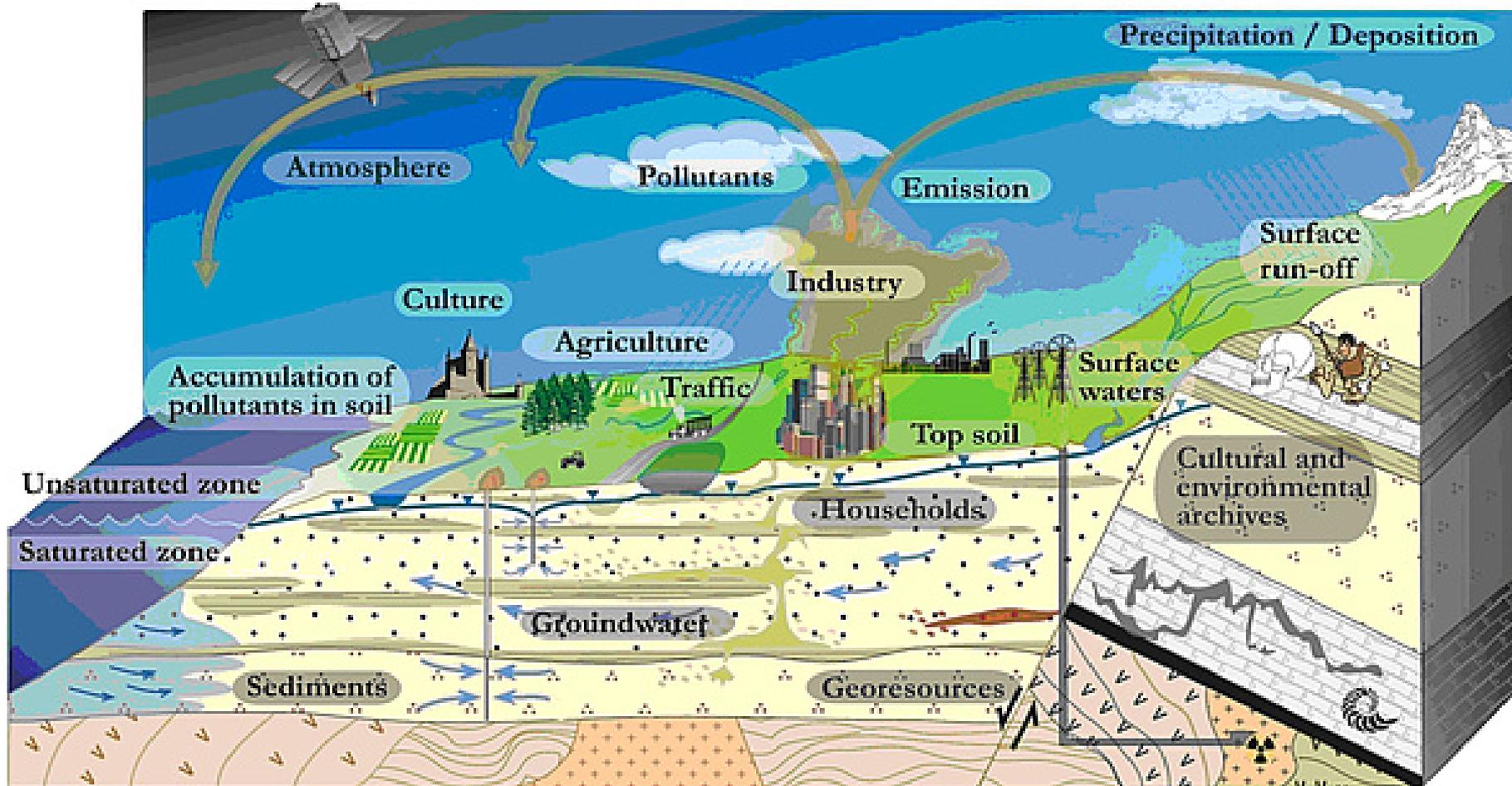


Umweltgeologie

Anthroposphäre Was ist das?



Hat das Anthropozän bereits begonnen?

Umweltgeologie

Literatur

2015



Hilberg, S. (2015) Umweltgeologie, Springer, 245 pp.

Umweltgeologie

Literatur

- 1. Andrews et al. (2003) An introduction of environmental chemistry, Wiley, New York, 320 pp.**
 2. Wright, J. (2003) Environmental Chemistry. Routledge
Introductions to Environment: Environmental
Science, 419 pp.
-

Vulkanausbruch:

Merapi/Indonesien und anderswo



<http://www.stern.de/panorama/vulkan-merapi-speit-weiter-gluehende-lava-schaedliche-metalle-und-fruchtbarer-boden-1619765.html>

Erscheinungsdatum: 2. November 2010, 10:16 Uhr

Vulkan Merapi speit weiter:

Glühende Lava, schädliche Metalle und fruchtbarer Boden

Der Merapi scheint alles in seiner Umgebung zu zerstören. Doch die tödliche Aschewolke des indonesischen Vulkans bedeutet auch Leben. Ein Experte erklärt, warum.



Home > News > Vulkan Merapi behindert mit Aschewolken den Flugverkehr



Vulkan Merapi behindert mit Aschewolken den Flugverkehr

INDONESIEN

Vulkan Merapi behindert mit Aschewolken den Flugverkehr

Merapi (Indonesien) – Aschewolken über dem Vulkan Merapi in Indonesien. Fluggesellschaften geraten, nicht mehr über ihn hinweg zu fliegen. Da werden die Aschemonster von Island wach. Und auch das könnte in Kürze sein.

Eyjafjalla 29.04.2010



Mysterium von Schmalkalden ist 40 Meter breit und 20 Meter tief

Der Rand des Kraters mitten in einem Wohngebiet im thüringischen Schmalkalden ist über Nacht unverändert geblieben.

Riesiges Loch in einem Wohngebiet



Ausnahmезustand in der Walter-Rathenau-Straße in Schmalkalden....

Von Bernd Fischaleck

Die Lage sei derzeit stabil, sagte der Wehrführer der Freiwilligen Feuerwehr Schmalkalden, Lothar Röder, am Dienstag. Nach dem Erdbeben am Montagmorgen war im Laufe des Tages vom Kraterstand zunächst immer wieder Erde nachgerutscht. Offiziell zufolge misst das Erdloch 40 mal 40 Meter und ist rund 20 Meter tief.

Schmalkalden 2.11.2010

„Erdfälle“ in Deutschland



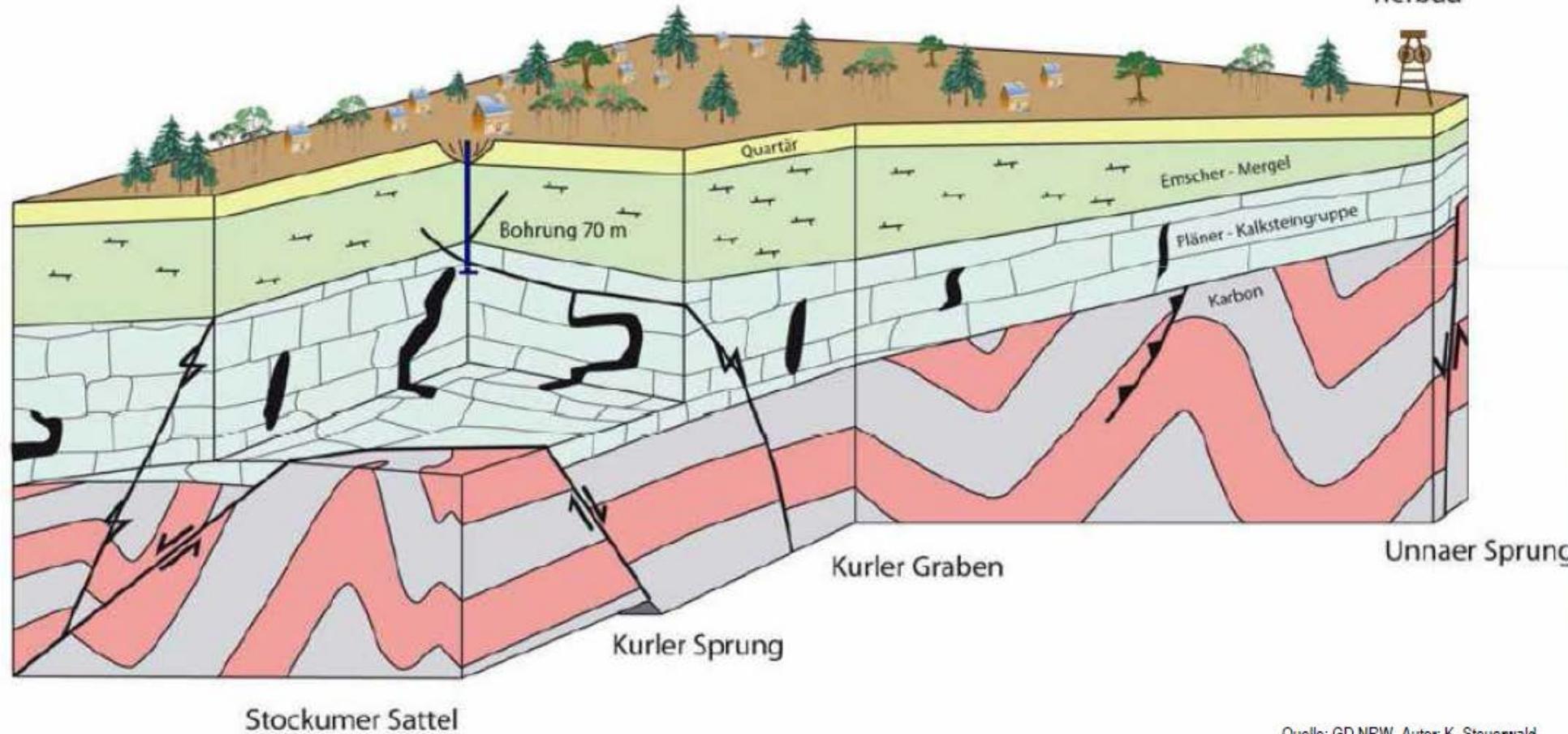
Köln Stadtarchiv März 2009

1) Erdwärmebohrung 2009: Wohnhaus in Kamen erneut evakuiert



Kamen -
Wasserkurl

Massener
Tiefbau



Quelle: GD NRW, Autor: K. Steuerwald

Ursache des Einsturzes: Erdwärmebohrungen vergrößerten bereits vorhandene Risse im Felsgestein

2) Staufen- Geothermiebohrung 2007



- 7 Bohrungen (oberflächennahe Geothermie für Rathaus) mit 140m Tiefe durch Gips- und Anhydrit-führende Keuperschicht (61m- 99m über GOK)
- 4 GW-Stockwerke:
2 gespannte GWL, 2 artesisch gespannte GWL (Druckhöhe 2m über GOK)
- Hydraulischer Kontakt zwischen gespanntem GWL und Anhydrit (Verrohrung nur im oberen Teil der Bohrung)
- Anhydrit + Wasser → Gips , Volumenzunahme bis 61%, Druck 5-10 MPa
- Wenige Wochen später: Risse in den Bohrlöchern nahestehenden Gebäuden
- Bis Jan 2010: Hebungsraten von bis zu 1cm/Monat → 256 Gebäude beschädigt



Umweltgeologie – Querschnittsfach

Ingenieurgeologe:

Raumplanung: Bauplätze – sicher vor Massenbewegungen und Überflutungen?

Trassenführung – welche Sicherungsmaßnahmen sind erforderlich?

Rohstoffgeologe:

Rohstoffe – wo finde ich sie? Abbau wirtschaftlich? Wieviel Reserven gibt es?

Hydrogeologe:

Wasserversorgung: Ist die Wasserversorgung (und Entsorgung) gewährleistet? Ist eine schadlose Entwässerung versiegelter Flächen möglich?

Umweltgeologie

Umweltgeologe: *untersucht die Auswirkung der menschlichen Aktivitäten auf die Umwelt*

Welche Schadstoffe werden bei Produktionsprozessen mobilisiert oder werden über Regenwasser in den Untergrund eingeleitet?

Welche Kontaminationen entstehen bei Rohstoffgewinnung?

Welche Gefahren gehen von Altablagerungen aus?
Sind Sanierungsmaßnahmen erforderlich?

Umweltgeologie – Themenbereiche

Rohstoffe (Bergbau, Berbaufolgelandschaften):

der Mensch als geologischer Faktor, der seit der späten Steinzeit grabend, schürfend und gestaltend in die Erde eingriff

Wasser (ebenfalls ein Rohstoff):

Beschaffenheit & Schutz, Erkundung, Ressourcenmanagement, Umweltmonitoring, Geothermie, Mineralwasser & Heilquellen, CO₂-Einlagerung

Abfallmanagement & Altlasten:

Erkennen und Bewerten von Altlasten; Deponierung von Abfällen; Sanierung & Dekontamination

Geologische Risiken:

Erdbeben, Hochwasser, aber auch Bodenhebung durch quellende Mineralien oder Erdenbrüche – viele dieser Problematiken sind ja in jüngster Zeit akut geworden.

Energieversorgung:

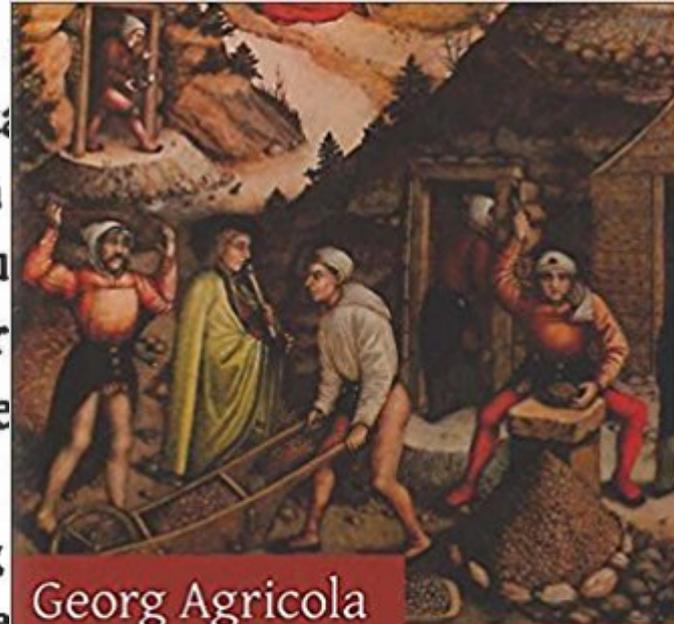
Erneuerbare Energien (Wasserkraft, Geothermie, Photovoltaik)



Der Mensch als geologischer Faktor

Agricola über den mittelalterlichen Erzabbau in De Re Metallica:

"Durch das Schürfen nach Erz werden
werden umgehauen, denn man bedarf zu
sowie um die Erze zu schmelzen. Durch
werden die Vögel und andere Tiere auf
Menschen ... als Speise dienen. Die Er
Waschen aber werden, weil es die Bäche
weder aus ihnen vertrieben oder getötet.
den Landschaften infolge der Verwüstung
und Flüsse in große Verlegenheit kommen
Leben brauchen sich verschaffen sollen,
Holz größere Kosten zum Bau ihrer Häuser
aller Augen klar, daß bei dem Schürfen
Erzen, die durch den Bergbau gewonnen
Agricola 1556)³



Georg Agricola

DE RE METALLICA
LIBRI XII

Zwölf Bücher vom
Berg- und Hüttenwesen

marixverlag

älnder ...
äude ...,
... aber
viele den
ch dieses
sche ent-
betreffen-
Bäche
ie zum
gels an
es vor
in den
georgius

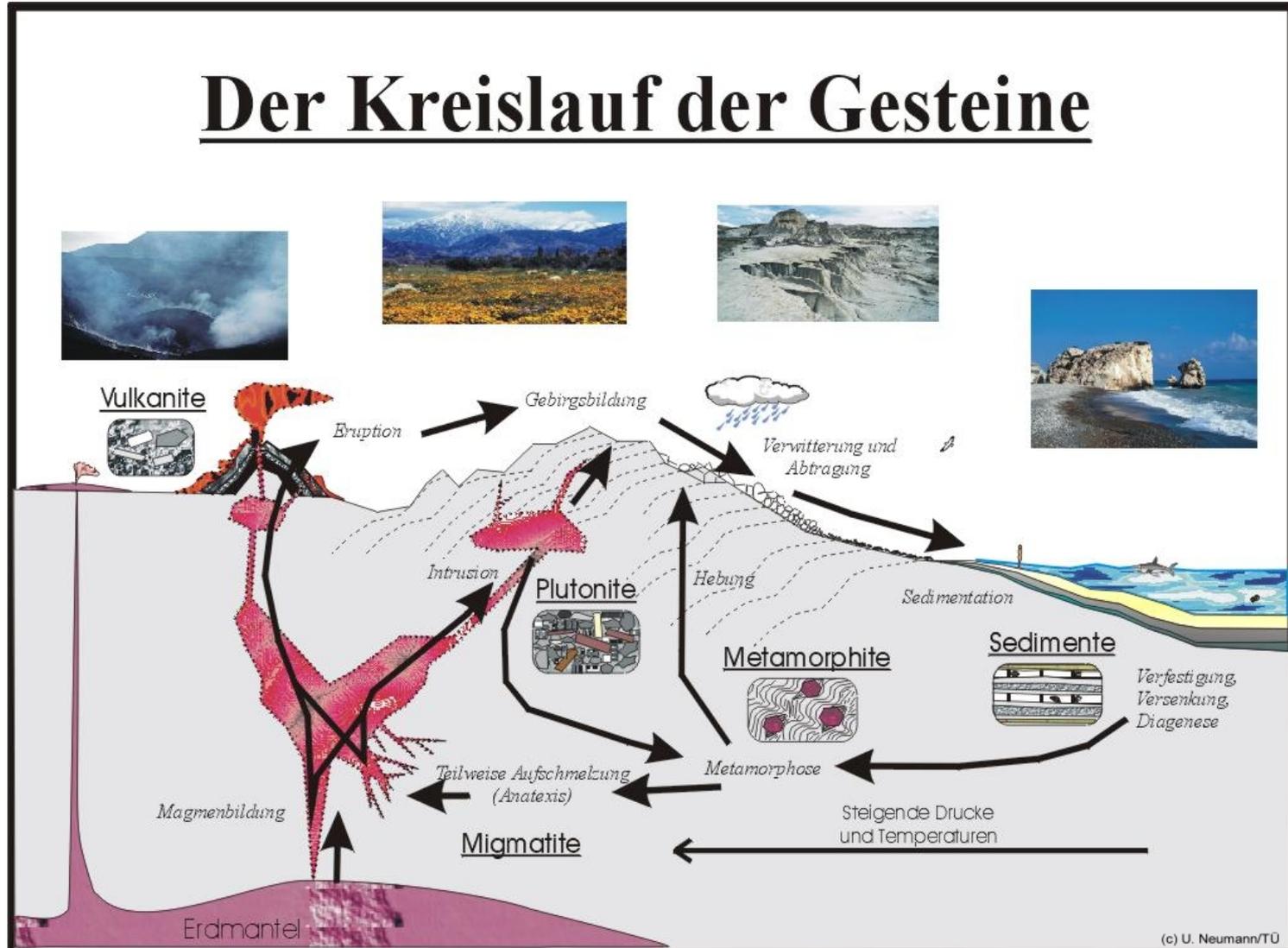
Der Mensch als geologischer Faktor

*"... Viel zu wenig scheint mir dagegen die Rolle des Menschen im Bilde der von der Geologie erforschten Vorgänge behandelt worden zu sein. Auch diese Wissenschaft wird sich der Fragestellung nicht entziehen dürfen: Welche Rolle spielt der Mensch im Ablauf der geologischen Vorgänge? ... Es scheint, daß die einst von Lyell geäußerte Ansicht, daß **der Mensch als geologischer Faktor** nicht in Betracht komme, auch heute noch die herrschende ist. ..."*

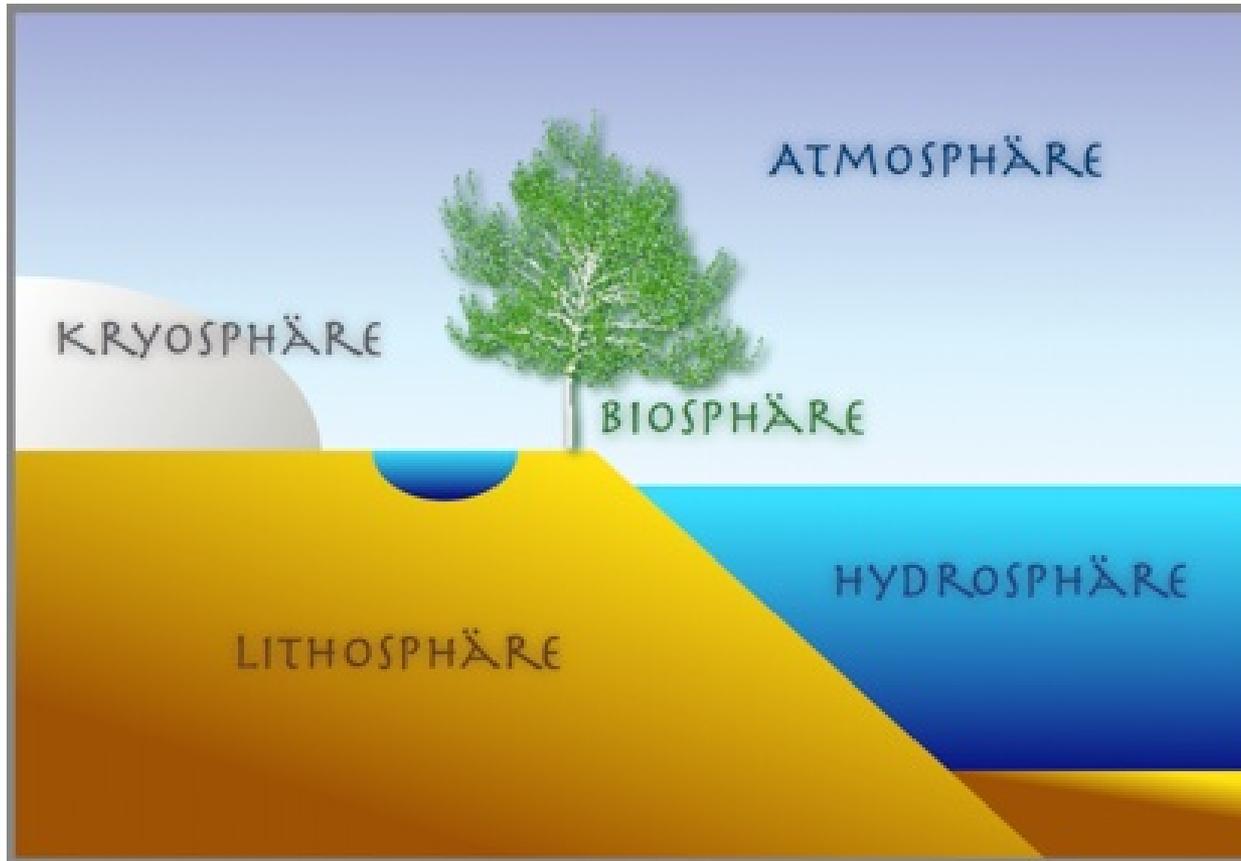
Ernst Fischer (1916): **Der Mensch als geologischer Faktor**
Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 67. Band: 106-148

Kreislaufkonzept

Der Kreislauf der Gesteine



Systemkonzept



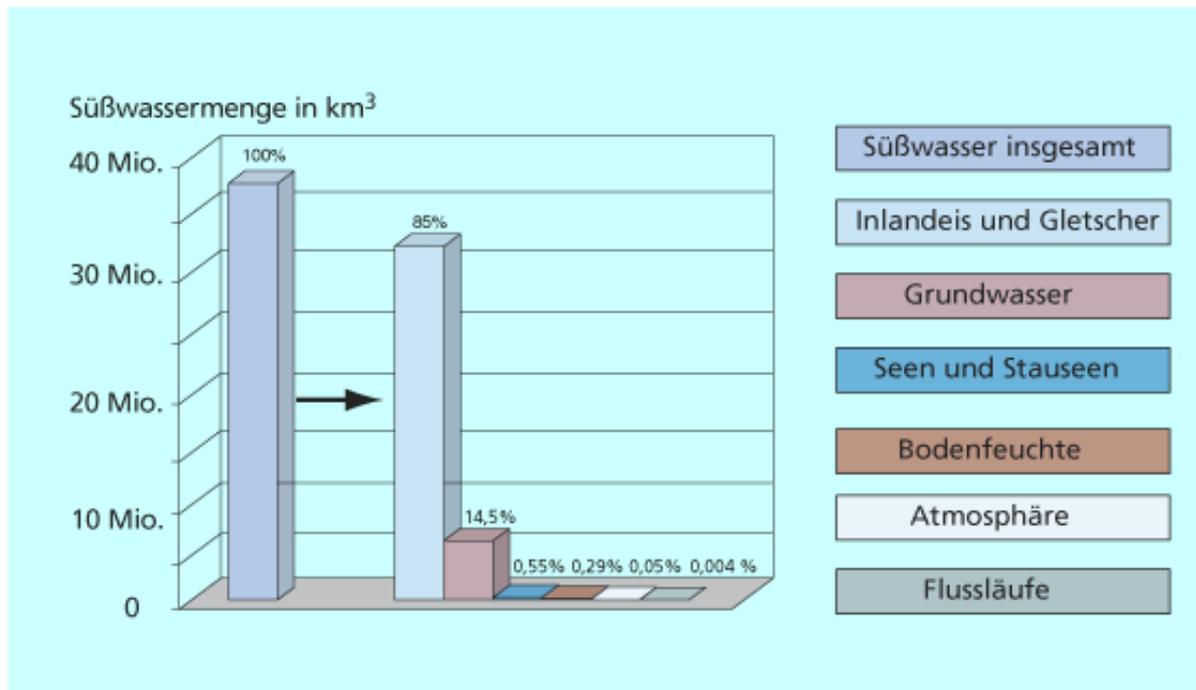
- Isoliertes System
- Geschlossenes System
- Offenes System

Erde = geschlossenes System → die verfügbaren Ressourcen sind begrenzt.
Sie unterliegen Umwandlungs- und Transportprozessen

System

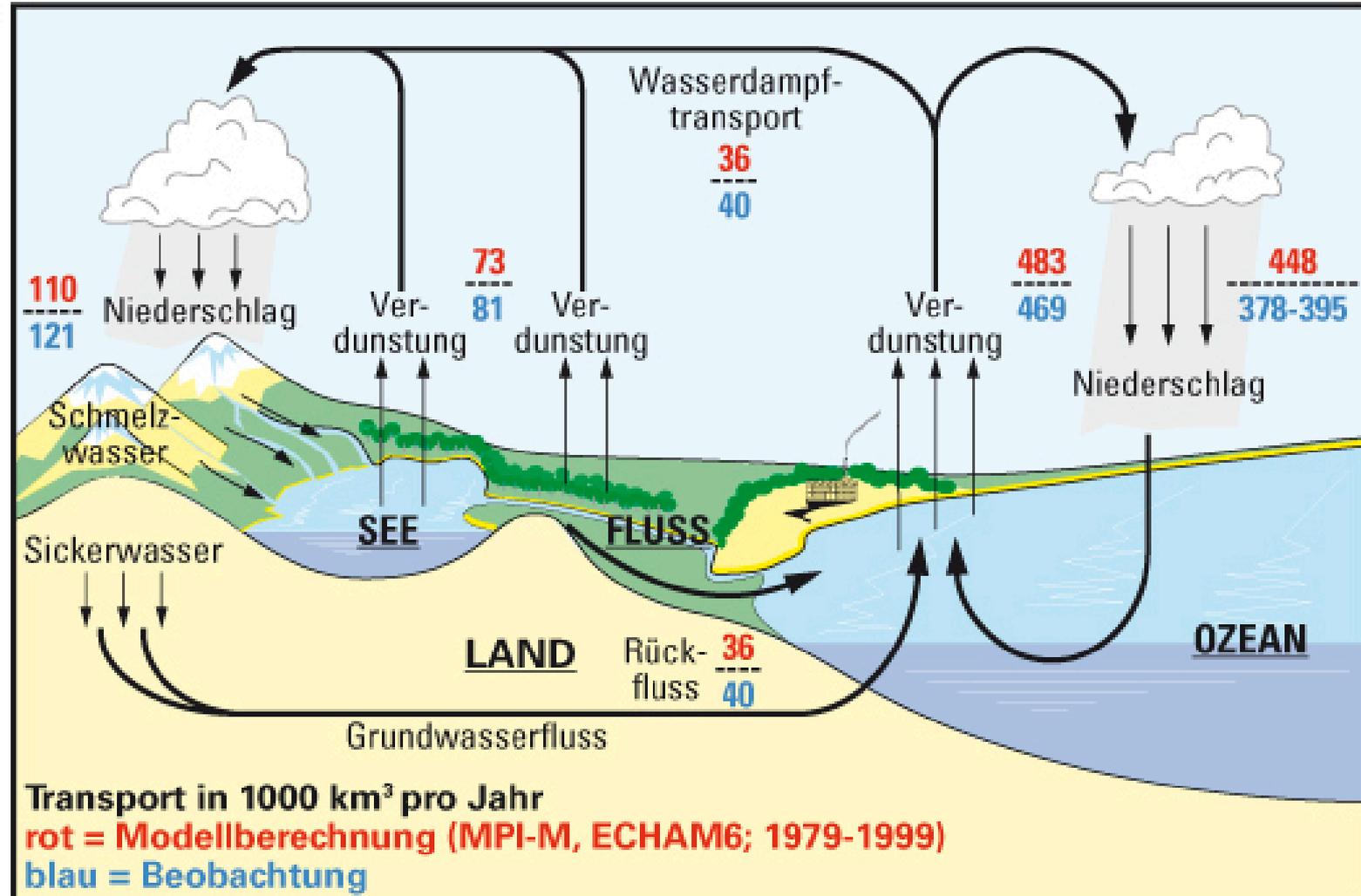
Beispiel Hydrosphäre

Meerwasser - Süßwasser



Wasserkreislauf

Globaler Wasserkreislauf



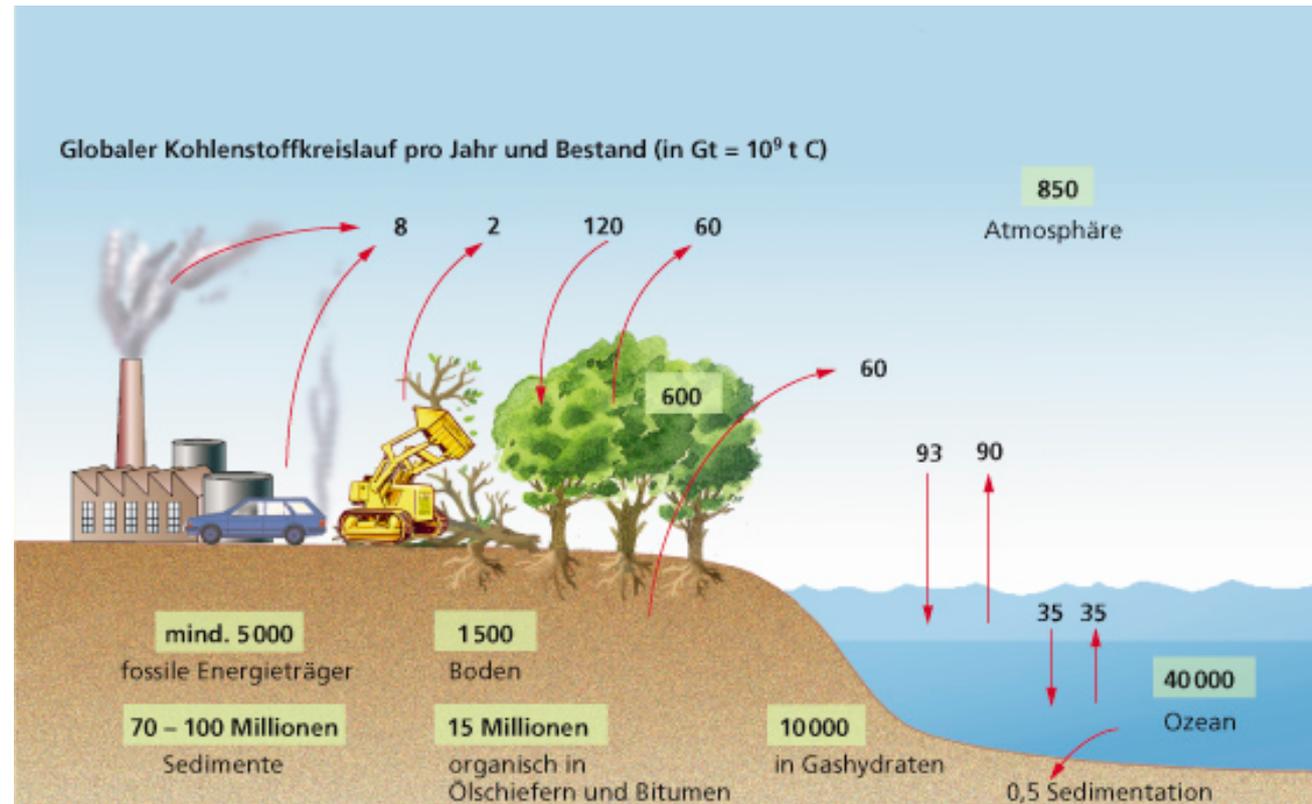
Spezielle Stoffkreisläufe

- Kohlenstoffkreislauf
 - langfristiger Kohlenstoffkreislauf*
 - kurzfristiger Kohlenstoffkreislauf*
- Stickstoffkreislauf
- Schwefelkreislauf
- Rein anthropogen bedingte Kreisläufe

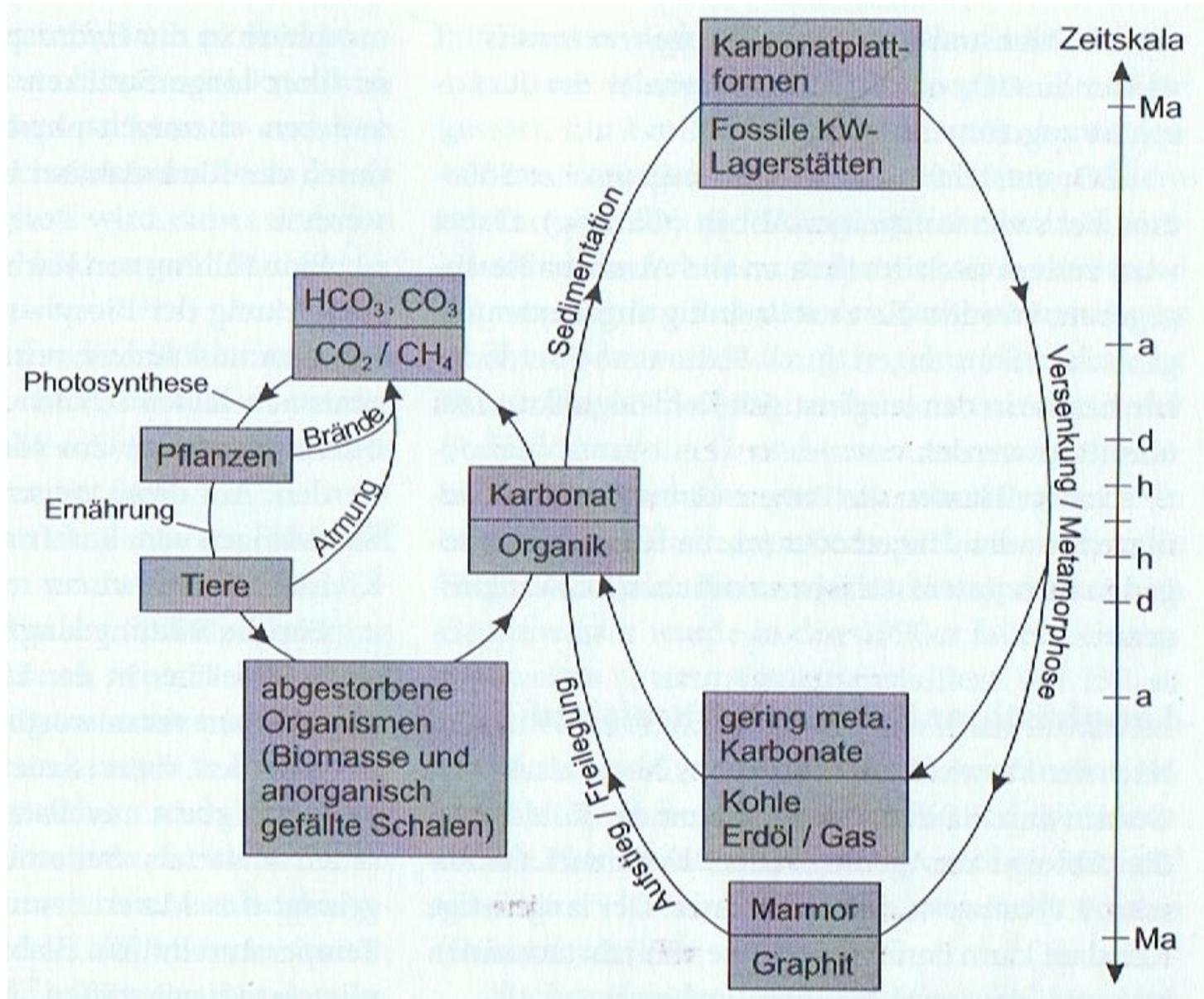
Kohlenstoffkreislauf

Ozeane

- enthalten viel mehr Kohlenstoff als die Atmosphäre
- tauschen CO_2 mit der Atmosphäre aus und nehmen auch einen Teil des CO_2 auf, welches anthropogen erzeugt wird
- fungieren als Senke im globalen Kohlenstoffkreislauf



Kohlenstoffkreislauf

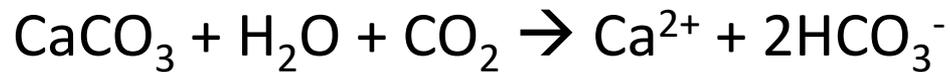


Stoffkreisläufe

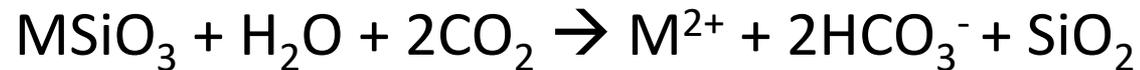
- Kohlenstoffkreislauf

langfristiger Kohlenstoffkreislauf

Kalzitlösung:



Silikatlösung:



Stoffkreisläufe

- Kohlenstoffkreislauf

kurzfristiger Kohlenstoffkreislauf

Übergangsbereich Atmosphäre/Hydrosphäre



Photosynthese:



Übung: CO₂ Kreislauf

Der durchschnittliche Benzinverbrauch eines Autos sei 5L pro 100km.

Frage 1) Wieviel g CO₂ emittiert dieses Auto pro Kilometer?

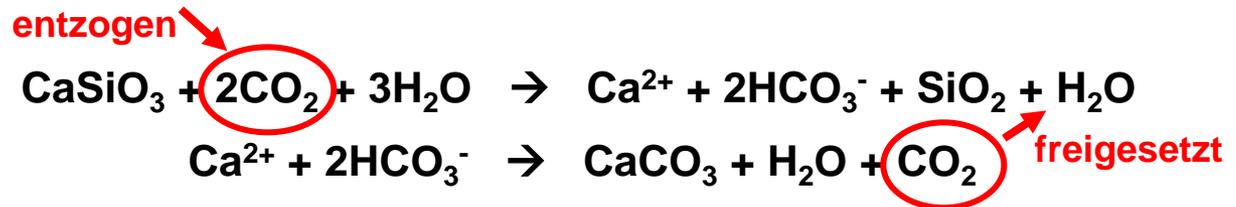
Mol-Masse Benzin C₇H₁₆ = (7 x 12 g/mol + 16 x 1 g/mol) = 100 g/mol

Mol-Masse CO₂ = (1 x 12 g/mol + 2 x 16 g/mol) = 44 g/mol



Das Verbrennen von 1 kg Benzin entspricht ungefähr einem Liter

Frage 2) Wieviel g CaSiO₃ muss verwittert werden (pro gefahrener Kilometer), damit dieses CO₂ der Atmosphäre wieder entzogen wird?



Mol-Masse CaSiO₃ = (1 x 40 g/mol + 1 x 28 g/mol + 3 x 16 g/mol) = 116 g/mol

Stickstoffkreislauf

Oxidationsstufen:

-III bis +V

Prozesse:

Stickstofffixierung
(Umwandlung von N_2)

Ammonifikation

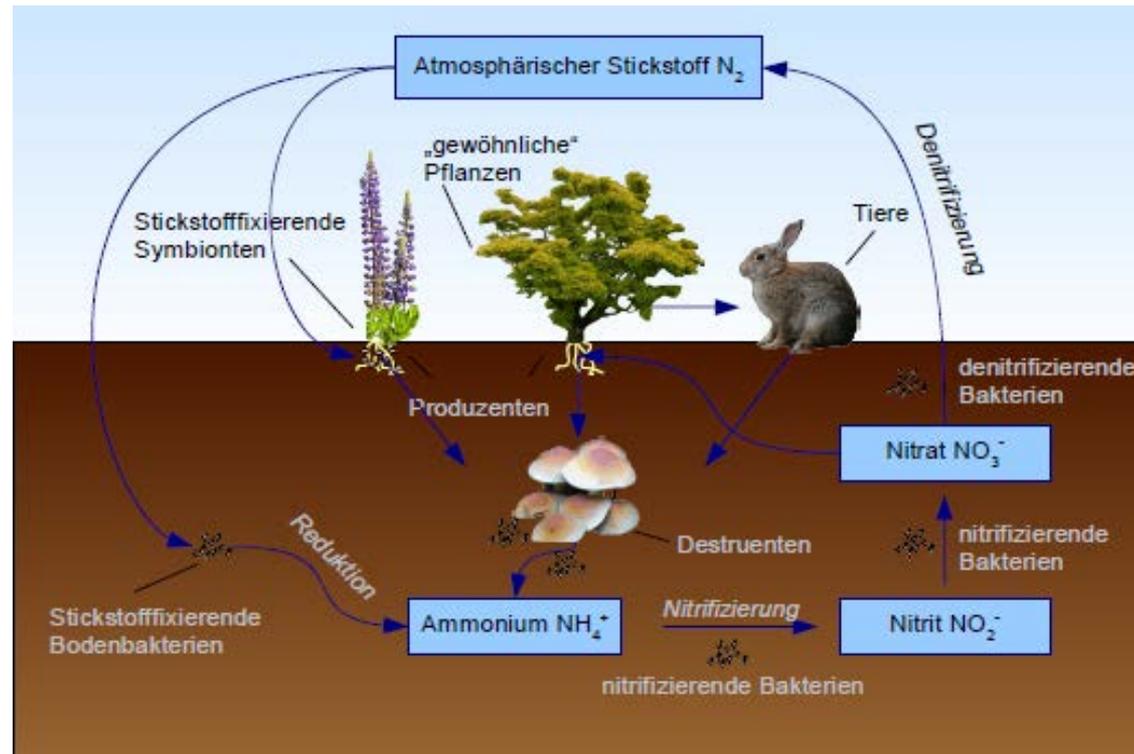
NH_3, NH_4^+

Nitrifizierung

$NH_4^+ \rightarrow NO_2^-, NO_3^-$

Denitrifizierung

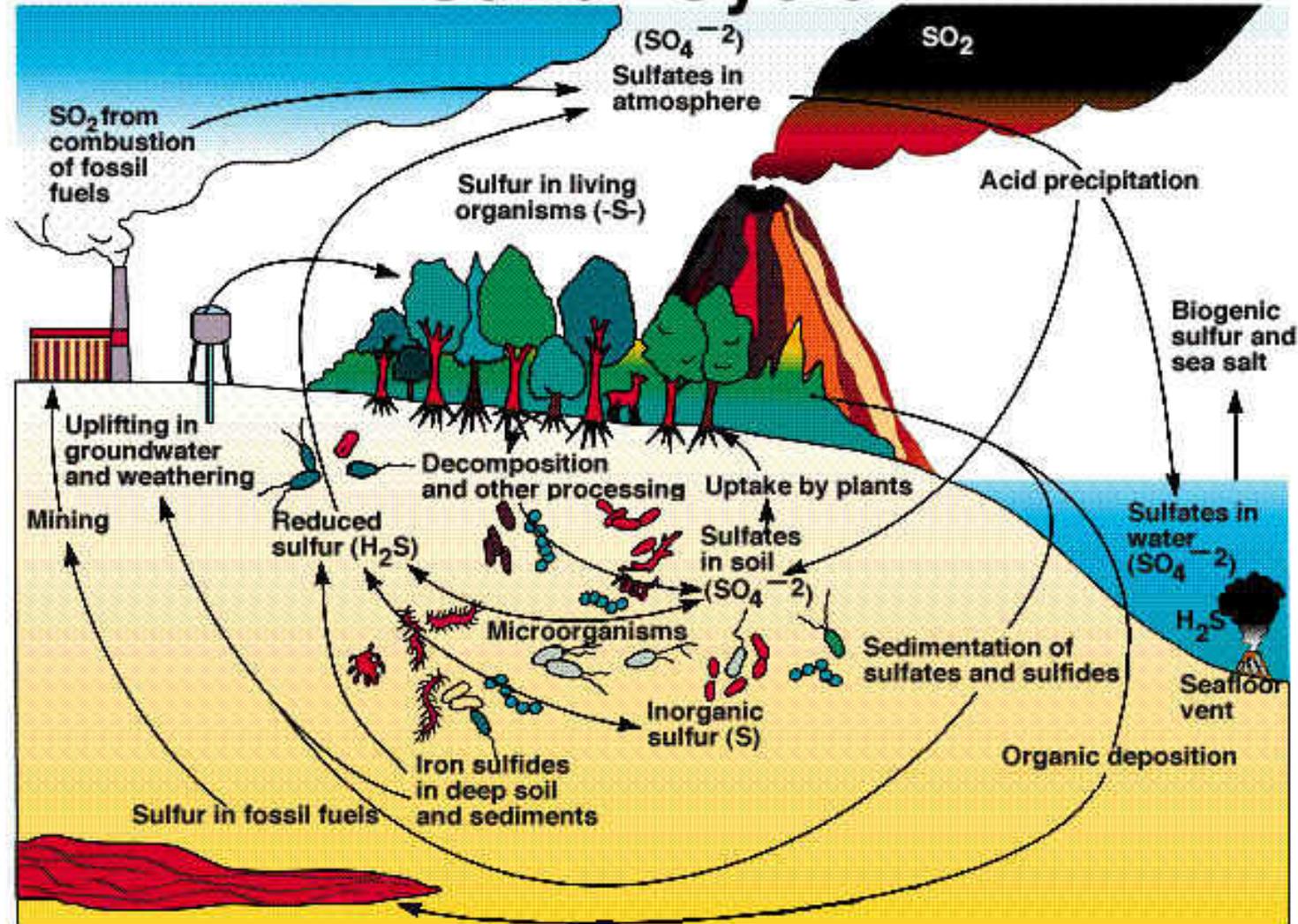
$NO_x \rightarrow N$



Schwefelkreislauf

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Sulfur Cycle



Oxidationsstufen:
-II bis +VI

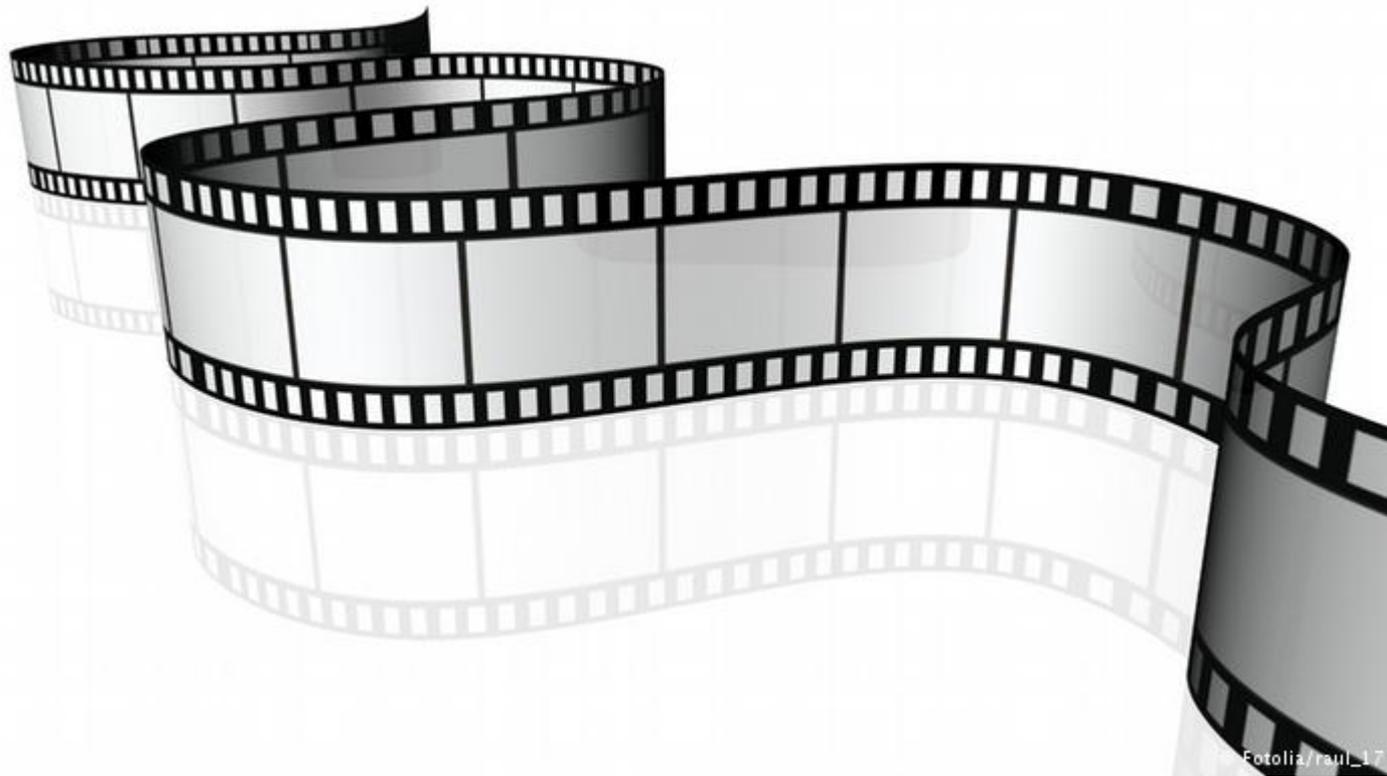
Vorkommen:

elementar (S^0)

Schwefelwasserstoff (H_2S) (S^{2-})

Sulfide z.B. FeS_2 (S^{2-})

Anthropogene Kreisläufe



Verbreitungspfade: Atmosphäre, Pedosphäre, **Hydrosphäre** und durch Nahrungskette zurück zum Menschen

Anthropogene Kreisläufe

Great Pacific Garbage Patch





HOW LONG UNTIL IT'S GONE?

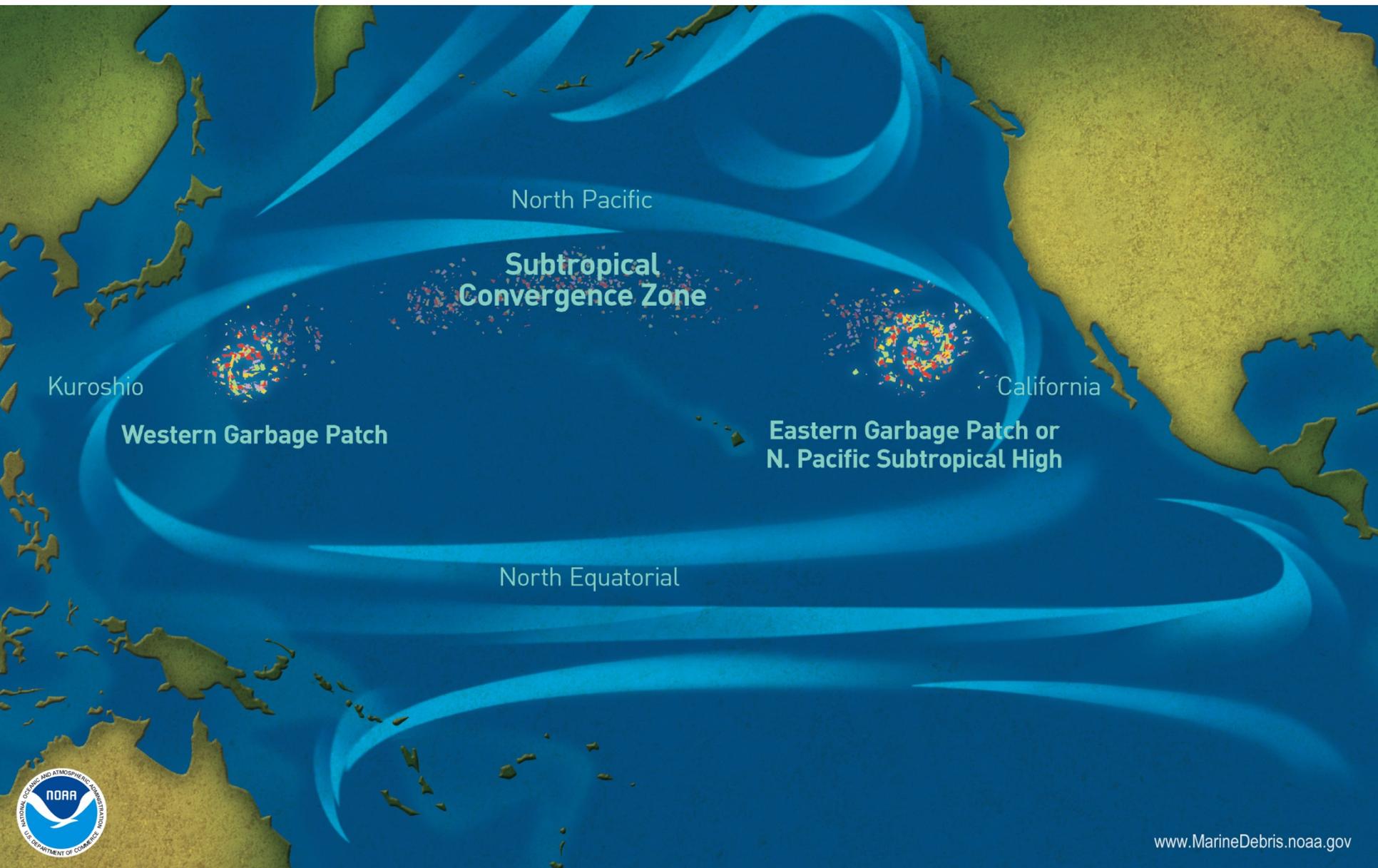
Estimated decomposition rates of common marine debris items



Estimated individual item timelines depend on product composition and environmental conditions.

Source: NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), US / Woods Hole Sea Grant, US
Graphics: Oliver Lude / Museum für Gestaltung Zürich, ZHOK

North Pacific garbage patch

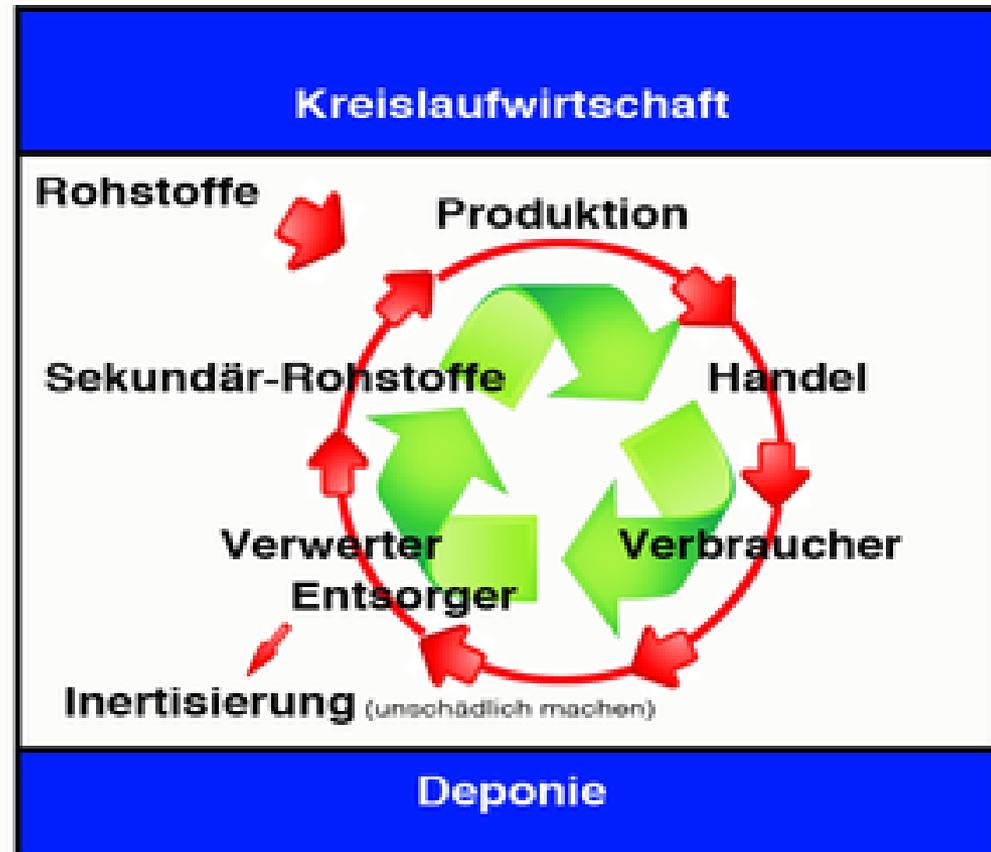
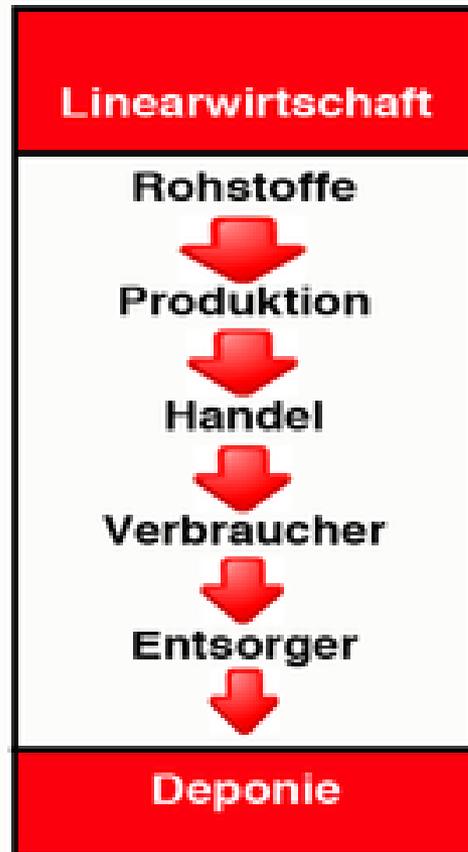


Stoffkreisläufe unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit



„SO LEBEN WIR, SO LEBEN WIR, SO LEBEN WIR ALLE TAGE...“

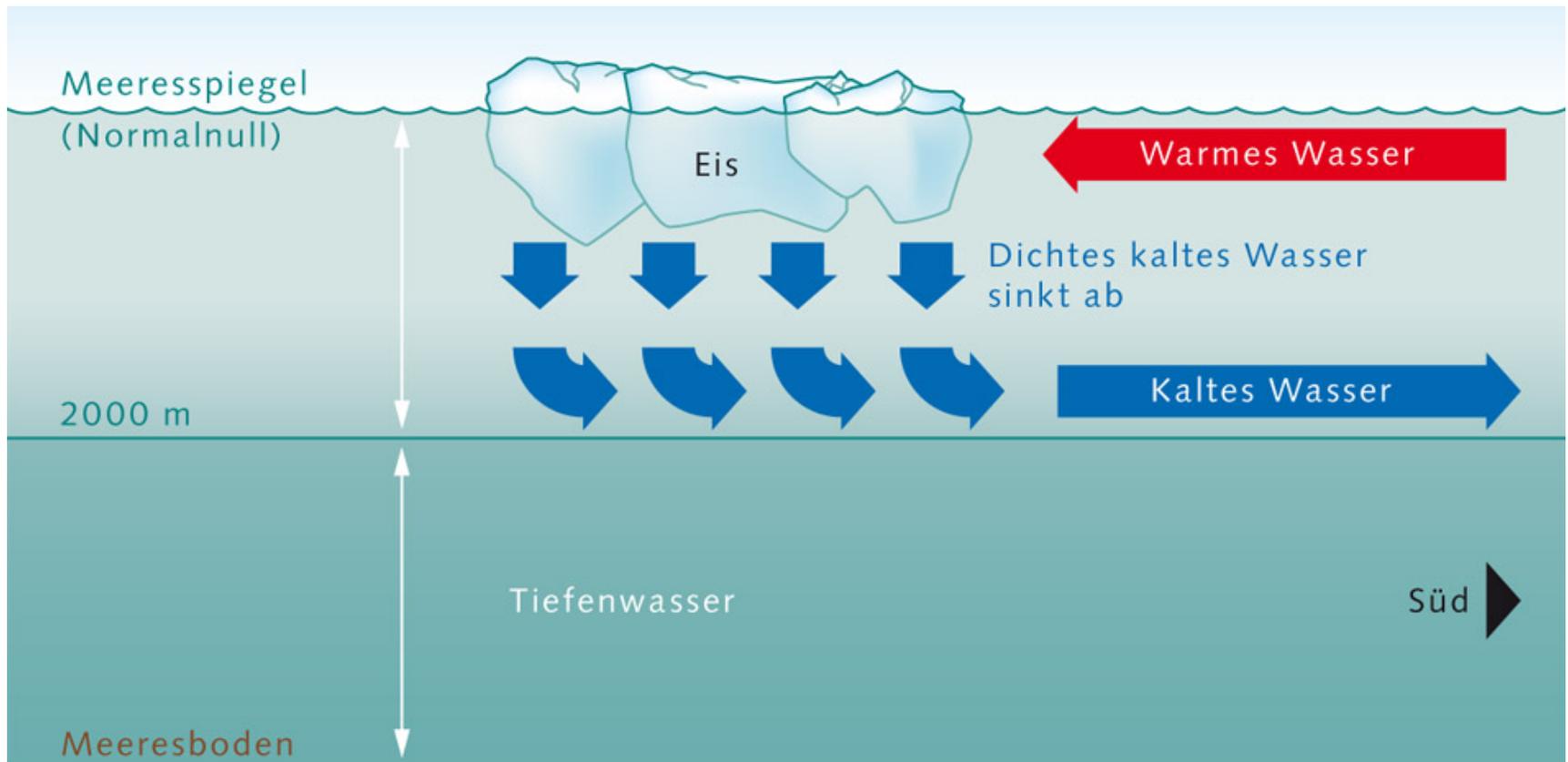
Stoffkreisläufe unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit



Stofftransport

Die wichtigsten Transport- bzw. Umwandlungsmechanismen eines (Schad)-Stoffes in einem porösen Medium sind:

Konvektion: durch Potentialdifferenzen (Druck, Temperatur, Dichte, Gravitation) angetriebene Bewegung



Stofftransport

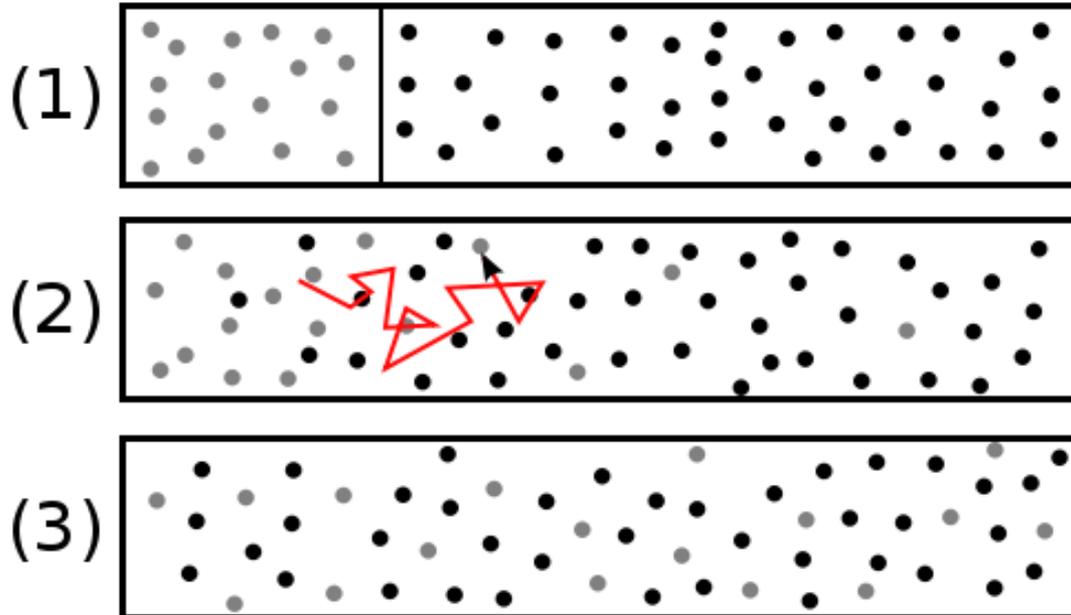
Advektion:

In der Hydrologie bezeichnet man als Advektion den Transport eines im Wasser gelösten bzw. suspendierten Stoffes mit der Strömung des Wassers, also mit dessen mittlerer Geschwindigkeit und Richtung (Bewegung mit Grundwasserströmung).

Stofftransport

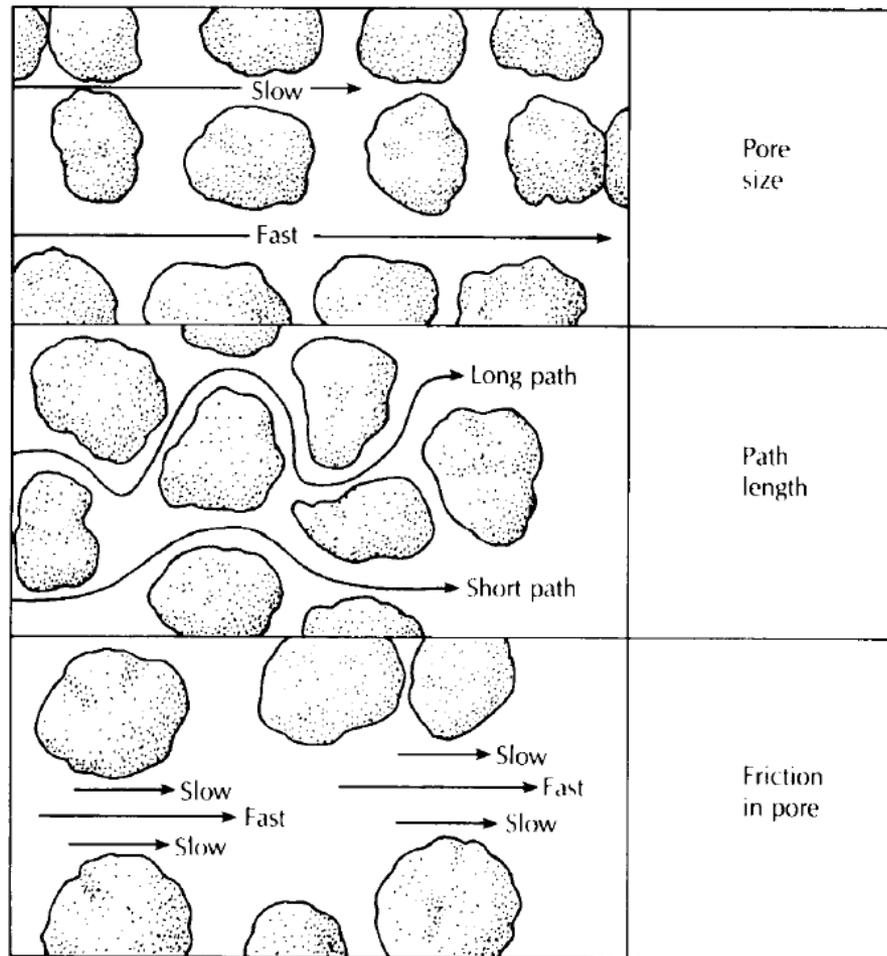
Diffusion:

Durchmischung zweier oder mehrere Stoffe –
Reduzierung oder Aufhebung von
Konzentrationsunterschieden



Stofftransport

Dispersion: bewirkt eine unregelmäßige Stoffausbreitung infolge unterschiedlicher Fließgeschwindigkeiten

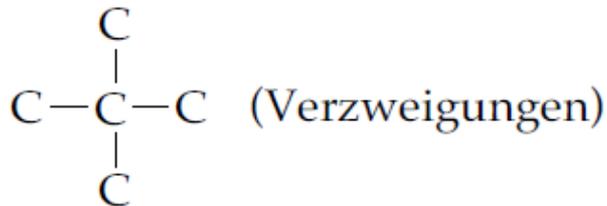
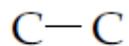
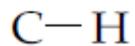


Stoffumwandlung

Aufenthaltszeit eines Stoffes in einem definierten Umweltbereich ist abhängig von **Reaktivität** oder **Persistenz**.
Hohe Persistenz bedeutet meist Akkumulation.

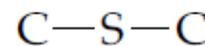
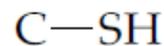
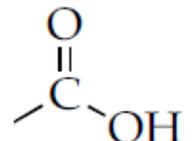
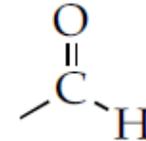
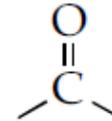
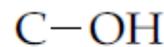
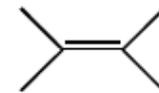
resistent

Halogen-KW
(allg. C-Hal)



leichter abbaubar (reaktiver)

ungesättigte KW



allg. reaktive funktionelle Gruppen
mit N,S,P,O

Schadstoffabbau

Biologische Abbau (bio-attenuation) reduziert die Masse der Schadstoffe - Eliminierung aus dem Umweltbereich.

Wichtigste Abbaureaktion: **Oxidation**

Mineralisierung: vollständiger Abbau zu CO_2 , H_2O und Zuwachs an Biomasse der beteiligten Organismen (biotische Umwandlung).

Die Bildung von CO_2 und H_2O ist eine Zeitfrage d.h. jeder organische Stoff ist abbaubar.

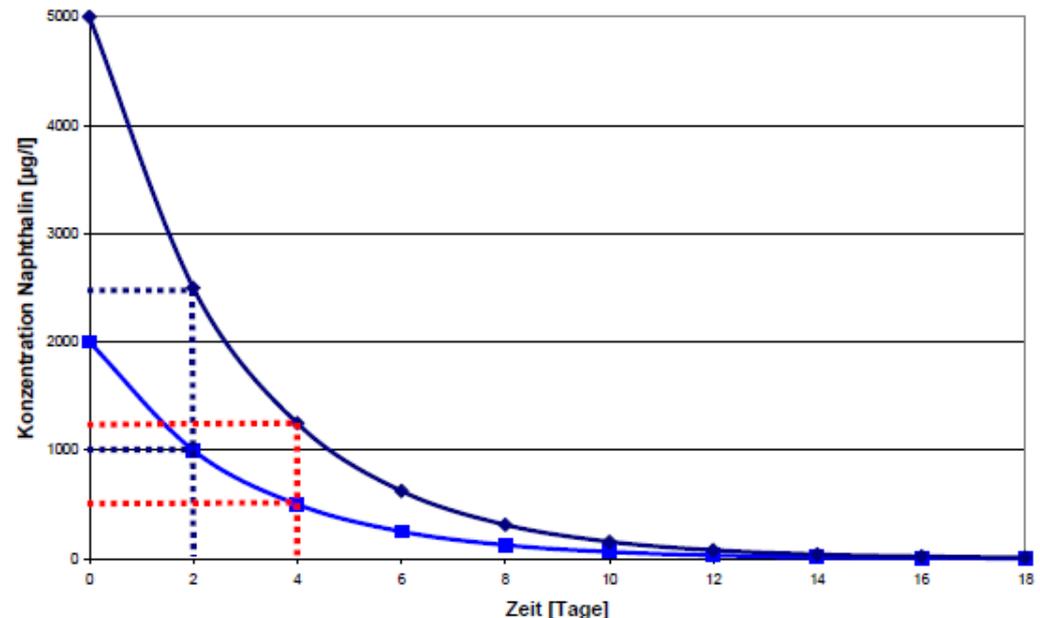
Chemisch-biologischer Abbau

Veränderungen durch chemische oder chemisch-biologische Abbauprozesse führen zu einem Abbau der Schadstoffe im Untergrund. Einfachster Ansatz ist die **Reaktion 1. Ordnung**, d.h. die Abbaurate λ ist proportional zur Konzentration

$$dC/dt = -\lambda \times C_0$$

(C = Konzentration, C_0 = Anfang

Die Bestimmung der Abbaukonstanten für Altlastensanierung hätte bekannt und von Fall zu Fall werden können sie nur auf diese Weise bestimmt werden.



Schadstoffe

Schadstoff: Stoff, der auf ein System, das man betrachtet, schädigend einwirkt.

Paracelsus: Alle Dinge sind Gift, und nichts ist ohne Gift; allein die dosis machts, daß ein Ding kein Gift sei

Schadstoffe durch Landwirtschaft
Pestizide (Herbizide, Insektizide, Fungzide)



Schadstoffe natürlichen Ursprungs
(Solanin in grünen Kartoffeln)



1. Anorganische Schadstoffe
2. Organische Schadstoffe

Anorganische Schadstoffe

Schwermetalle: Metall, dessen Dichte größer als 5 g/cm ist.

Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Mangan, Selen, Vanadium, Nickel, Platin, Quecksilber, Zink

Toxisch aber in geringen Mengen essentiell
Enthalten in Kohle oder Erdöl



Beispiel: Einsatz von **Quecksilber** beim Gold-Kleinbergbau (Garimpos)

Anorganische Schadstoffe

Arsen: (Halbmetall)



Arsen im Grundwasser

Anorganische Schadstoffe

Cyanide: Salze der Blausäure (HCN)

Beispiel: Cyanidlaugerei



Nach der Fällung (Reduktion) mit Zinkstaub scheidet sich Gold als Schlamm ab:



Lebensmittelindustrie: Eisencyanid-Komplexe als Lebensmittelzusatzstoff verwendet.
In Salzen (künstliche Rieselhilfe) zugelassen

„Giftiges Gold“ – Baia Mare (2000)

Dammbruch einer Golderz-Aufbereitungsanlage nach schweren Regenfällen
Mit Schwermetallen versetzte Natriumcyanidlauge überflutete das angrenzende Areal und gelangte in Theiß und Donau



Organische Schadstoffe

Chemische Verbindungen des Kohlenstoffs

chlorierte Kohlenwasserstoffe (CKW)

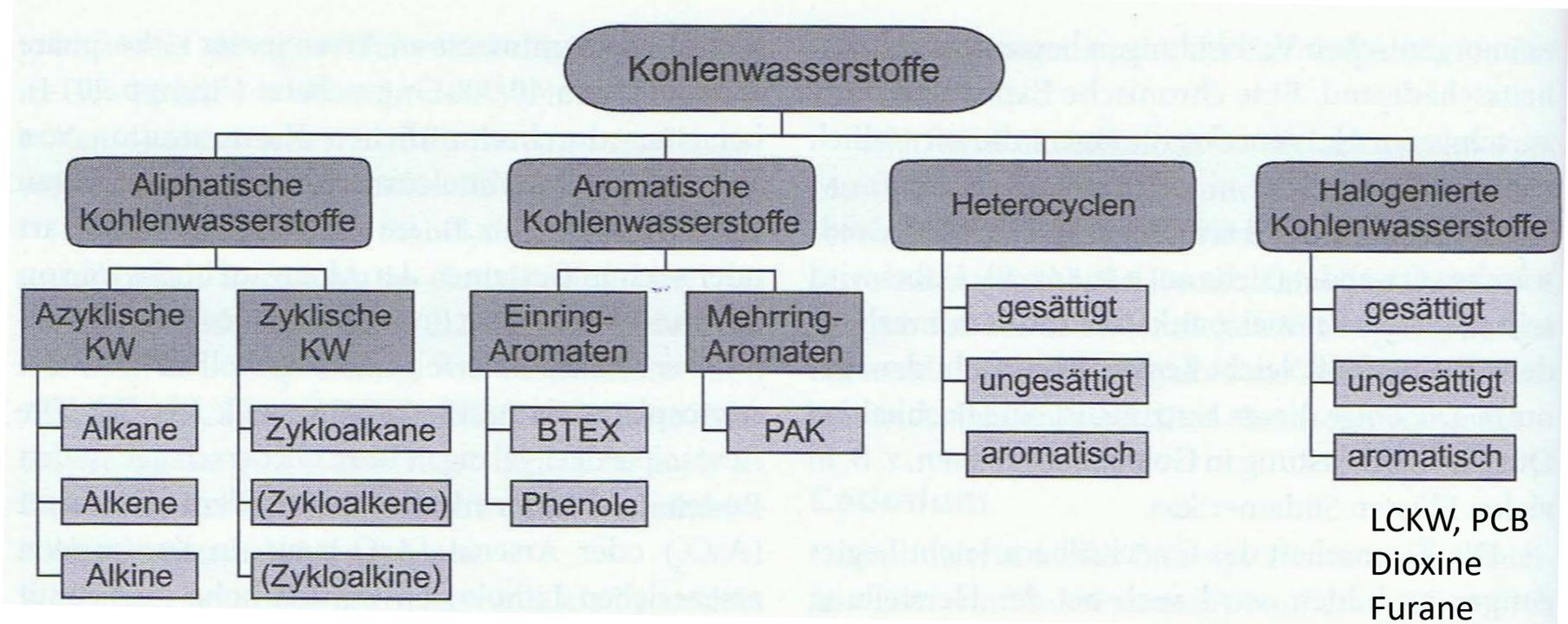
fluorierte Chlorkohlenwasserstoffe (FCKW)

polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

polychlorierte Biphenyle (PCB)

Dioxine und Furane

Pflanzenschutzmittel



Aliphatische KW: Moleküle mit einem oder mehreren offenen, kettenförmigen Kohlenwasserstoffresten. Bestehen ausschließlich aus Kohlenstoff und Wasserstoffatomen

Azyklische KW: in geraden oder verzweigten Ketten miteinander verbunden.

Zyklische KW: enthalten ringartige Bindungen.

Aromatische KW: Kohlenwasserstoffe mit Ringsystemen

Heterozyklen: enthalten im Ring andere Elemente neben C-Atomen

BTEX = Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylol

PAK = polyzyklische aromatische KW

LCKW = leichtflüchtige chlorierte KW, PCB = polychlorierte Biphenyle

Aliphatische Kohlenwasserstoffe (Alkane)

gesättigte Kohlenwasserstoffe mit C-C-Einfachbindungen

Name	Summenformel	Schmelzpunkt	Siedepunkt	Flammpunkt
<u>Methan</u>	CH ₄	-182 °C	-161 °C	
<u>Ethan</u>	C ₂ H ₆	-183 °C	-89 °C	-135 °C
<u>Propan</u>	C ₃ H ₈	-190 °C	-42 °C	-104 °C
<u>Butan</u>	C ₄ H ₁₀	-135 °C	-0,5 °C	-60 °C
<u>Pentan</u>	C ₅ H ₁₂	-130 °C	+36 °C	-49 °C
<u>Hexan</u>	C ₆ H ₁₄	-95 °C	+69 °C	-23 °C
<u>Heptan</u>	C ₇ H ₁₆	-91 °C	+98 °C	-4 °C
<u>Octan</u>	C ₈ H ₁₈	-57 °C	+126 °C	+12 °C
Nonan	C ₉ H ₂₀	-54 °C	+151 °C	+31 °C
Decan	C ₁₀ H ₂₂	-30 °C	+174 °C	+46 °C
Dodecan	C ₁₂ H ₂₆	-12 °C	+215 °C	+74 °C
Hexadecan	C ₁₆ H ₃₄	+18 °C	+287 °C	+135 °C
Heptadecan	C ₁₇ H ₃₆	+22 °C	+302 °C	+155 °C

Die ersten vier sind gasförmig, danach sind sie flüssig und werden bei langen Kettenlängen und steigender Molekülmasse zunehmend zähflüssig.

Aliphatische Kohlenwasserstoffe (Alkane)

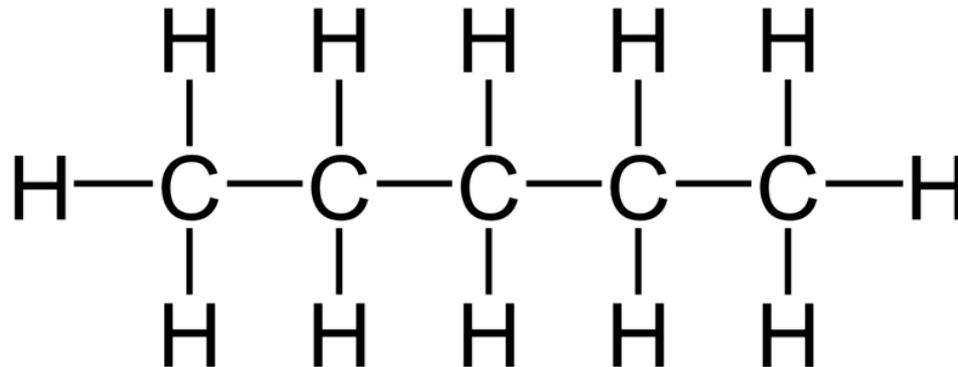
gesättigte Kohlenwasserstoffe mit C-C-Einfachbindungen

MKW (Mineralölkohlenwasserstoffe)

Eingesetzt im Heizöl, Benzin und Diesel und in der Metallverarbeitung

Geringe Mengen reichen aus, um das Trinkwasser geschmacklich zu beeinflussen

Beispiel: Pentan C_5H_{12}



Marine Ölteppiche

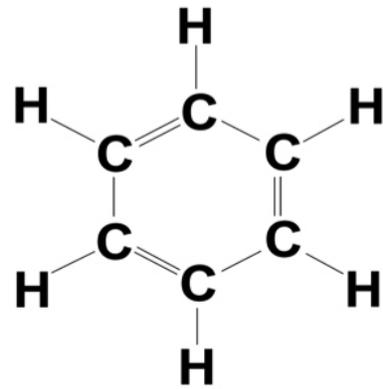


Aromatische Kohlenwasserstoffe

Zyklische KW Verbindungen mit C-Doppelbindungen

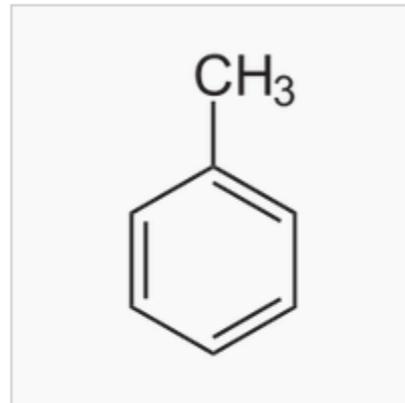
1. BTEX Gruppe (Einringaromaten)

Bestandteile des Benzins; haut- und schleimhaut-reizend. Toluol fruchtschädigend, Benzol giftig.



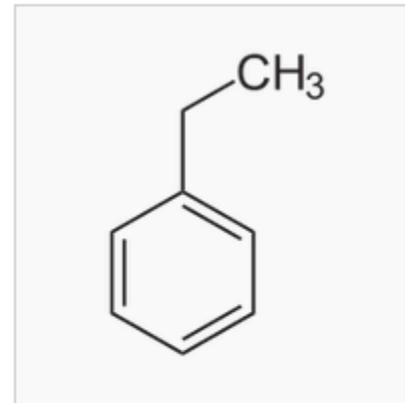
Benzol

Sdp. 80 °C



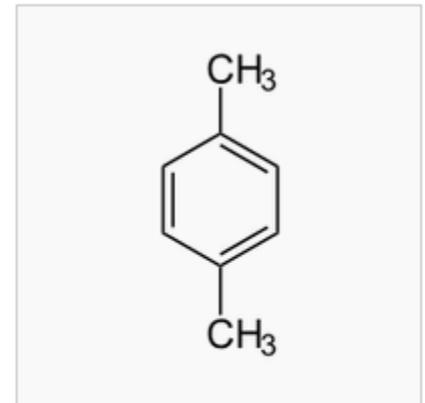
Toluol

Sdp. 111 °C



Ethylbenzol

Sdp. 136 °C



para-Xylol

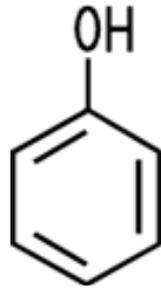
Sdp. 138 °C

Einring und Mehringaromaten (polyzyklische Aromaten)

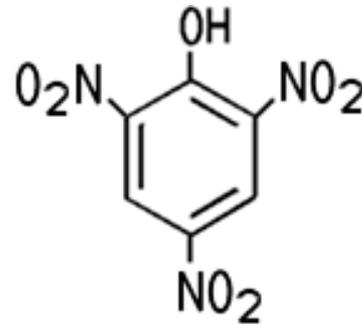
Aromatische Kohlenwasserstoffe

Zyklische KW Verbindungen mit C-Doppelbindungen

2. **Phenole**: OH oder NO_x an Stelle von Wasserstoff oder CH-Gruppen



Phenol



Pikrinsäure

Aromatische Kohlenwasserstoffe

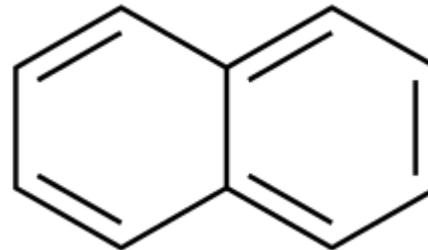
Zyklische KW Verbindungen mit C-Doppelbindungen

2. **PAK** (polyzyklische aromatische KW) bestehen also aus mehr als einem Ring

Sind in Mineralölen, Bitumen, Pech, Teer und Ruß enthalten, also in Produkten, die zur Straßenbefestigung, zur Isolation und zur Imprägnierung von Holz eingesetzt wurden.

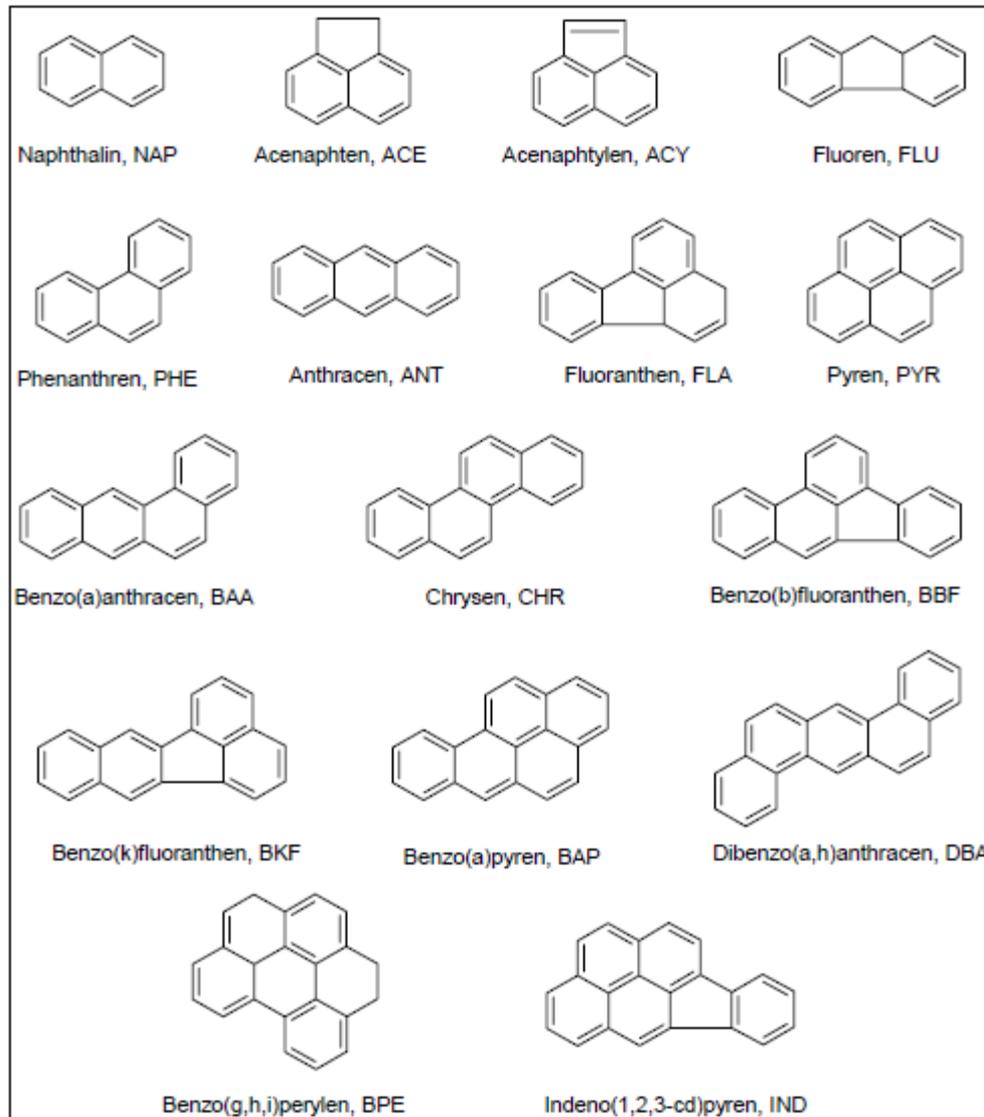
Als krebserregend eingestuft.

In Umweltproben werden häufig 16 PAK analysiert; von der amerikanischen Environmental Protection Agency (EPA) definiert



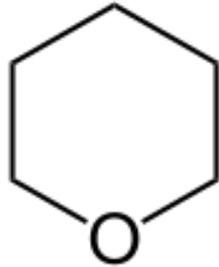
Naphtalin ($C_{10}H_8$)

16 bedeutende PAK

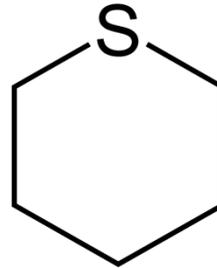


Heterozyklen

Enthalten neben C-Atomen andere Elemente (O, S, N) in den Ringstrukturen.



Oxacyclohexan



Thiacyclohexan

Dazu gehören auch Biopolymere wie die DNA

Halogenierte Kohlenwasserstoffe

Wasserstoffatome durch ein Halogen, meist Chlor (**CKW**), oder Chlor und Fluor (**FCKW**) ersetzt

LCKW – leichtflüchtige chlorierte KW (kettenförmige aliphatische KW)

Tetrachlorethen (Trivialname Per) und Trichlorethylen (Tri) zur Entfettung von Metallteilen und als Lösungsmittel in der Textilreinigung.

Zwei weitere bekannte Substanzen dieser Gruppe:
Methylchlorid (CH_3Cl) und Chloroform (CHCl_3)

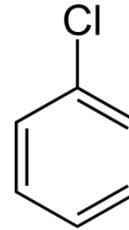
FCKW – Fluorchlorkohlewasserstoffe



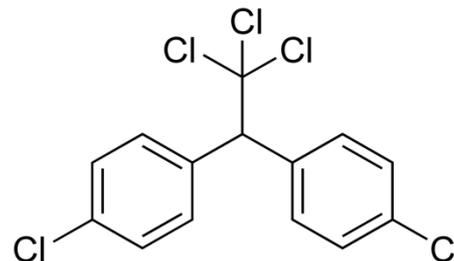
Halogenaromaten

Ringverbindungen, in denen Wasserstoffatome gegen Halogen ersetzt werden

Chlorbenzol (C_6H_5Cl) Lösungsmittel
verwendet für Öle, Fette, Harze

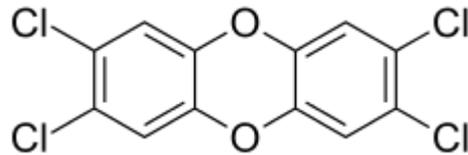


DDT (Dichlordiphenyltrichloretan, $C_{14}H_9Cl_5$)
war es jahrzehntelang (c. 1940-1970) das weltweit meistverwendete
Insektizid. Wurde auch am Menschen zur Entlausung verwendet.



Dioxine & Furane

Sauerstoffhaltige Derivate von halogenierten KW
Persistente organische Schadstoffe - werden in der Umwelt kaum abgebaut.



Sevesogift, Tetrachlor-
dibenzodioxin (TCDD)

Agent orange, Herbizid
mit (TCDD) verunreinigt

Sevesounglück – 1976

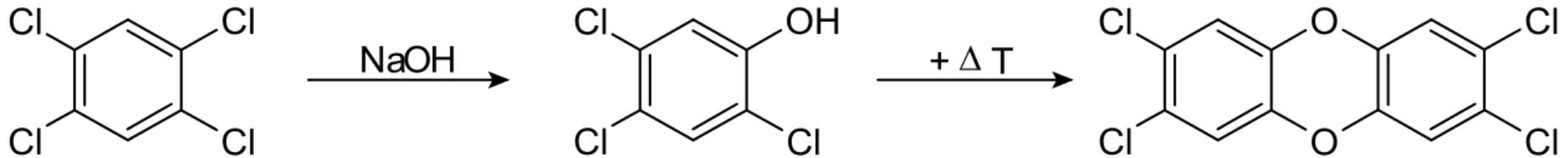
„Dr. Hartmann (Vizedirektor der Roche, Red.), ganz Oberst an der Front, stürmte den Ort der Handlung, gefolgt vom Chefchemiker von Givaudan, Dr. Sambeth. *Gut, dass Sie da sind. Also erstens: Die Sache wird im engsten Kreise der Icmesa gehalten; Givaudan und Roche werden nicht erwähnt. Zweitens: Dass es bei der Herstellung von Hexachlorophen passiert ist, wird [...] nicht erwähnt. Drittens: Dass Dioxin gebildet wurde, wird nicht erwähnt. Alles klar?“*

– Autobiographie Hans Fehr (ehem. Pressesprecher von Roche)

Am 10. September 1982 wurden die Fässer mit dem Reaktorinhalt mit Lastkraftwagen abtransportiert. Die LKW fuhren Richtung Frankreich; ab St. Quentin verlor sich ihre Spur.

Am 19. Mai 1983 wurden die Fässer schließlich in einem ehemaligen Schlachthof im nordfranzösischen Dorf Anguilcourt-le-Sart gefunden und in die französische Kaserne in Sissone gebracht. Die Schweizer Regierung erteilte Roche die Erlaubnis, die Fässer in Basel zwischenzulagern, wo sie am 4. Juni eintrafen.

Sevesounglück – 1976



Trichlorphenol (TCP, Mitte), Vorprodukt für das Desinfektionsmittel Hexachlorophen, wird aus dem Ausgangsstoff Tetrachlorbenzol (links) durch Zugabe von Natriumhydroxid (NaOH) hergestellt

Mobilität und Abbauverhalten von Schadstoffen

Abhängig von:

- Chemisch-physikalische Beschaffenheit des Schadstoffes
- Beschaffenheit des Untergrundes (Durchlässigkeit, Korngröße, organische Substanz)

Beispiel LCKW Abbau:

Tetrachlorethen C_2Cl_4 \rightarrow Trichlorethen C_2HCl_3 \rightarrow Dichlorethen $C_2H_2Cl_2$ \rightarrow Vinylchlorid C_2H_3Cl

Schadstoffausbreitung

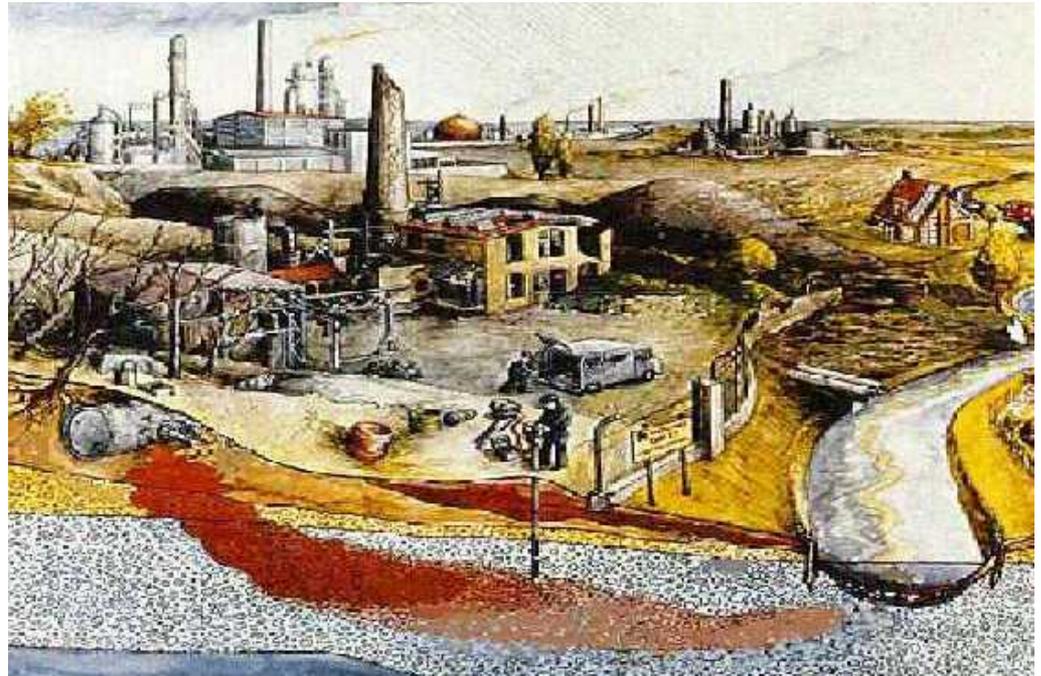
Schadstoffe in Altlasten:

Tankstelle, Öltanks (MKW)

Gaswerke (PAK)

Chemische Reinigung (LCKW)

Müllkippe



Schadstoffausbreitung

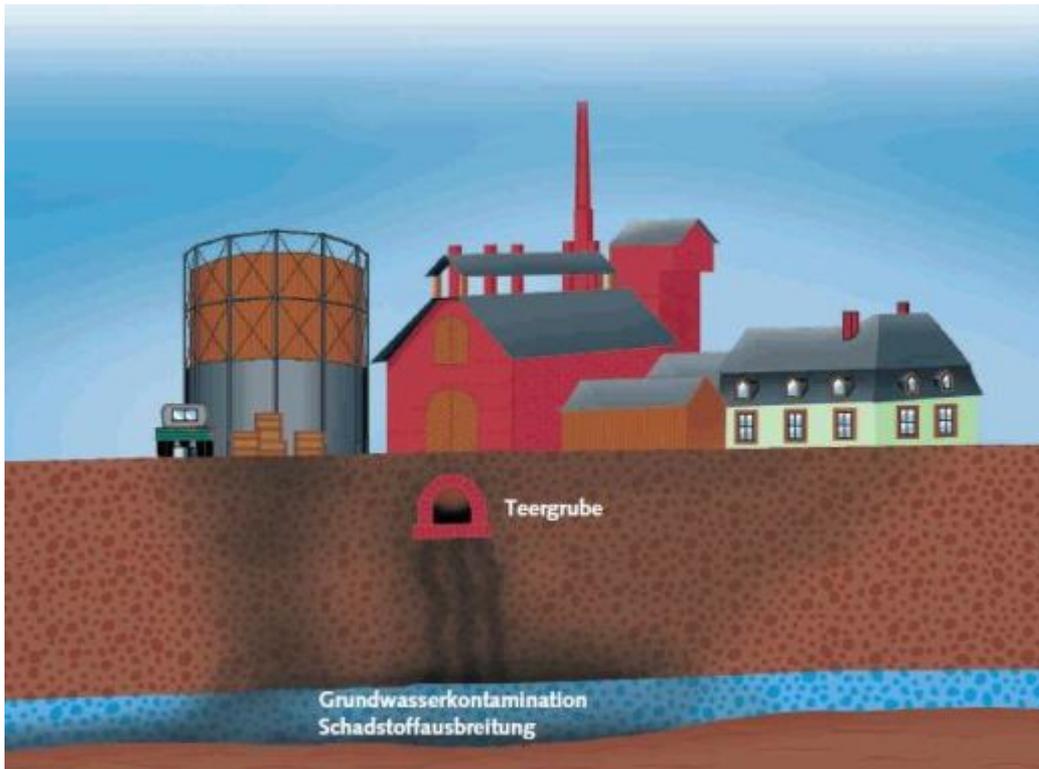
Altstandort Tanklager



Kraftstoffe gelangten durch Tropfverluste beim Betanken, durch undichte Kraftstoffbehälter, Schächte, Leitungen oder Fördereinrichtungen in den Untergrund.

Schadstoffausbreitung

Altstandort Gaswerk



Im Gaswerk werden Teerbestandteile vom Rohgas abgetrennt. PAKs sind Hauptbestandteile des Teers.

PAKs **schwerer** als Wasser und gering wasserlöslich und sinken in den Grundwasserkörper ab.

Schadstoffausbreitung

Altlast Müllkippe

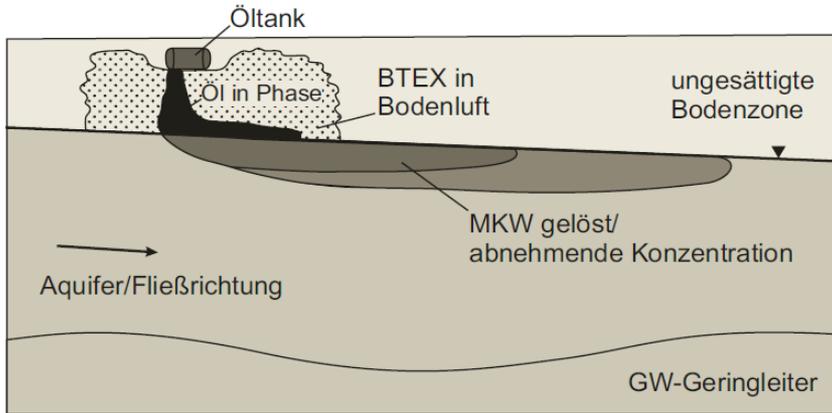


Noch in den sechziger Jahren wurde der Müll in Kiesgruben oder Geländemulden, meist ohne Untergrundabdichtung, abgelagert.

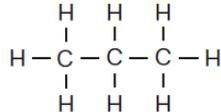
Durch eingedrungenes Niederschlagswasser wurden Schadstoffe ausgewaschen und ins Grundwasser verfrachtet.

Mobilität organischer Schadstoffe

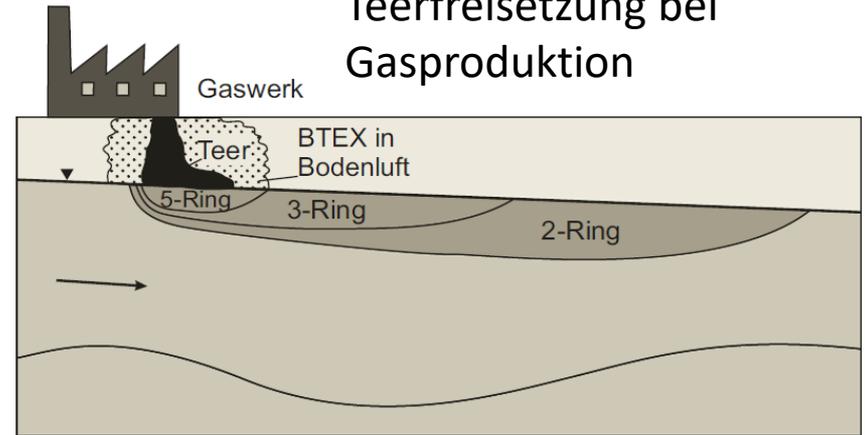
Tanklager, Tankstellen, defekte Heizöltanks



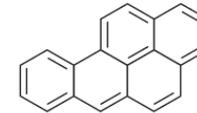
MKW
Hauptbestandteil aliph. KW
Bsp: Propan



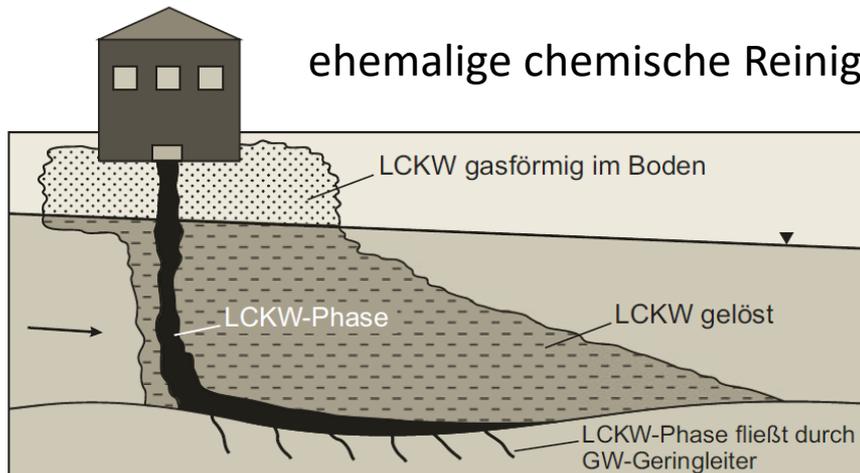
Teerfreisetzung bei Gasproduktion



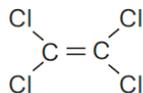
PAK
Bsp. Benzo(a)pyren



ehemalige chemische Reinigung



LCKW
Bsp: Tetrachlorethen



Altlastenbearbeitung in Baden-Württemberg

