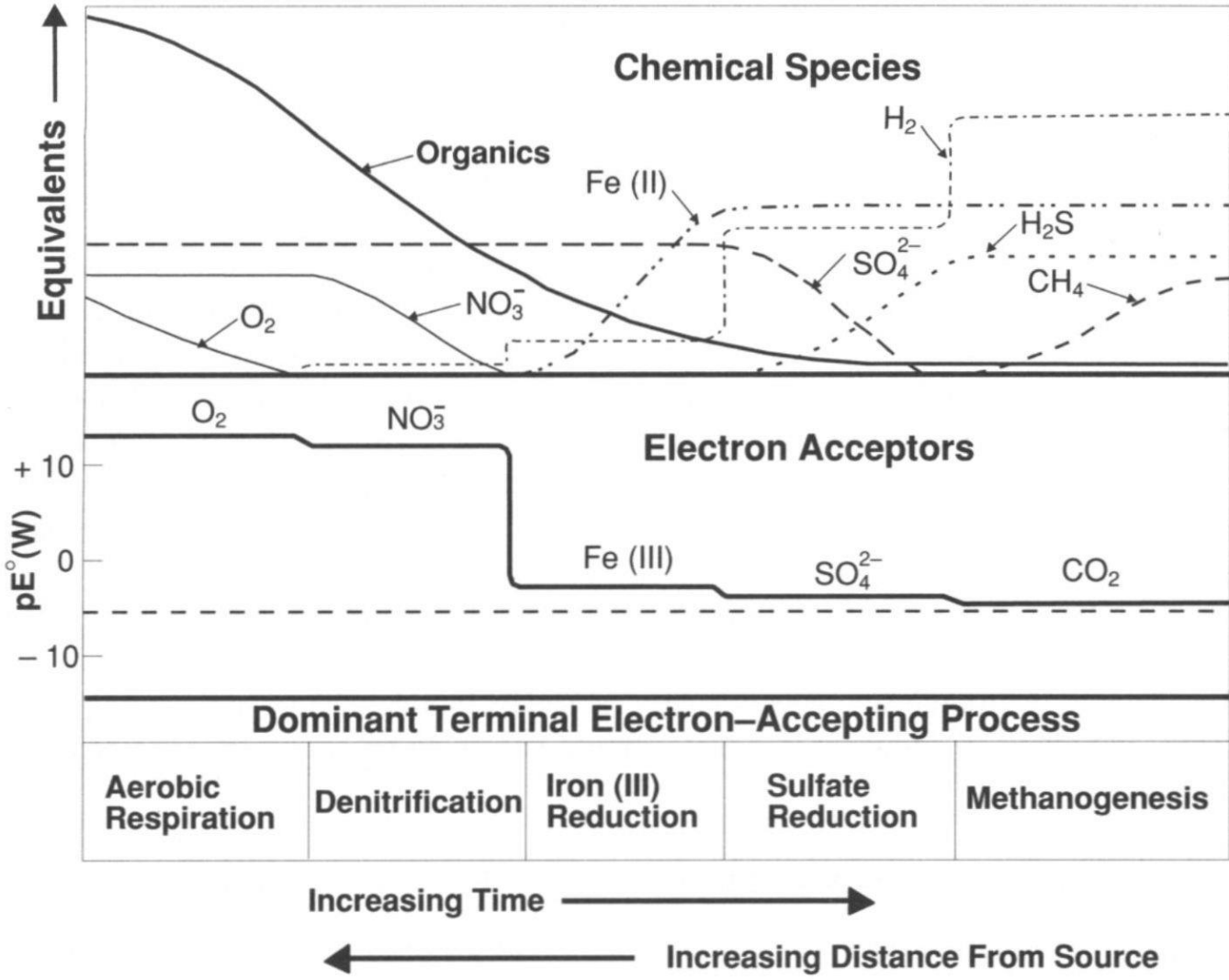


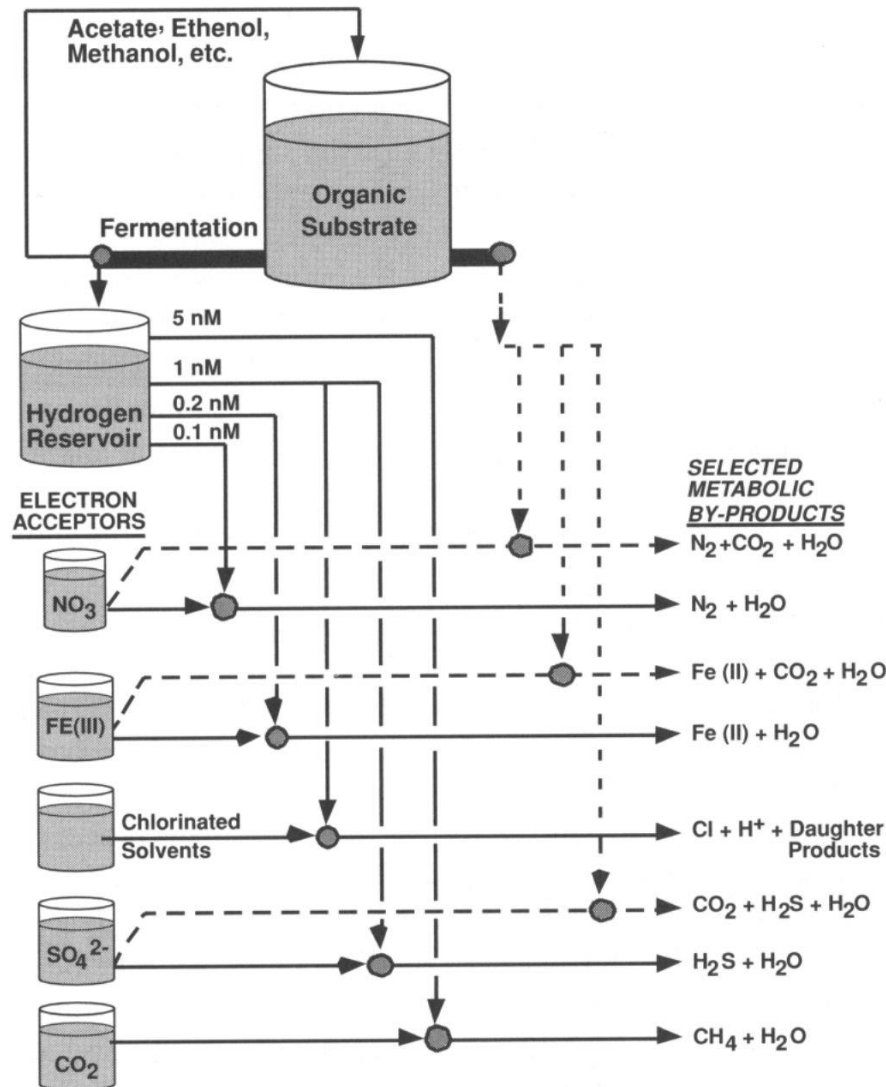
Einordnung natürlicher Wässer anhand von  $E_H$ / pH-Bedingungen (verändert nach Wedepohl 1978)



Die Redoxkette bestimmt den Ablauf von Reaktionen bei Zugabe von abbaubarer organischer Substanz

*Die Redoxkette ist wie eine große Titrationsreaktion mit organischer Substanz*

*Nach und nach werden die Träger von Sauerstoff angegriffen und werden ihre Elektronen auf die organische Substanz übertragen*





$$E_H = E^0 + \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \ln \frac{[\text{ox}]}{[\text{red}]}$$

darin bedeuten:

$E^0$  = Normal-Redox-Spannung eines Systems bei den Aktivitäten Ox. = Red. (V)

R = allgemeine Gaskonstante (8.315 J/K mol)

T = absolute Temperatur (K)

n = Anzahl der frei werdenden Elektronen (e)

F = FARADAY-Konstante (96484 C/mol = J/V mol)

[ox] = Aktivität des oxidierten Partners

[red] = Aktivität des reduzierten Partners

- *Das Redoxpotential und das Standardpotential hängen von der Temperatur, der Anzahl der frei werdenden Elektronen und der Konzentration (Aktivität) der Redoxpartner ab.*

$$pE = -\log[e^-] = \frac{F}{2.303 \cdot R \cdot T} \cdot E_H$$

R = allgemeine Gaskonstante (8.315 J/K mol)

T = absolute Temperatur (K)

n = Anzahl der frei werdenden Elektronen (e)

F = FARADAY-Konstante (96484 C/mol = J/V mol)

[ox] = Aktivität des oxidierten Partners

[red] = Aktivität des reduzierten Partners

Aus: Merkel & Friedrich, 2002

- *Der pE Wert ist das Pendant für den pH Wert nur gibt er eben den negativen dekadischen Logarithmus der Elektronen-Konzentration an.*

$$E_H = E^0 \left( \frac{H^+}{H_2} \right) + \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln \frac{[H^+]^2}{[H_2]}$$

$$E_H = 0 + \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln[H^+]^2 - \frac{R \cdot T}{n \cdot F} \cdot \ln[H_2]$$

$$E_H = 0 + \frac{2.303 \cdot R \cdot T}{2 \cdot F} \cdot 2 \cdot \log[H^+] - \frac{2.303 \cdot R \cdot T}{2 \cdot F} \cdot \log[H_2]$$

$$E_H = 0 - \frac{2.303 \cdot R \cdot T}{F} \cdot \text{pH} - \frac{2.303 \cdot R \cdot T}{2 \cdot F} \cdot \log[H_2]$$

*EH sinkt wenn  
pH steigt*

Setzt man für R und F die Werte für 25°C ein, sowie  $T = 25^\circ\text{C}$  und  $\text{pH}_2 = 1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ , ergibt sich:

$$E_H = -0.0591 \cdot \text{pH}$$

$E^0$  = Normal-Redox-Spannung eines Systems bei den Aktivitäten Ox. = Red. (V)

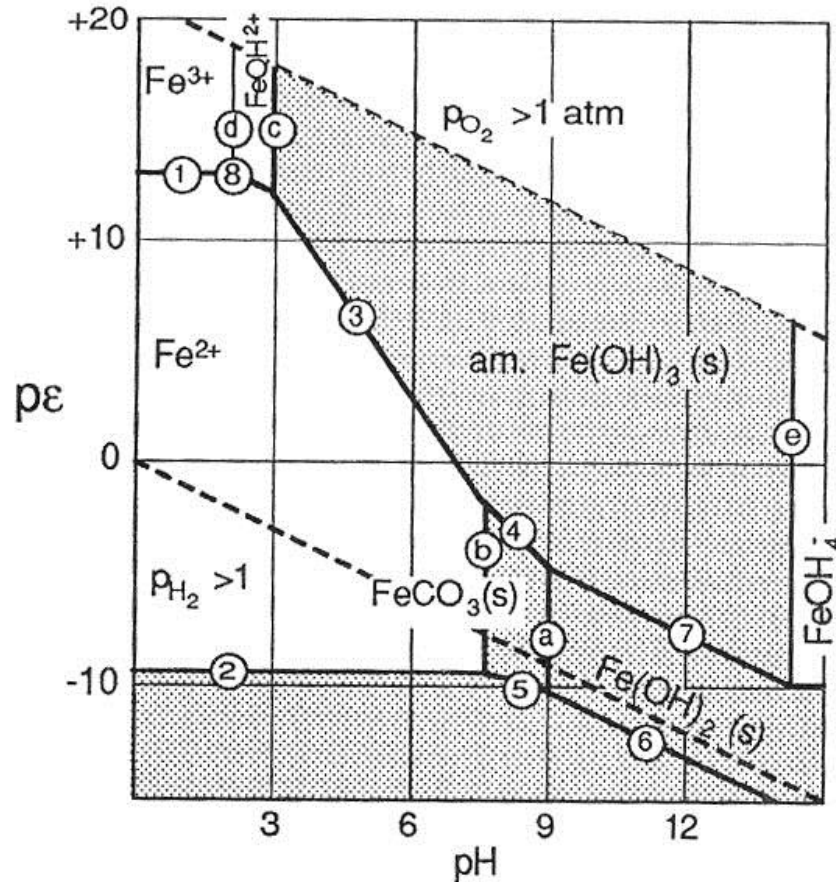
R = allgemeine Gaskonstante (8.315 J/K mol)

T = absolute Temperatur (K)

n = Anzahl der frei werdenden Elektronen (e)

F = FARADAY-Konstante (96484 C/mol = J/V mol)

# Das eH-pH Diagramm hier für Eisen

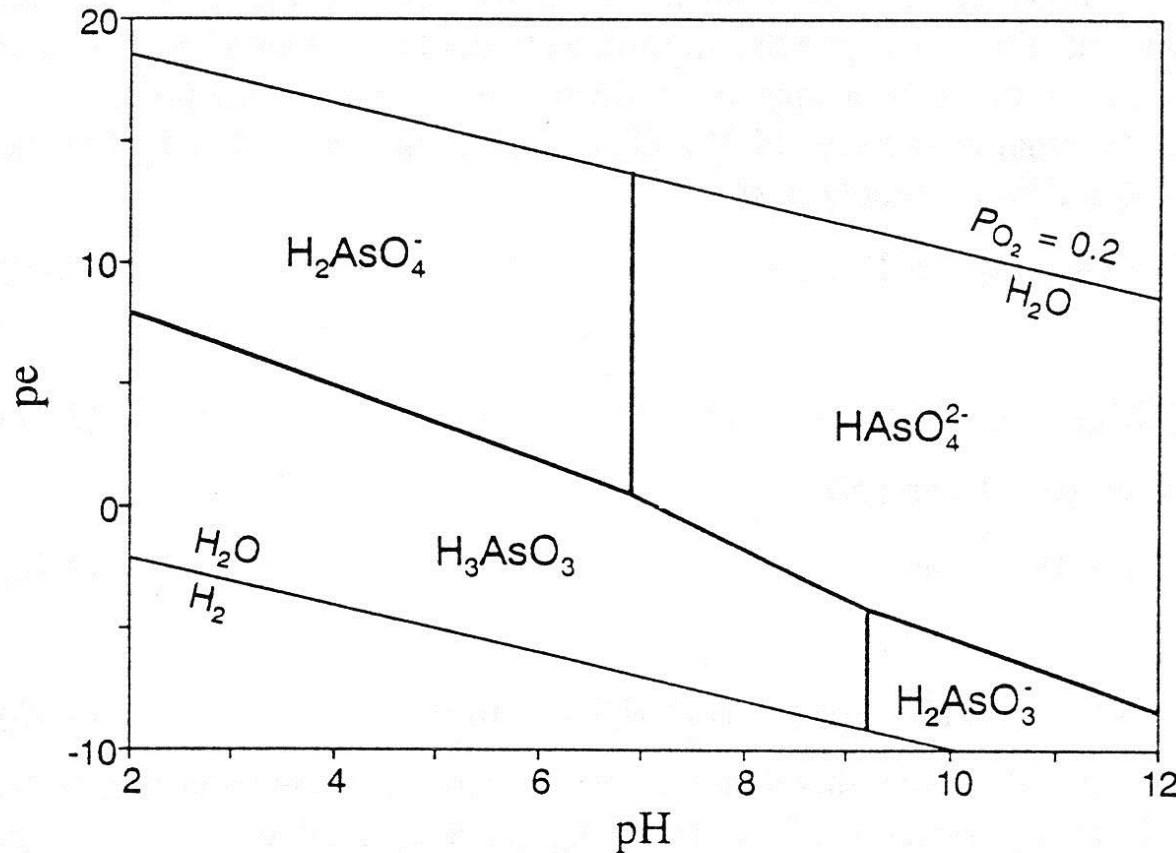


Das Diagramm zeigt die Stabilität von Eisenphasen unter verschiedenen pH und eH Bedingungen an.

Diagram  $pe$  versus  $pH$  for the system  $Fe-CO_2-H_2O$ . The solid phases are  $Fe(OH)_3$  (amorphous),  $FeCO_3$  (siderite),  $Fe(OH)_2(s)$ , and  $Fe(s)$ ;  $C_T = 10^{-3}$  M. Lines are calculated for  $Fe(II)$  and  $Fe(III) = 10^{-5}$  M (25°C). The possible conversion of carbonate to methane at low  $pe$  values is ignored.

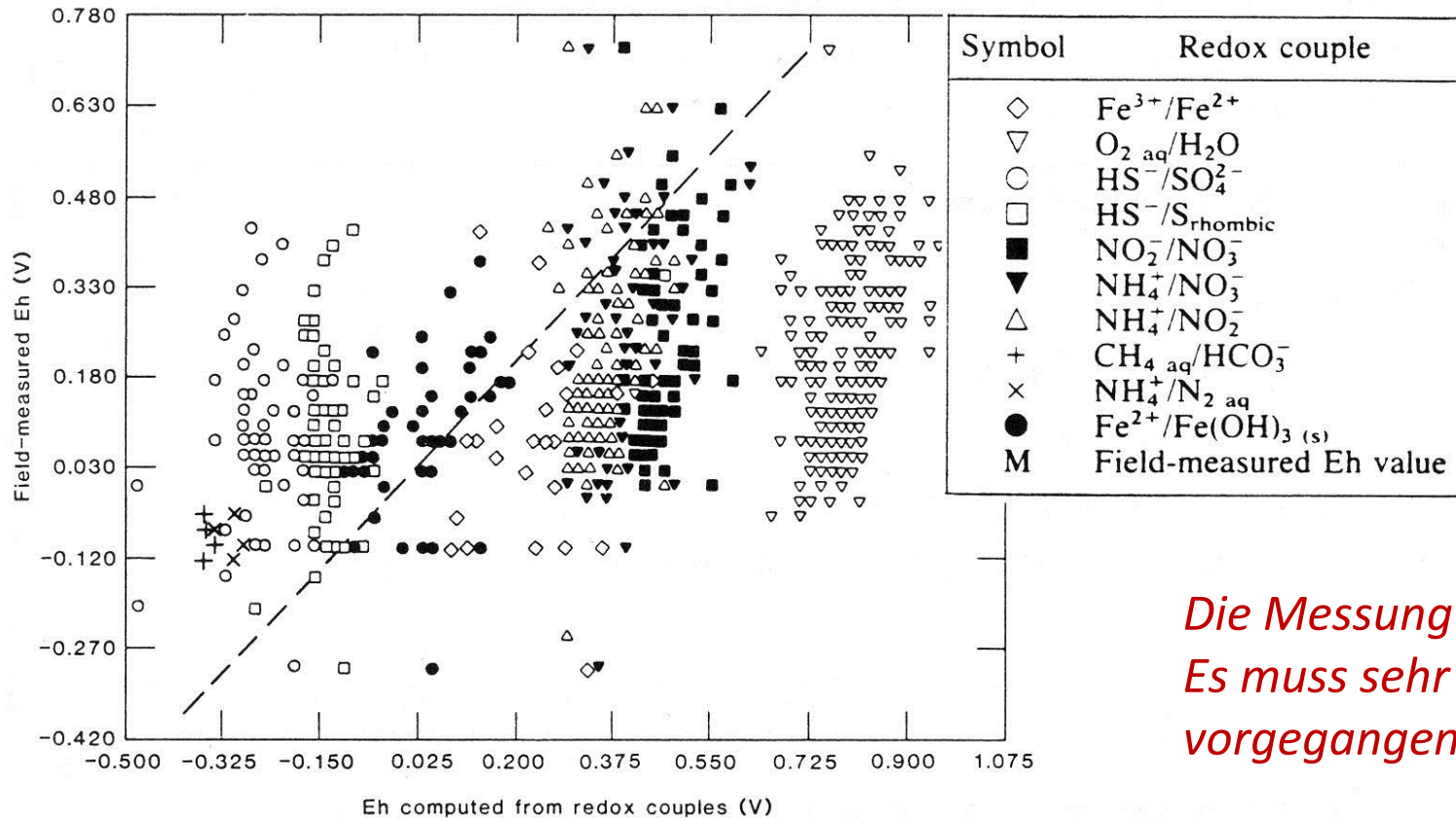


# Das eH-pH Diagramm hier für Arsen



Das Diagramm zeigt die Stabilität von Arsenphasen unter verschiedenen pH und eH Bedingungen an.

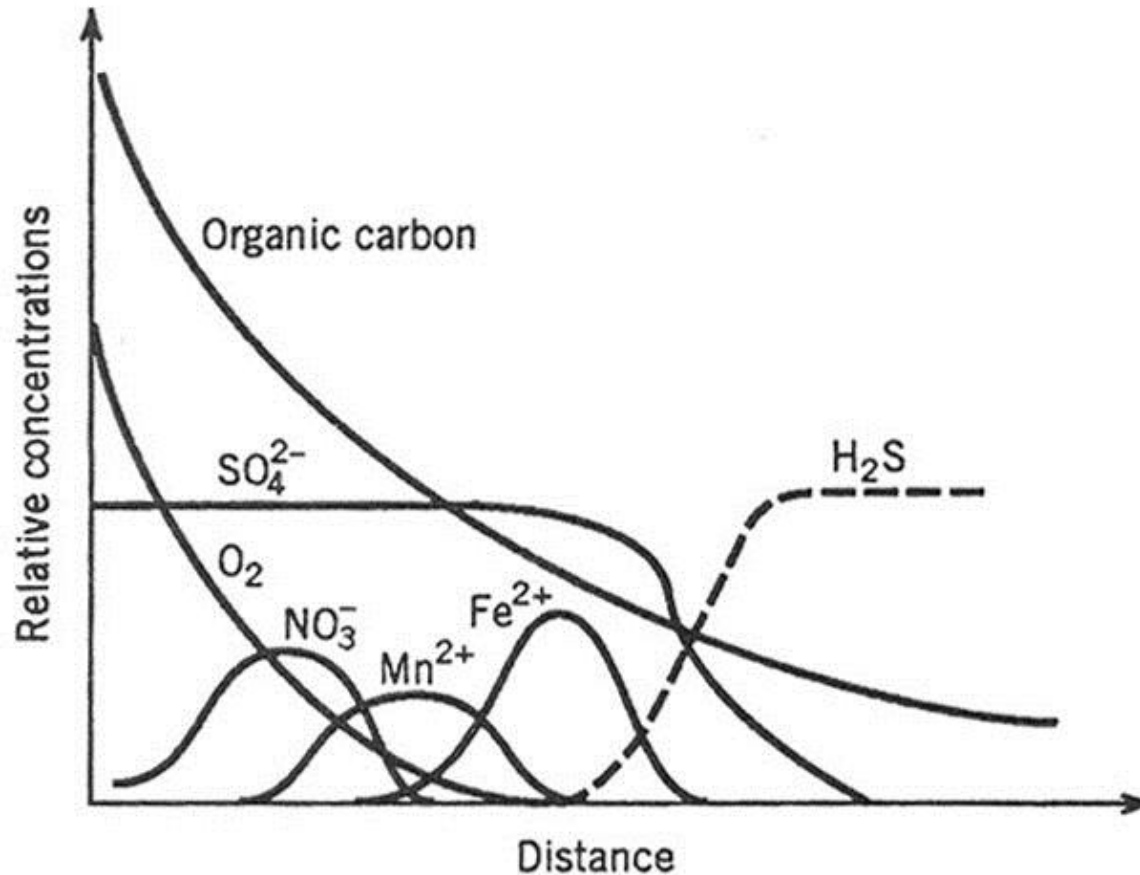
partial pe-pH stability diagram for dissolved arsenic species. Boundaries indicate equal activities of both species.



*Die Messung ist schwierig!  
Es muss sehr sorgfältig  
vorgegangen werden.*

Comparison of groundwater field  $Eh$  measurements with potentials calculated for individual redox species (reproduced with permission, Lindberg and Runnells, 1984. Science, 225, 925-927 Copyright 1985 by the AAAS).

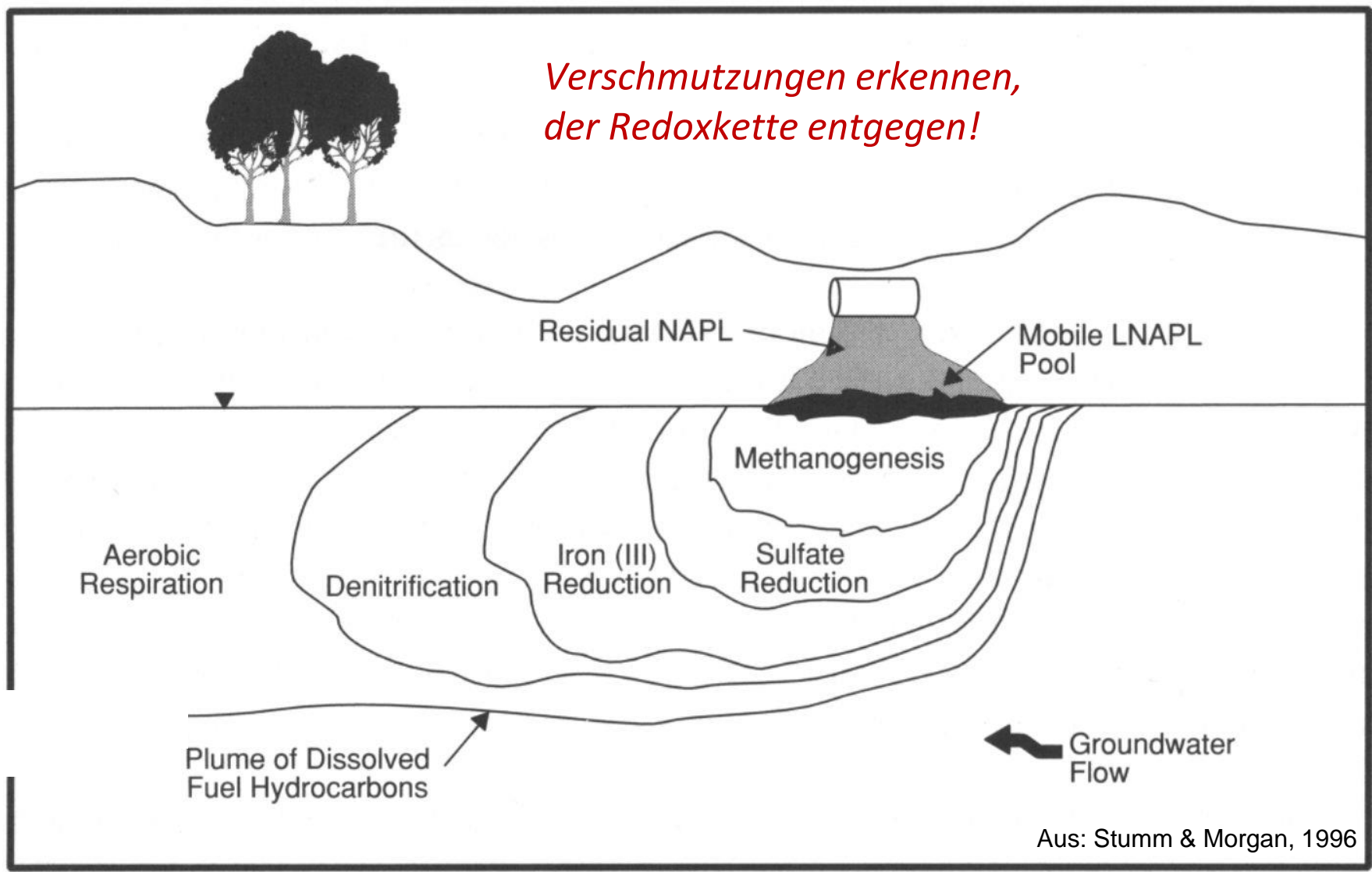
Quelle: Appelo & Postma, 1996



Estimation of the variation in concentration of redox species during the flow path of an organic contaminant plume.

Aus: Stumm & Morgan, 1996

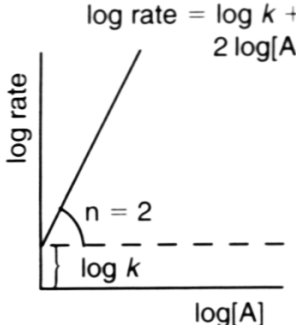
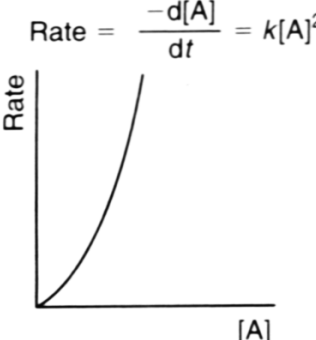
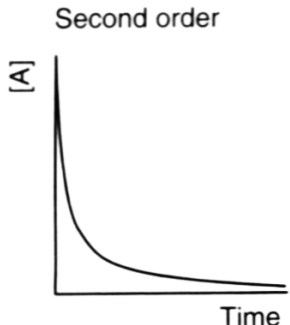
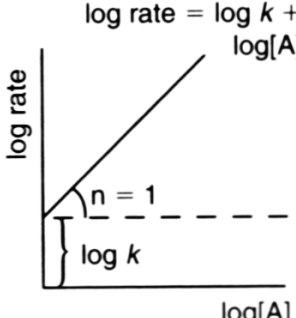
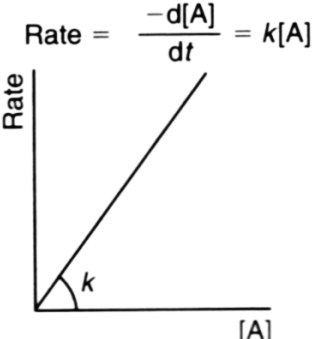
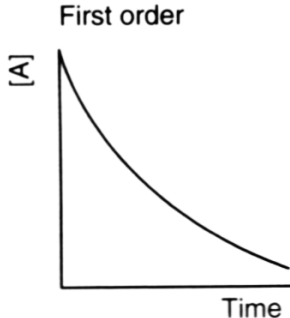
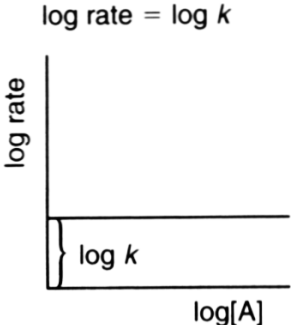
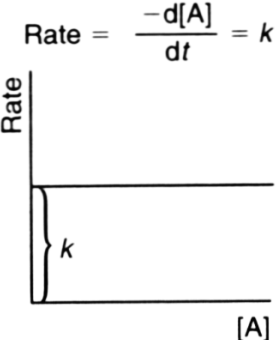
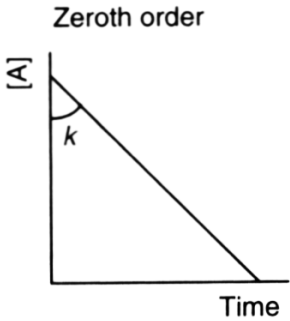
# Folgen einer organischen Verschmutzung



Aus: Stumm & Morgan, 1996



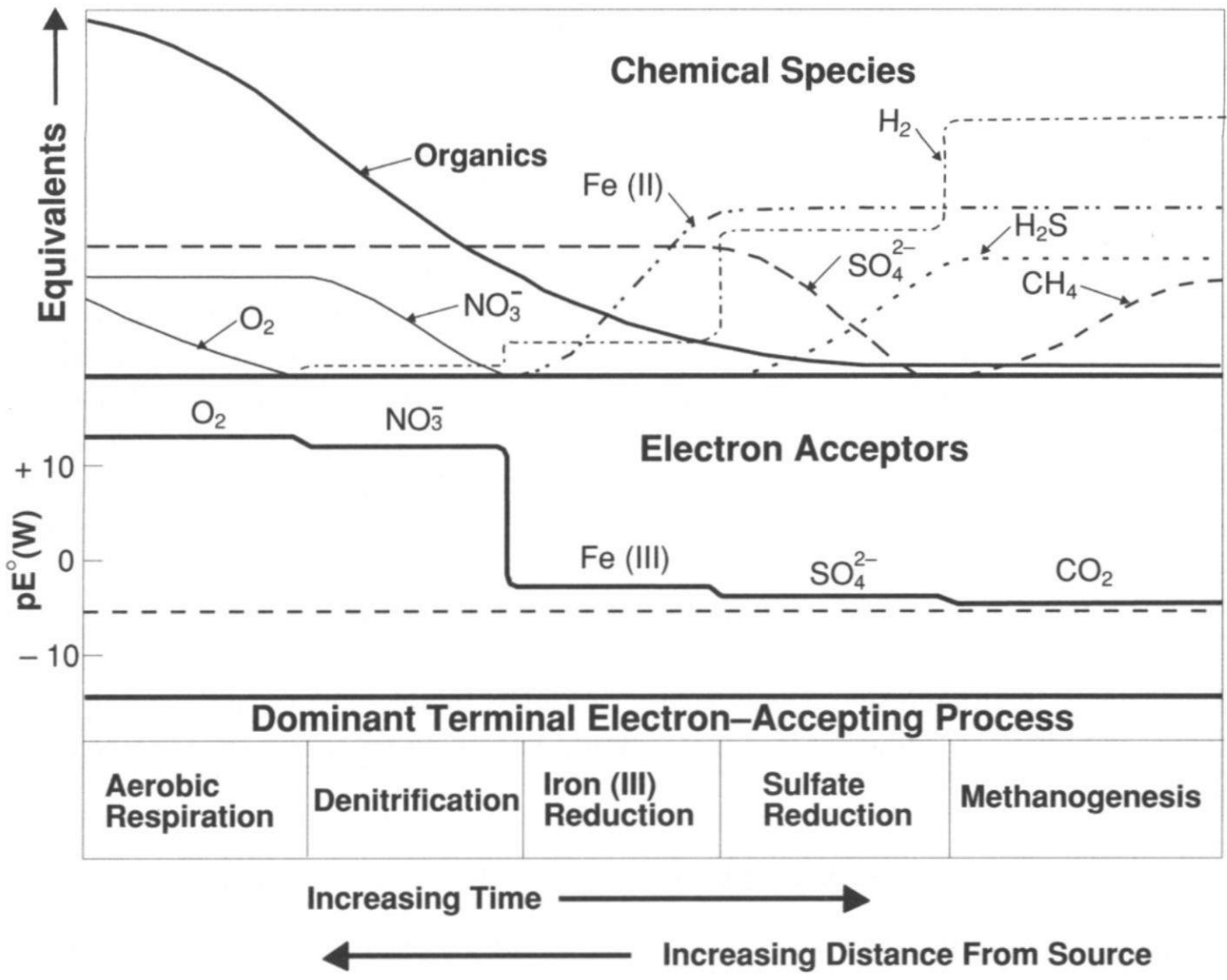
# Reaktionstypen - Zeit



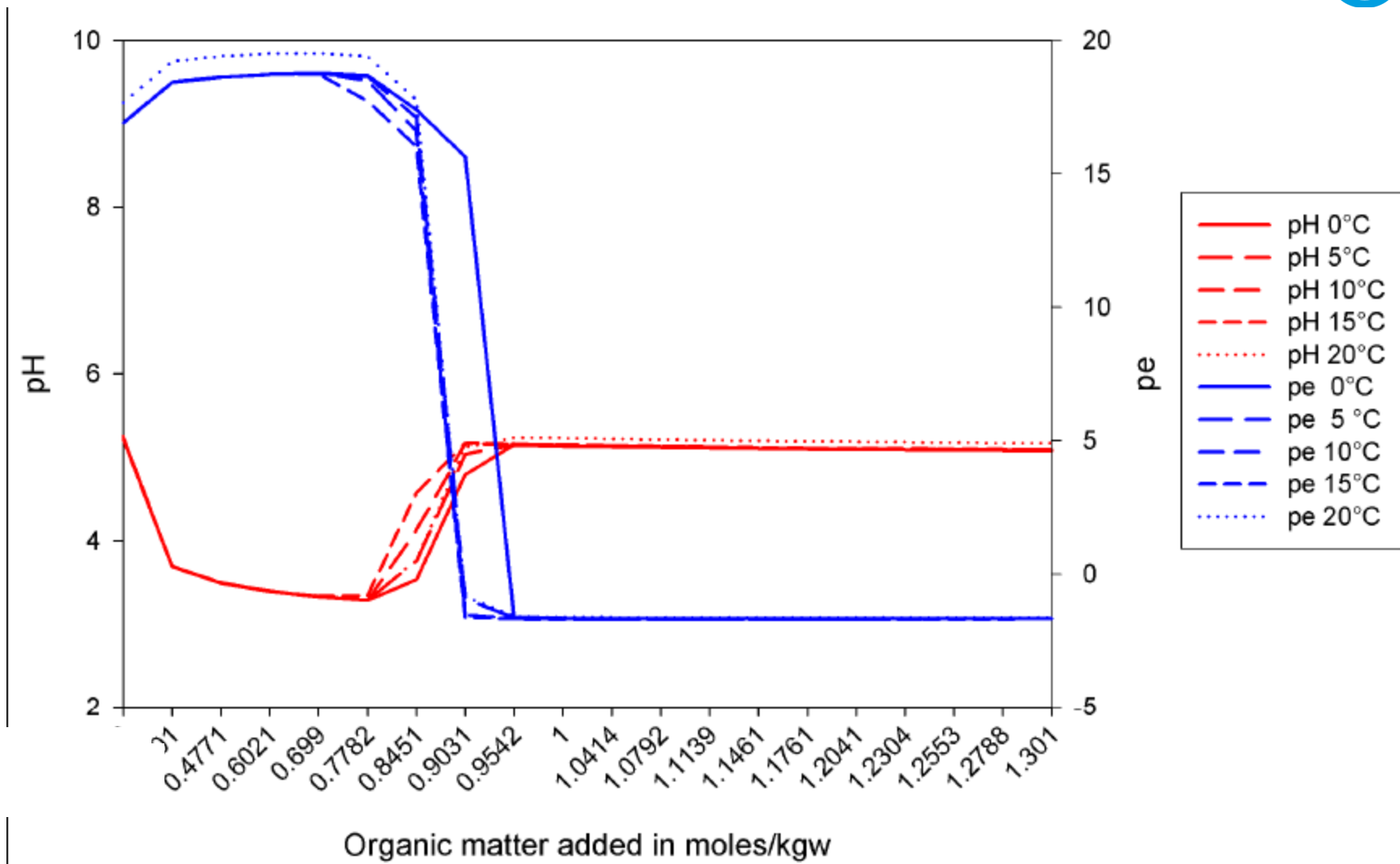
*Die Zeit kommt ins Spiel, diese Reaktionen werden von Bakterien verursacht und sind in der Regel zeitabhängig.*

Aus: Stumm & Morgan, 1996

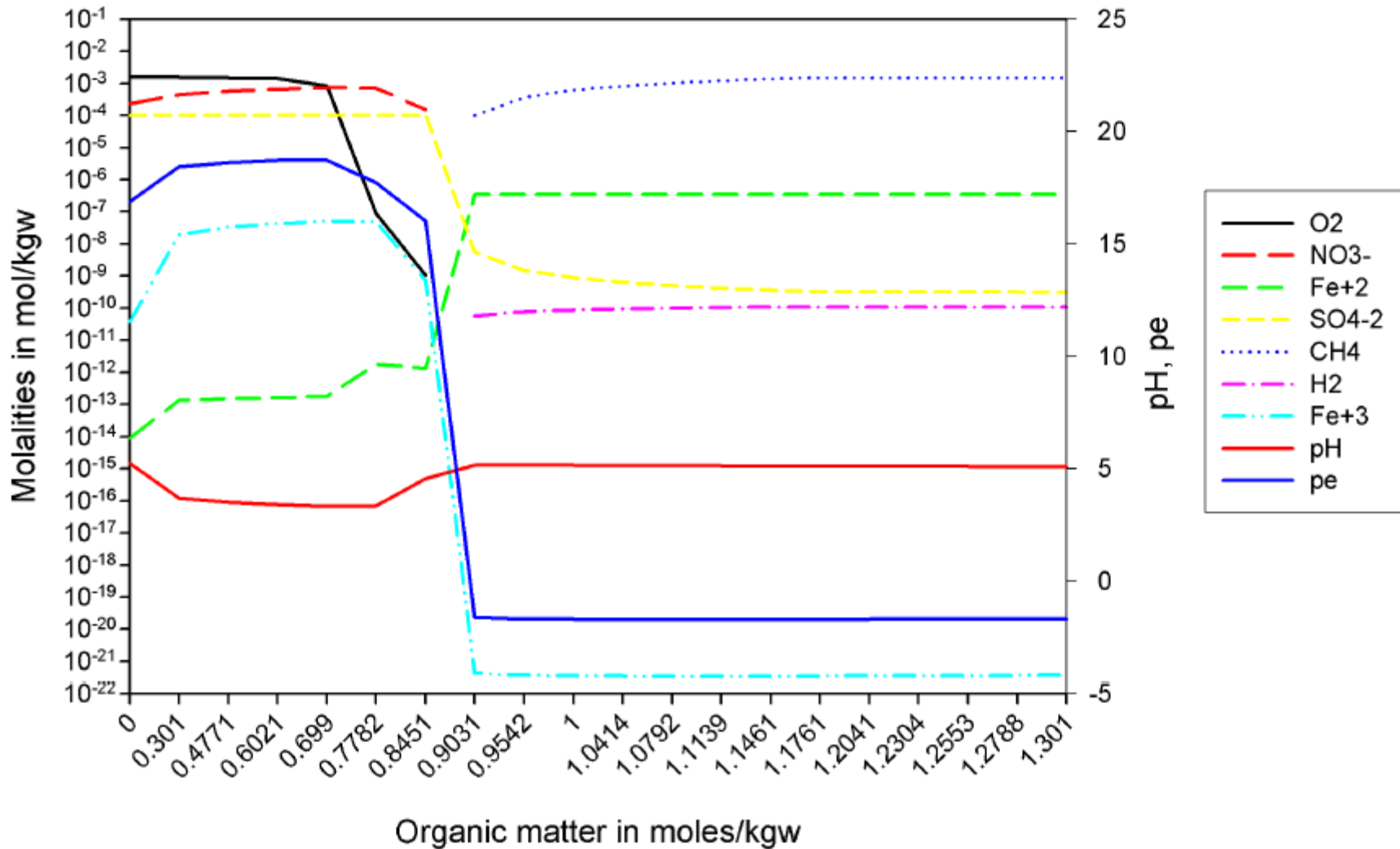
# Die Zeitachse und die Raumachse



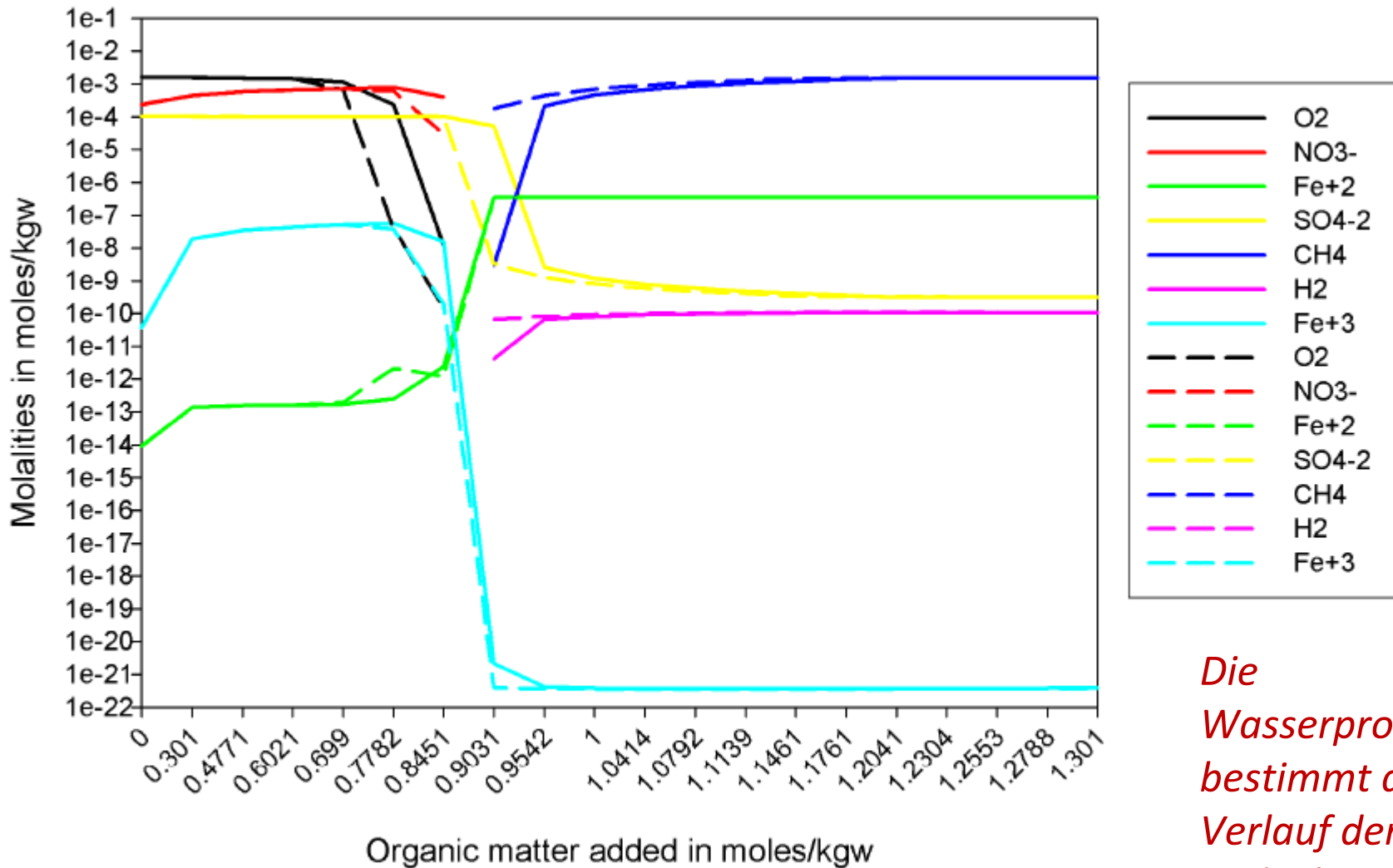
*Die Zeit kommt ins Spiel, diese Reaktionen werden von Bakterien verursacht und sind in der Regel zeitabhängig.*



# Selber gerechnet Stoffe bei Verschmutzung







*Die  
Wasserprobe  
bestimmt den  
Verlauf der  
Redoxkette*



*Messung im  
Gelände –  
Luftabschluss*

