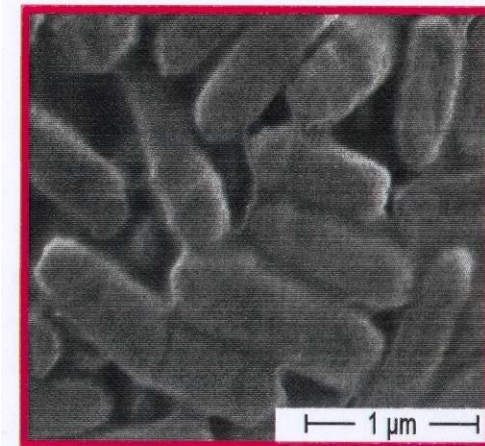


Mikrobielle Diversität in radioaktiv belasteten Sedimenten



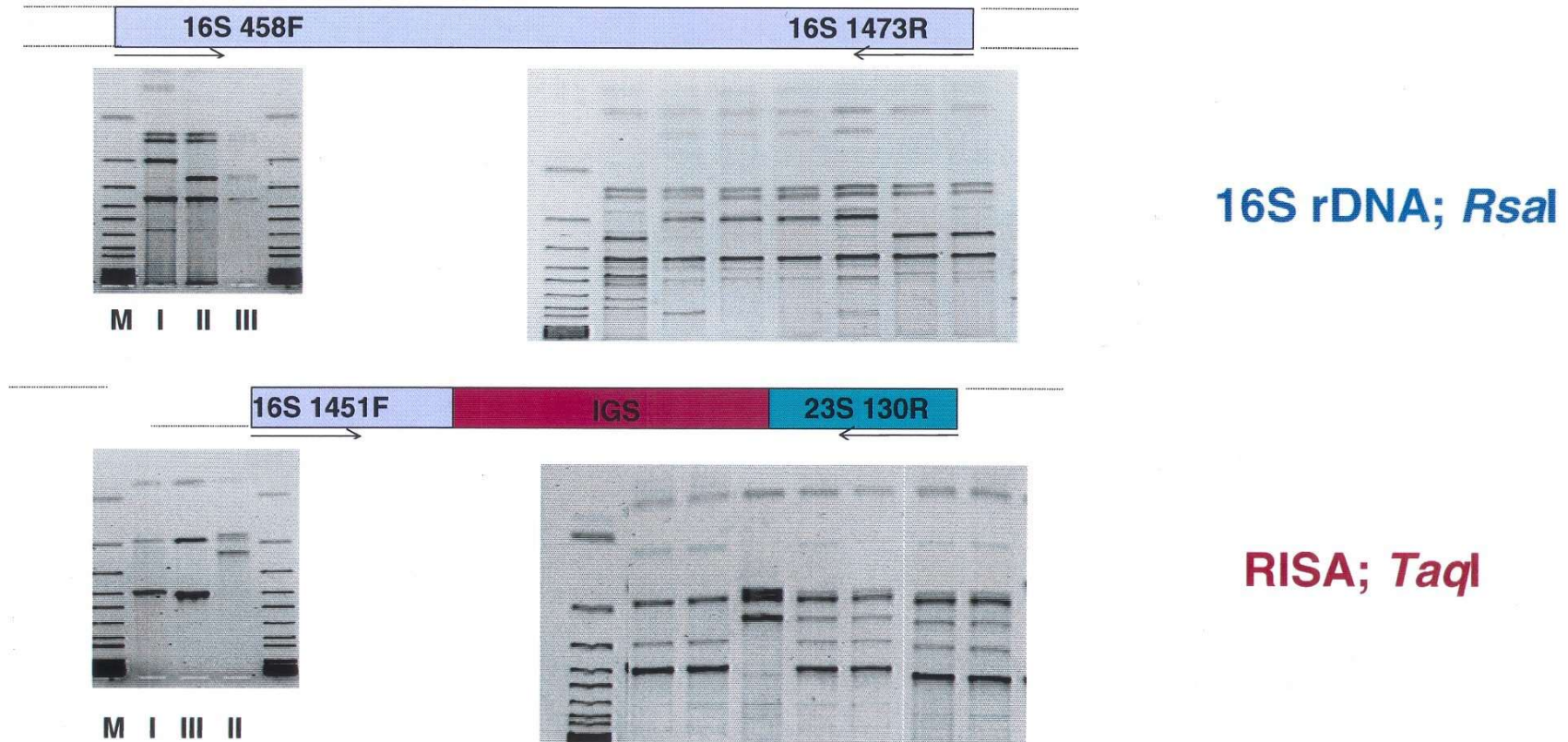
Gram-positive (oben) und gram-negative Bakterien (unten), kultiviert aus Wasserproben aus 300 m Tiefe nahe eines Abfalllagers)

Selbst hoch mit Radionukliden belastete Sedimente erhalten eine Vielzahl von unterschiedlichen Bakterien. Einige davon können kultiviert werden, um ihre Wechselwirkung mit radioaktiven Schwermetallen (Th, U, Np, Pu, Am, Cm) zu untersuchen.



Ultramicrobacterium Iso M2

Direkte Detektion und Identifikation von *Acidithiobacillus ferrooxidans* Bakterien in Bodenproben einer Uranabfallhalde



Selenska-Pobell S. et al (2001) *Antonie van Leeuwenhoek* 79: 149-161
Bacterial diversity in soil samples from two uranium waste piles
as determined by rep-APD, RISA and 16S rDNA retrieval.

Kultivierung (Wachstum) der Biomasse

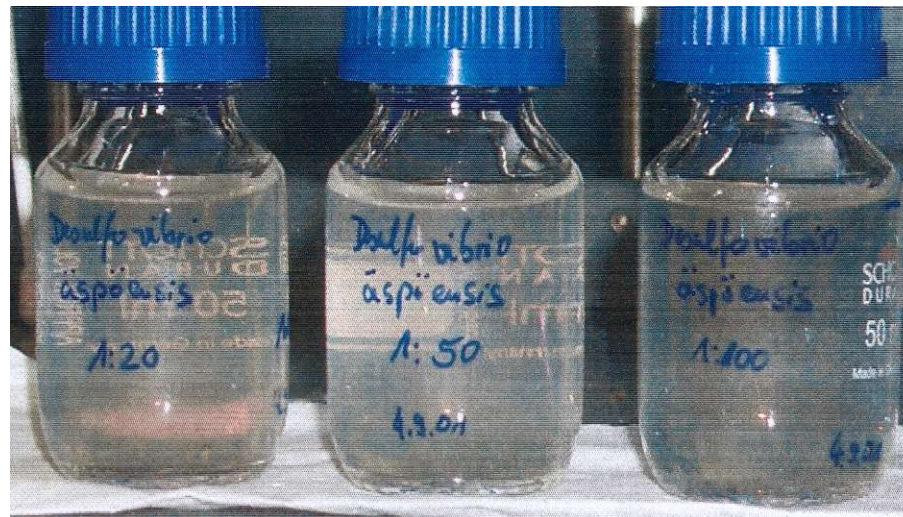
(Beispiel: *Desulfovibrio äspöensis*)



2. Tag

3. Tag

- pH: 7.5
- N₂-Atmosphäre
- Temperatur: 21°C

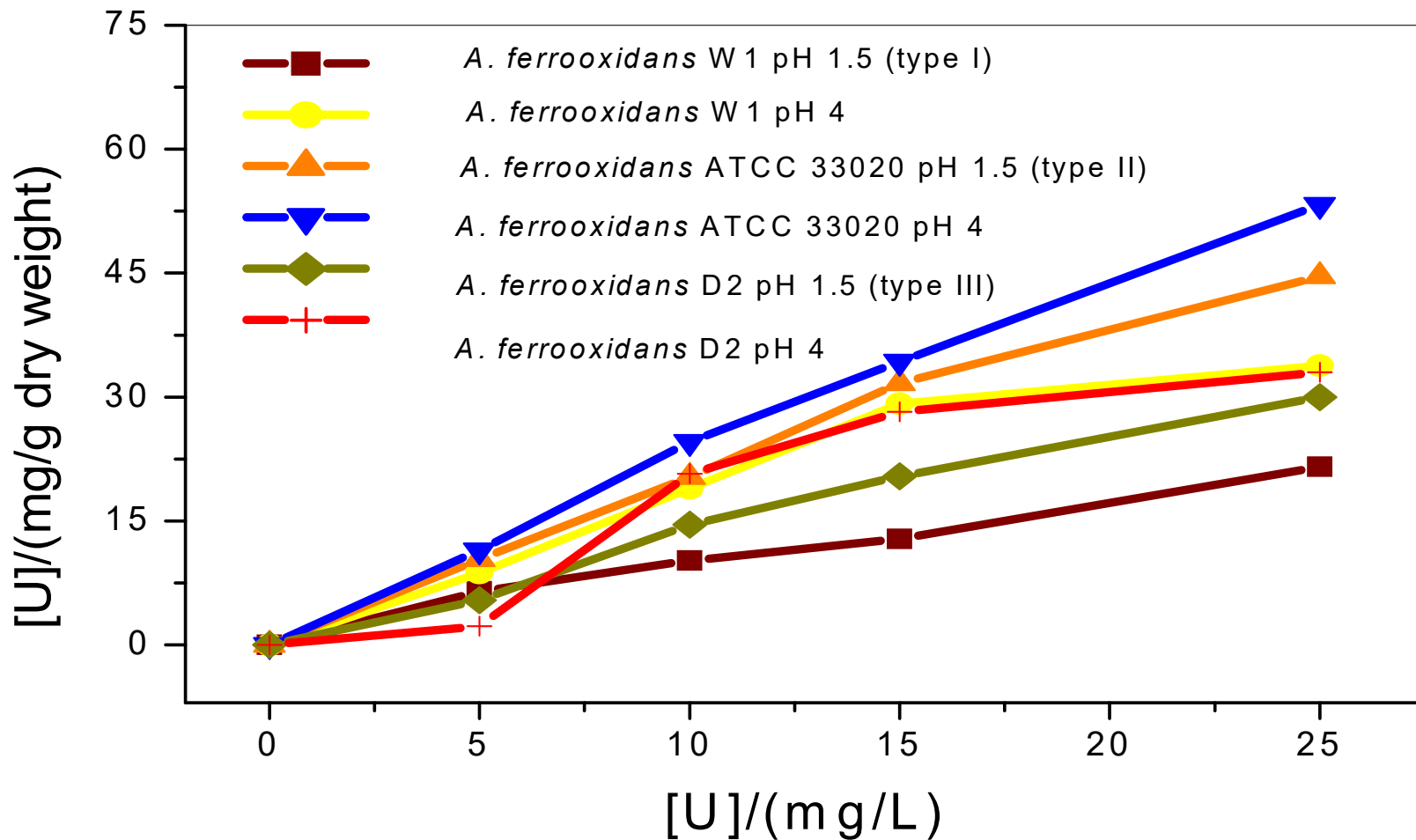


8. Tag

Kultivierung der Bakterienbiomasse für die Versuche

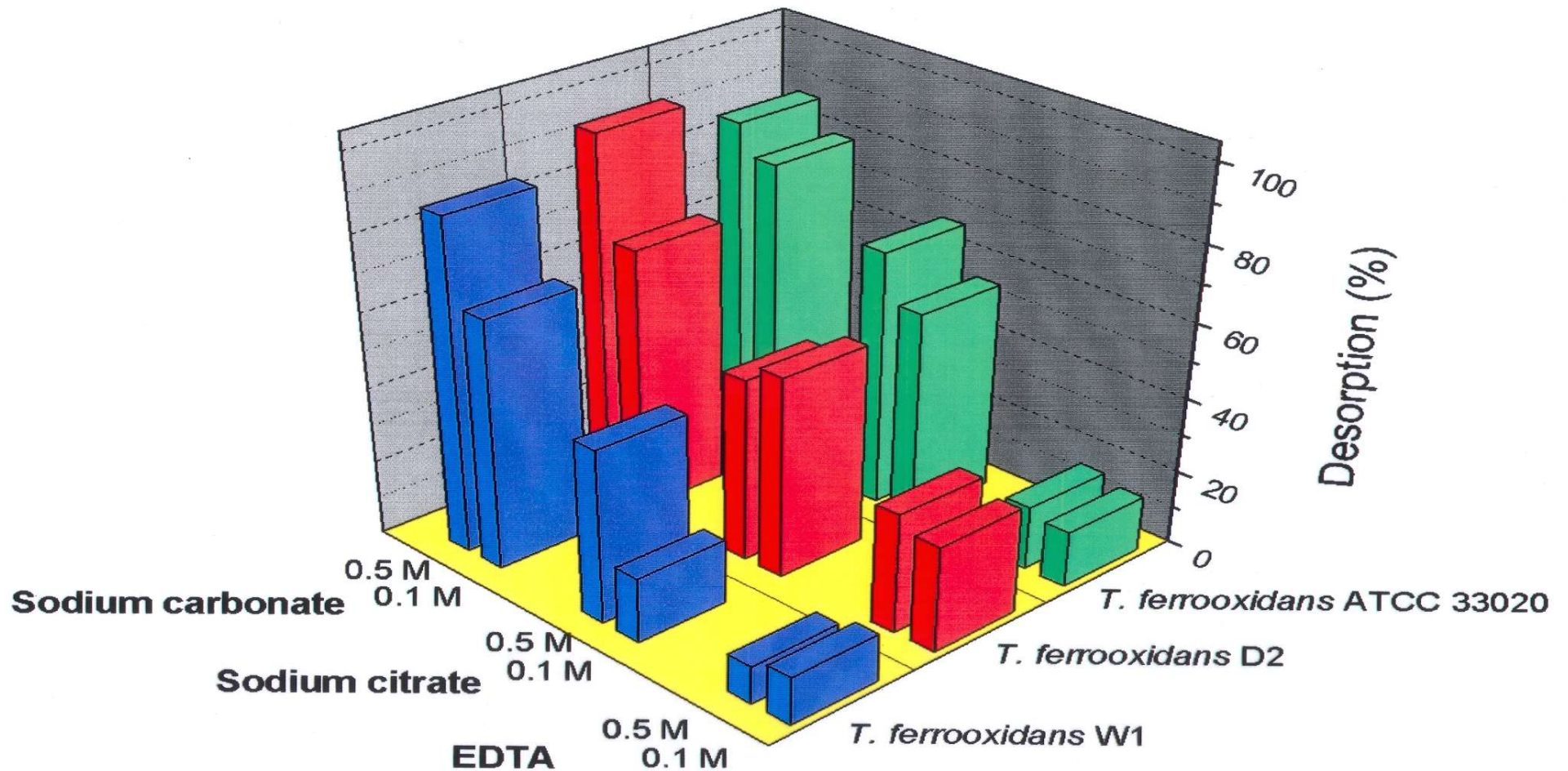
- 10 mL of an active culture (DSM 10631^T) from DSMZ (German Collection of Microorganisms and Cell Cultures)
- suggested medium:
 - main components: 7g/l NaCl, 5 g/l NaHCO₃, 3 g/l NaSO₄, 2.5 g/l Na-Lactate, 1.5 g/l MgCl₂x6H₂O
 - solution A (KH₂PO₄, NH₄Cl, NaCl, MgCl₂x6H₂O, KCl, CaCl₂x2H₂O, resazurin)
 - solution B (Trace element solution: 7.7 M HCl, FeCl₂x4H₂O, ZnCl₂, MnCl₂x4H₂O, H₃BO₃, CoCl₂x6H₂O, CuCl₂x2H₂O, NiCl₂x6H₂O, Na₂MoO₄x2H₂O)
 - solution C (NaHCO₃)
 - solution D (sodium lactate)
 - solution E (vitamin solution)
 - solution G (seven vitamins solution)
 - solution H (selenite/tungstate solution)
 - solution F (Na₂Sx9H₂O)
- gassed with 80% N₂ + 20% CO₂

Uran Biosorption an *Acidithiobacillus ferrooxidans*

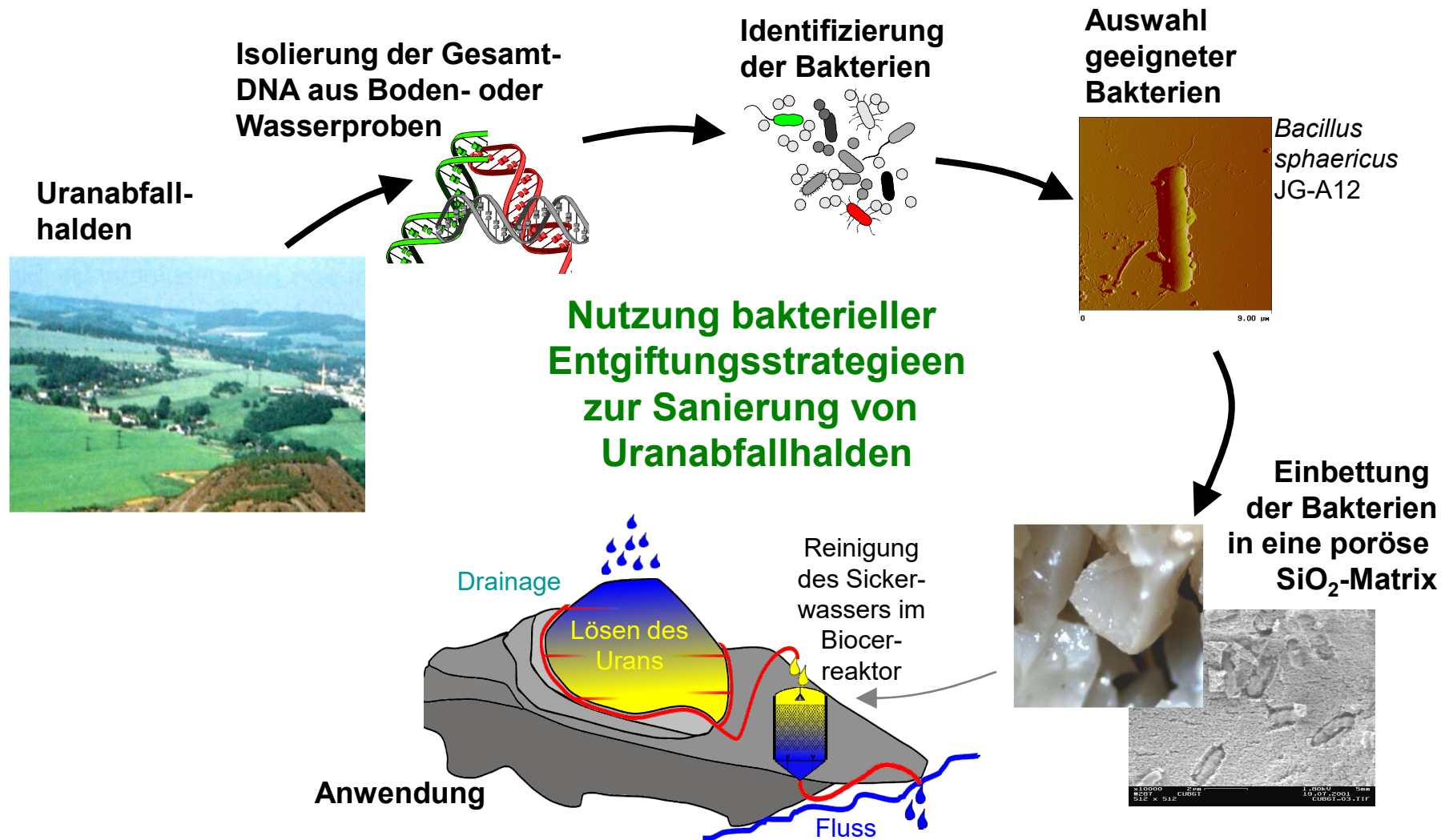


Uran Desorption

Acidithiobacillus ferrooxidans



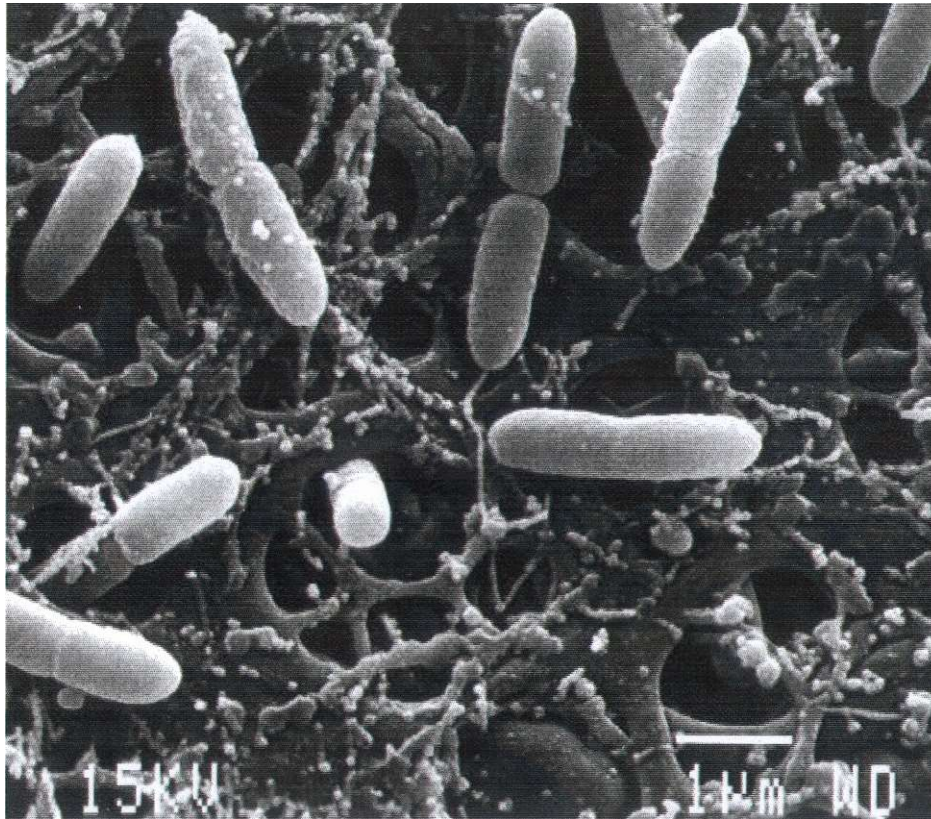
- Entwicklung biologisierter Keramiken zur Reinigung der Sickerwässer von Uranabfallhalden



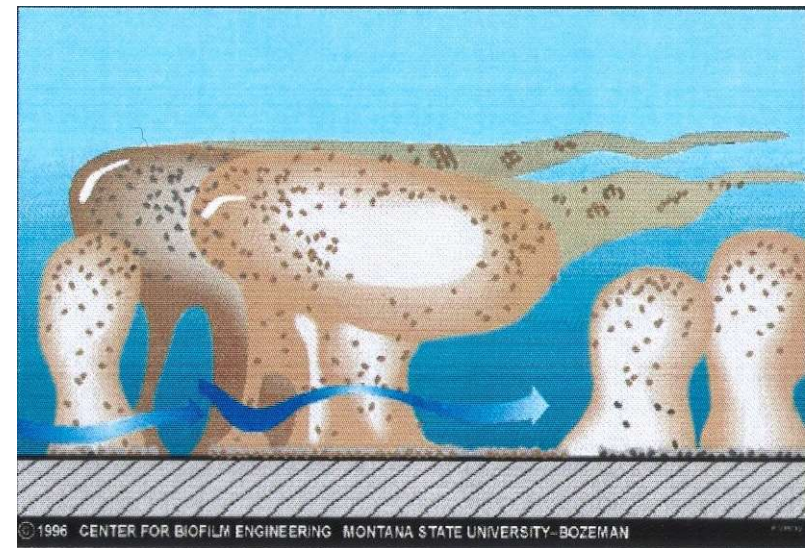
... in natürlicher Umgebung treten Bakterien oft innerhalb von Biofilmen auf.

Biofilme

- In den Umweltkompartimenten bakterielle Gemeinschaften (Biofilme z.B.)



Pseudomonas aeruginosa



Schema Biofilm

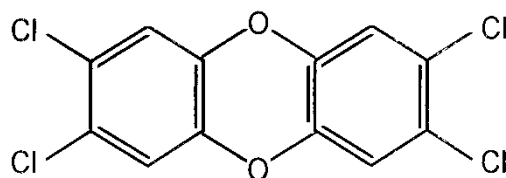
7.0 Umweltanalytik Grundlage des Umweltschutzes

Schadstoffe

- *Analytik...Monitoring erforderlich!*

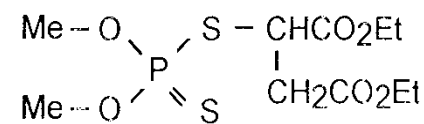
- Organika:

Dioxin



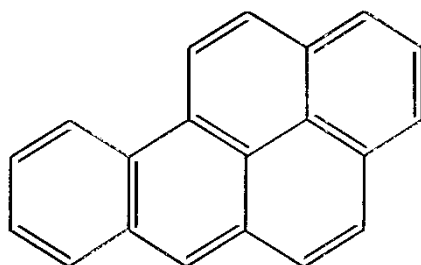
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo dioxin

Malathion

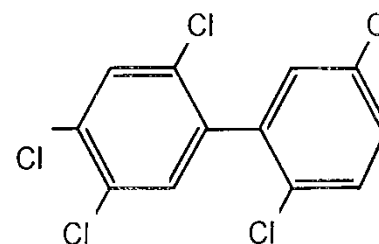


Other pesticides

Benzo[a]pyren



Polychlorierte Biphenyle



2,4,5,2',5'-PCB

- Schwermetallverbindungen:

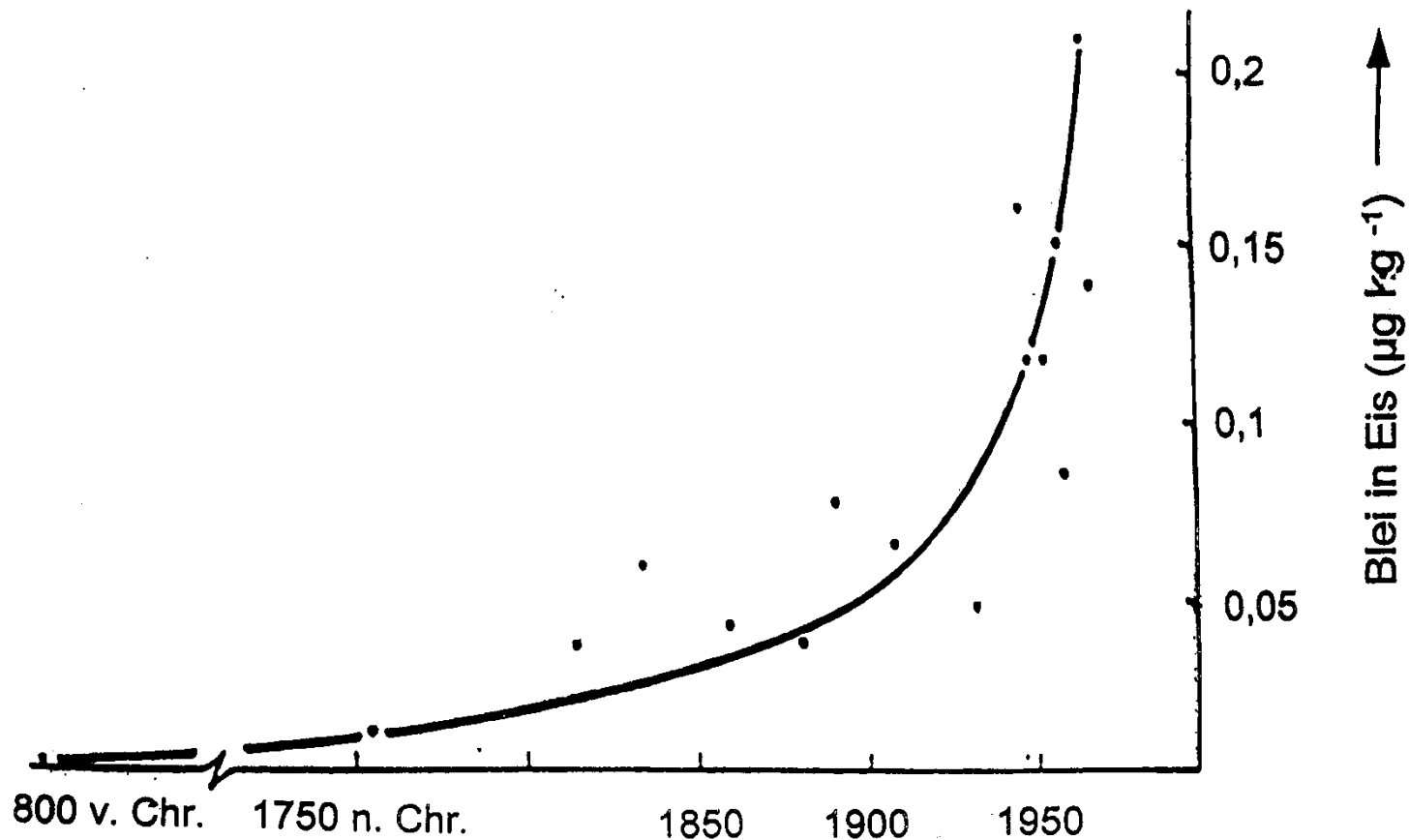
- anorganische
- organische

- Zustand:

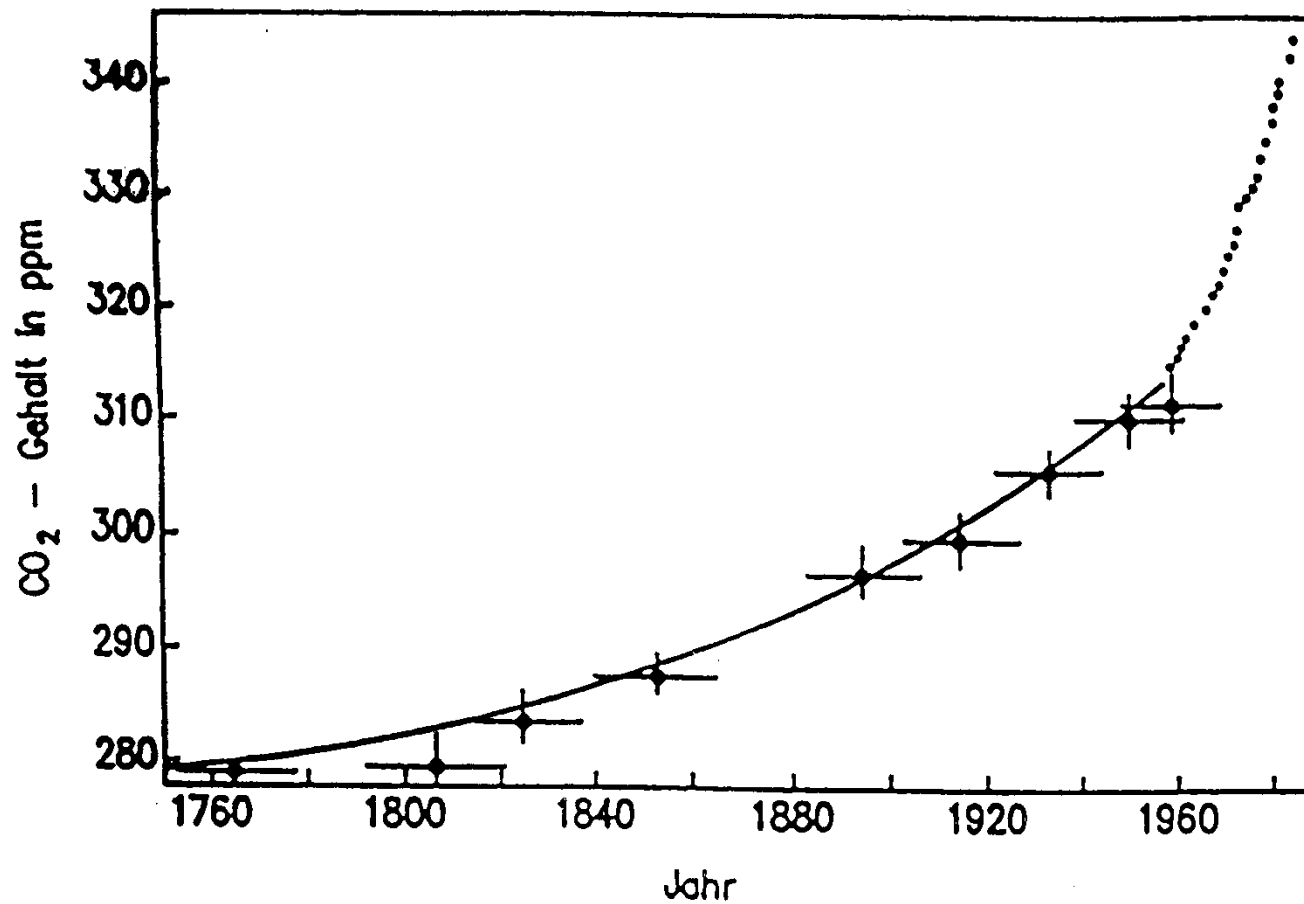
fest, flüssig, gasförmig
(gelöst, sorbiert, Mischung, chem. Verbindung,
Aerosol, Kolloid...)

Als Indikator für Umweltveränderungen z.B. durch landwirtschaftliche und industrielle Produktion, Schadstoffgehalte in Umweltkompartimenten bestimmen und vergleichen.

Bleigehalt von arktischem Eis aus verschiedenen Tiefen (= unterschiedliches Alter)

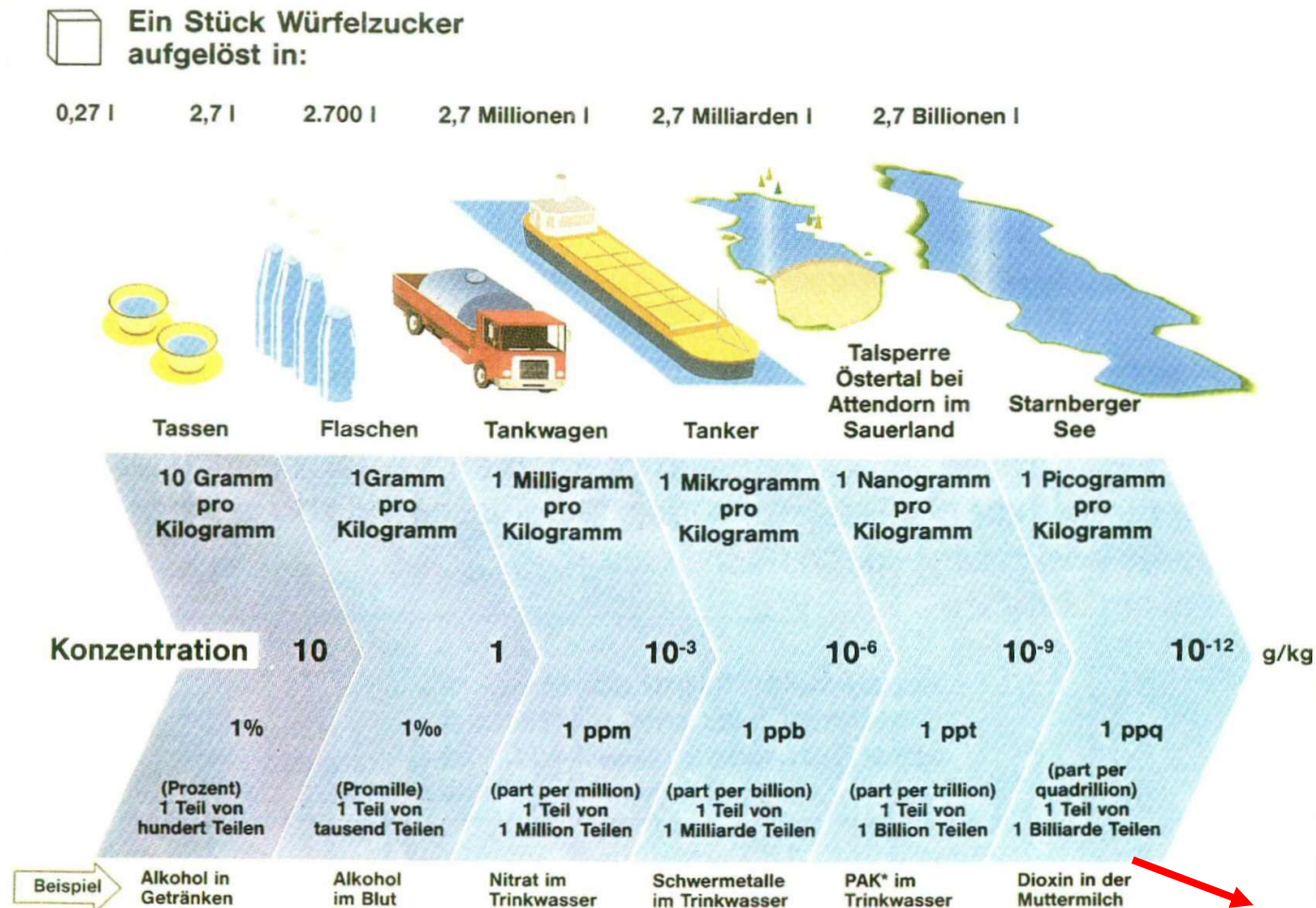


Anstieg des CO₂-Gehaltes der Erdatmosphäre

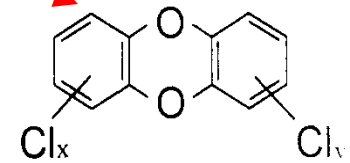


Umweltanalytik ist Spurenanalytik

(Niedrige Konzentration, dargestellt in Zahl und vergleichendem Bild)



* Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe



7.1 Messtechnische Schwerpunkte

Aufgaben der Umweltanalytik

- **einen Beitrag zur Schadstofferkenennung zu leisten**
- **Wirkung, Verteilung und den Kreislauf von Schadstoffen zu erkennen**
- **Ursache-Wirkungs-Beziehungen aufzuklären**
- **Umweltmonitoring zu befördern**
- **Grenzwerte von Schadstoffbelastungen zu definieren und dem Gesetzgeber vorzuschlagen**
- **Einhaltung von durch Gesetze und Verordnungen vorgegebene Grenzwerte zu kontrollieren**

Moderne Umweltanalytik

- Nachweis und Gehaltsbestimmung von Schadstoffen im niedrigstem Konzentrationsbereich
- Chemischen Zustand (Bindungsform) des Spezies (Schadstoffes) im Umweltkompartiment zu bestimmen

damit:

- Wirkungsursachen und Ausbreitungsmechanismen der Schadstoffe besser erkennen
- Interdisziplinäre Forschung
Zusammenwirken von Umweltanalytik
mit z.B. Umweltchemie, Technologie, Hydrologie, Geologie, Biologie, Mathematik

Umweltchemie/Umweltanalytik:

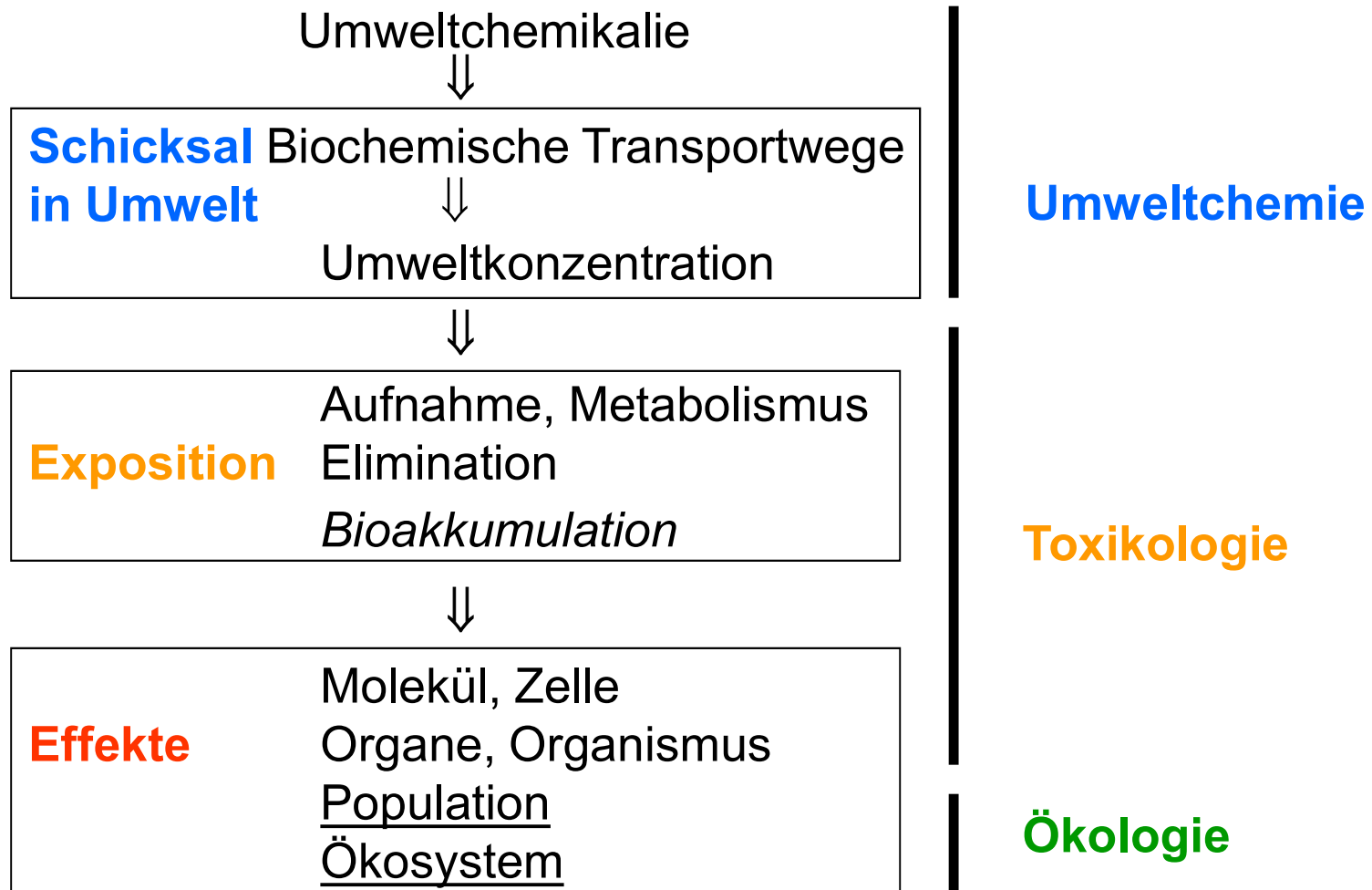
Relevante Prozesse auf molekularer Ebene erkennen und verstehen und auf das geochemische und biologische Umfeld - die Umwelt - übertragen !

Eine wichtige Aufgabe der Umweltanalytik ist es, Gefahren im Vorfeld (Trends) zu erkennen, diese aufzuzeigen und zu beurteilen.

Gefahrenbeurteilung:

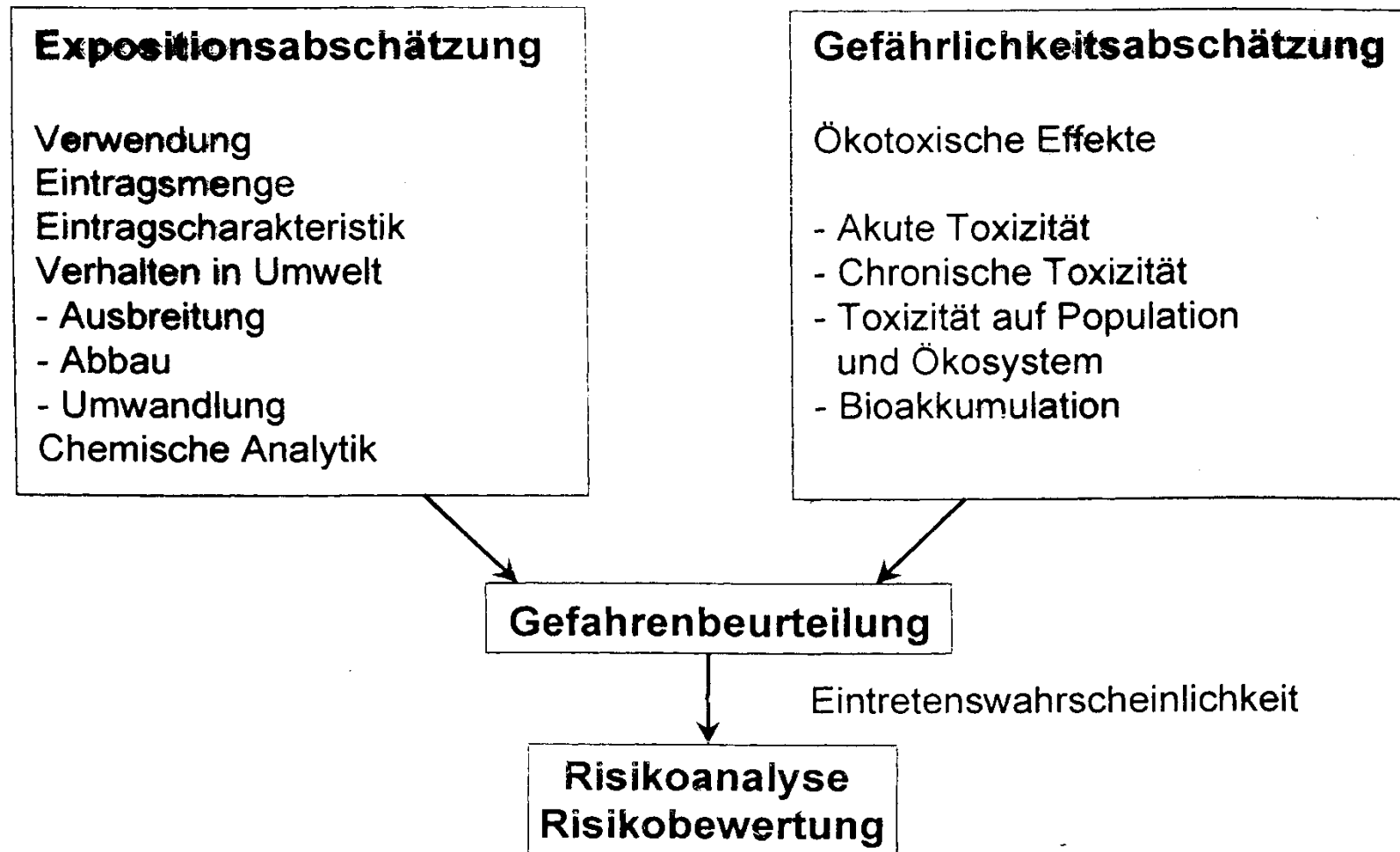
- **Gefahren durch Stoff (Umwelttoxizität) selbst**
- **chemischer Unfall**
- **Technischer Unfall bei Produktion**
- **Tankerunglück**
- **Umweltterrorismus**
- **Elektrische Felder**
- **Lärmbelastung**

Zusammenhang Stoffe und Umwelttoxikologie zur Gefahrenbeurteilung



Letztlich ist eine Risikoanalyse und Bewertung notwendig. An der Anzahl der bekannten chemischen Stoffen Gemessen, sind große Defizite in der Datenlage zu konstatieren.

Gefahrenbeurteilung eines Stoffes



Durch eine Umweltprobendatenbank können auch ältere Proben im Nachhinein mit modernsten Analysenverfahren nachuntersucht werden. Damit werden methodische Unsicherheiten verringert.

Umweltprobenbank

- Umweltarchiv -

- Klar strukturierte und untereinander vernetzte Informationen in einheitlichem Format
- Überblick zu den untersuchten Probenarten, den Probenahme-Kompartimenten und den analysierten Stoffen
- Erläuterung von Untersuchungsergebnissen an ausgewählten Analysenbeispielen, Datenrecherche
- Zeitnahe Aktualisierung von Datensätzen
- Möglichkeit der computergestützten Weiterverarbeitung der Daten
- Nutzerfreundliche Bedienung