

# Hydrochemischer Einfluss geothermischer Brunnenanlagen auf das Grundwasser und mögliche Folgen für die Brunnenanlage

Traugott Scheytt



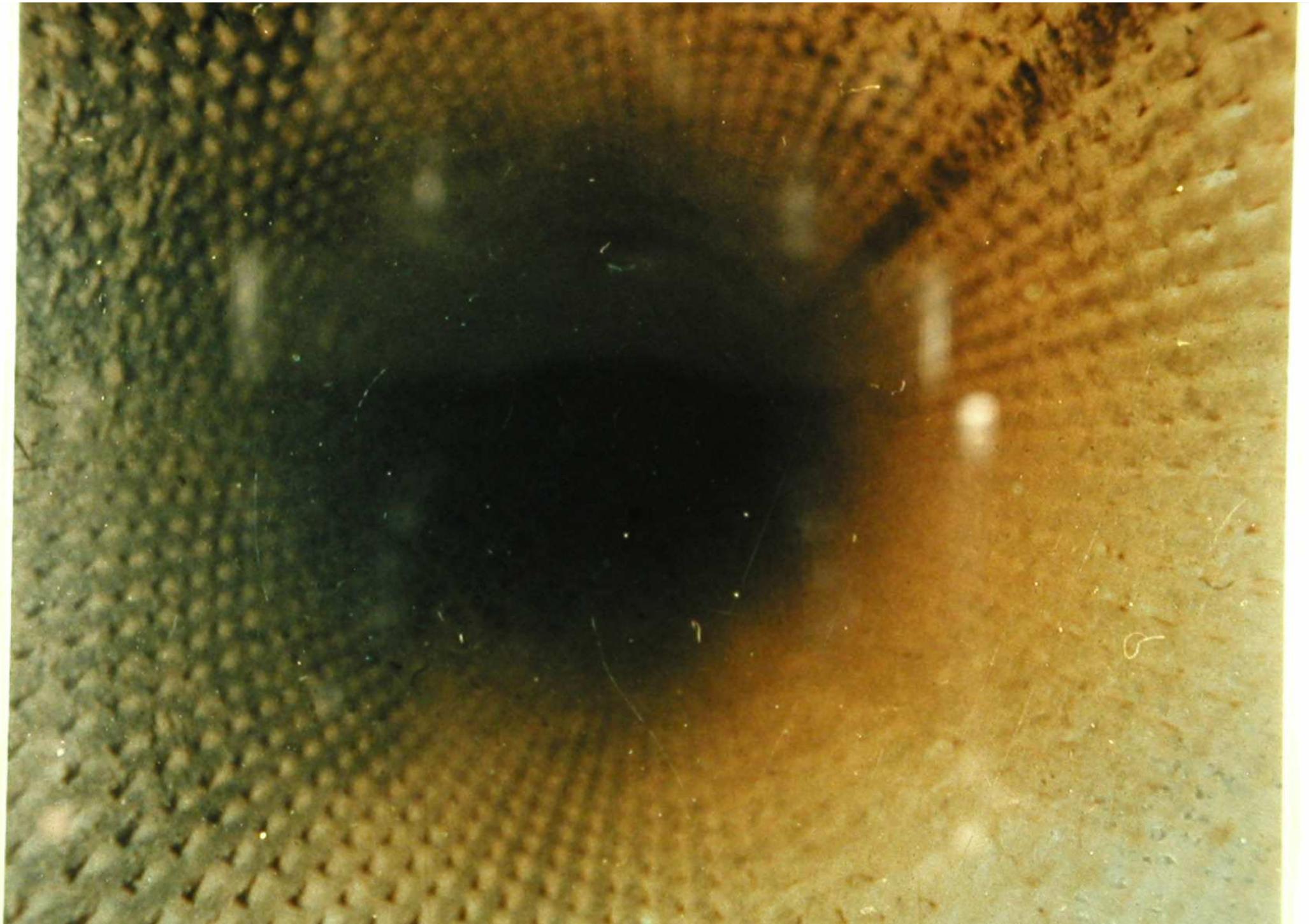
PD. Dr. Traugott Scheytt  
Technische Universität Berlin  
Institut für Angewandte Geowissenschaften  
[traugott.scheytt@tu-berlin.de](mailto:traugott.scheytt@tu-berlin.de)

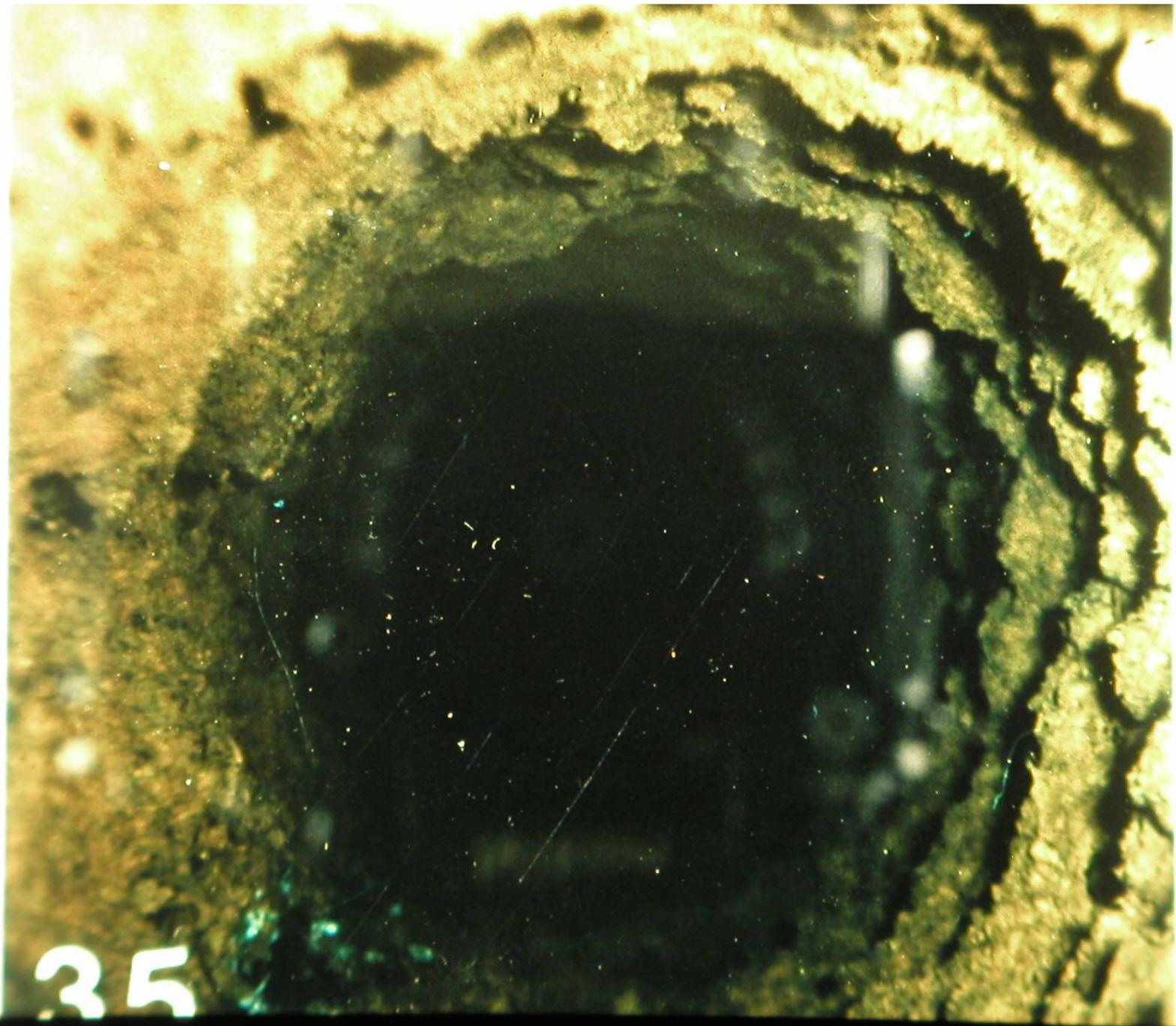
# Um was geht es?

- Flache geothermische Brunnenanlagen (wenige 10er m)
- Pumpbrunnen und Schluckbrunnen sollen funktionstüchtig bleiben
- Pumpen, Leitungen, Geräte, Anlagen sollen lange Lebensdauer aufweisen
- Hydraulische Durchlässigkeit des Grundwasserleiters soll erhalten bleiben

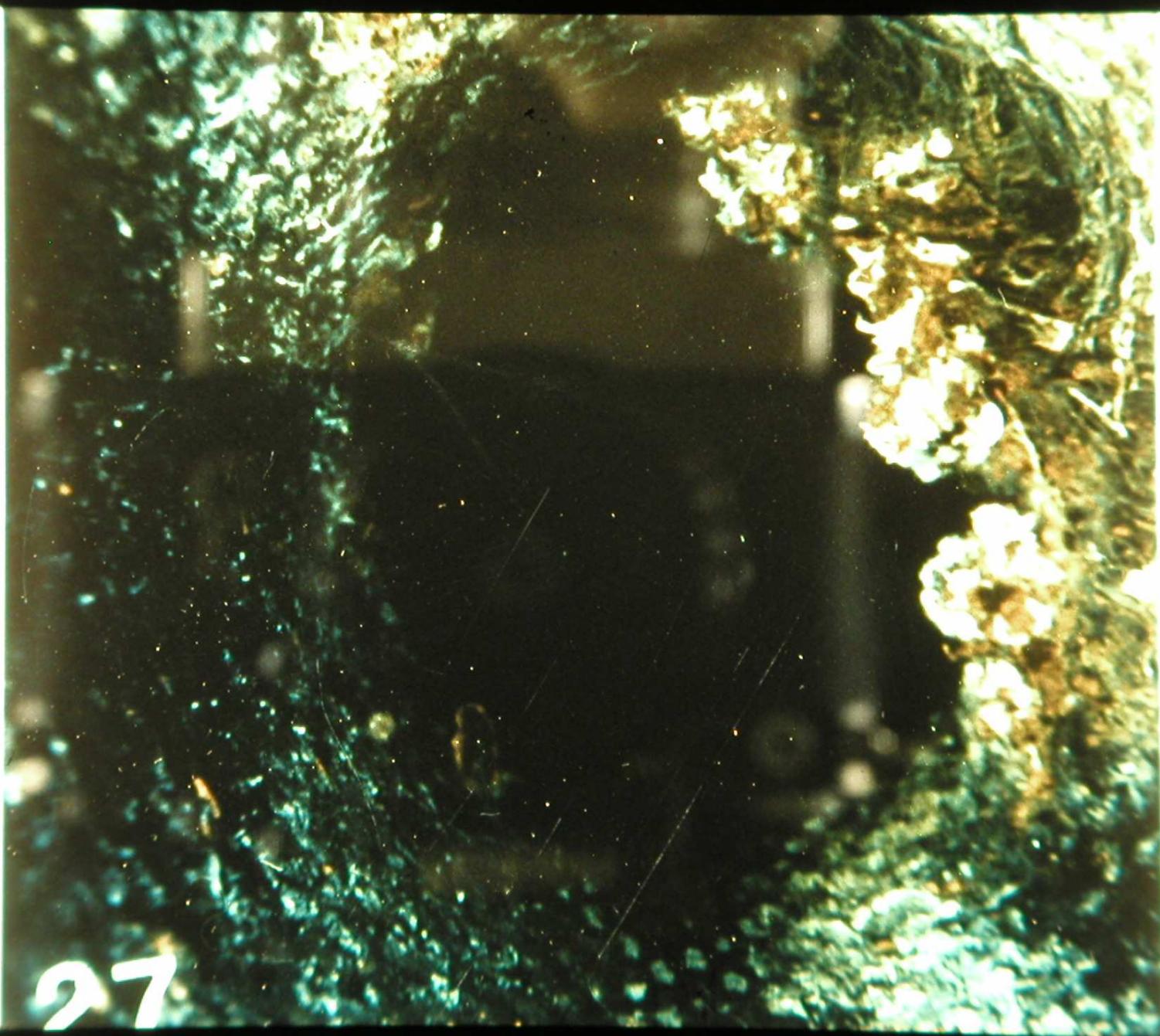
# Wo lauern die Gefahren?

- Verschleimung („Biofouling“)
- Verockerung, Zusetzen und Korrosion des Brunnen
- Brunnenalterung
- Zusetzen von Brunnenfilters oder Filterkies
- Korrosion der Leitungen
- Verkalkung und Zusetzen von Anlagen und Leitungen

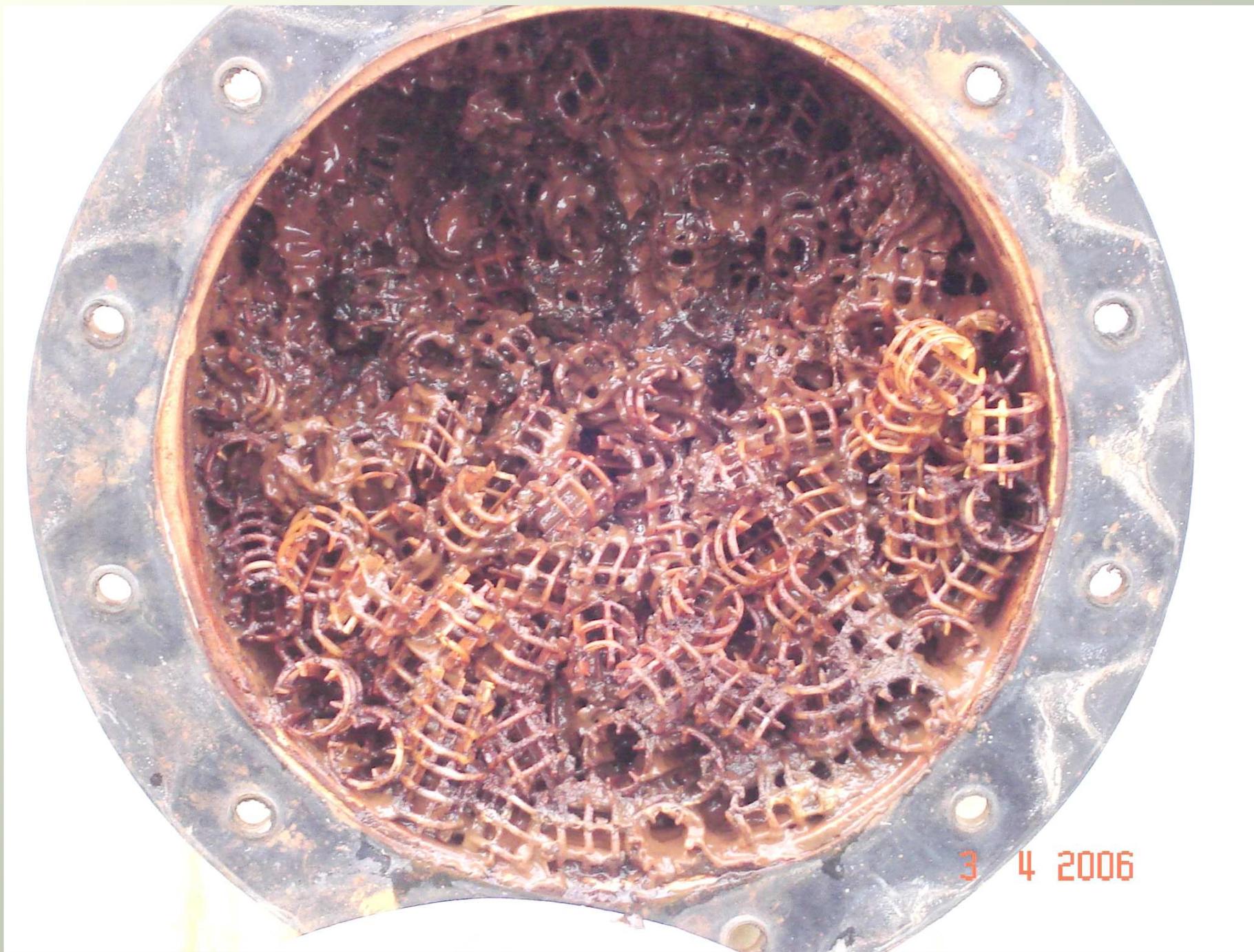




35

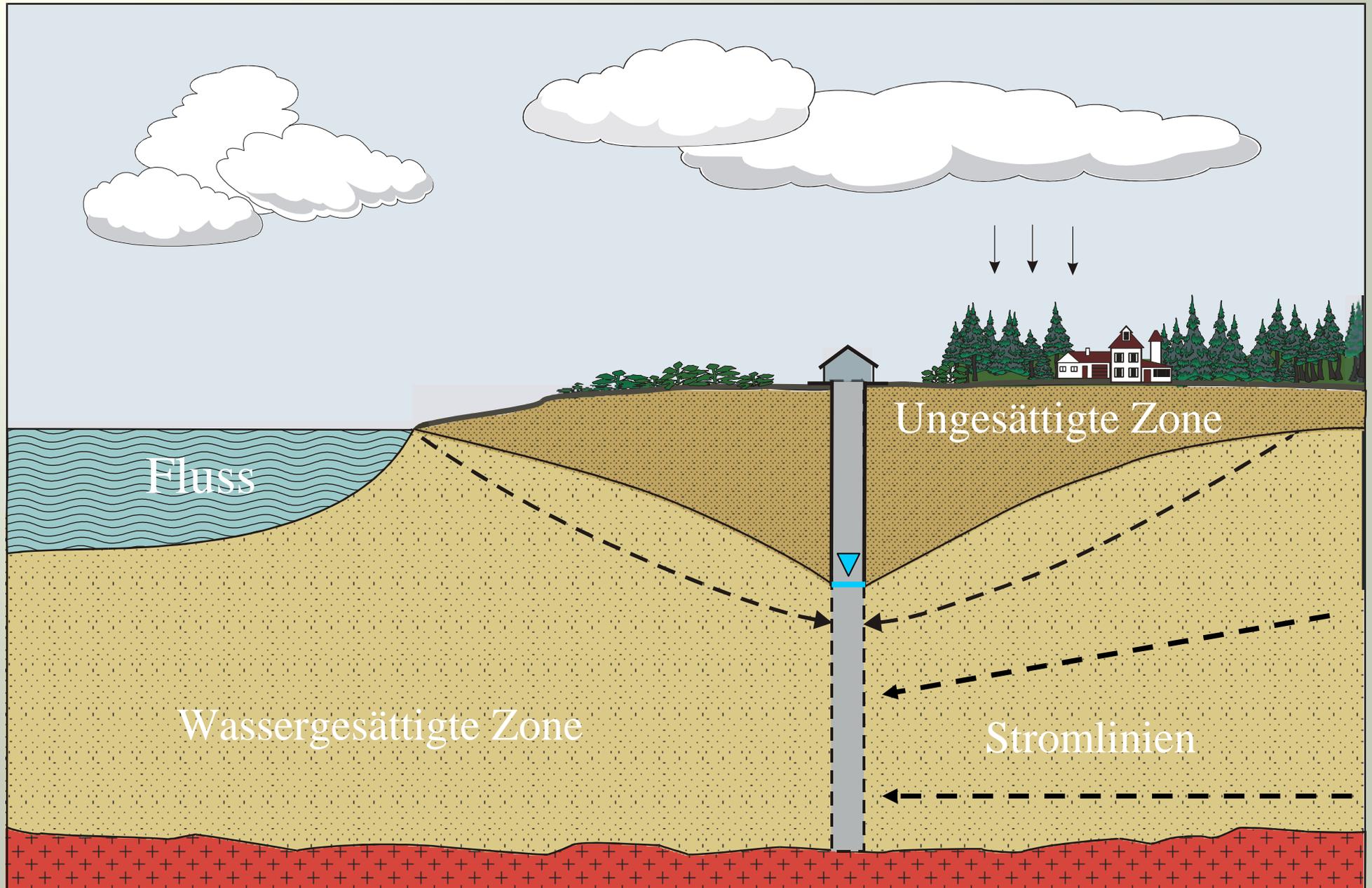


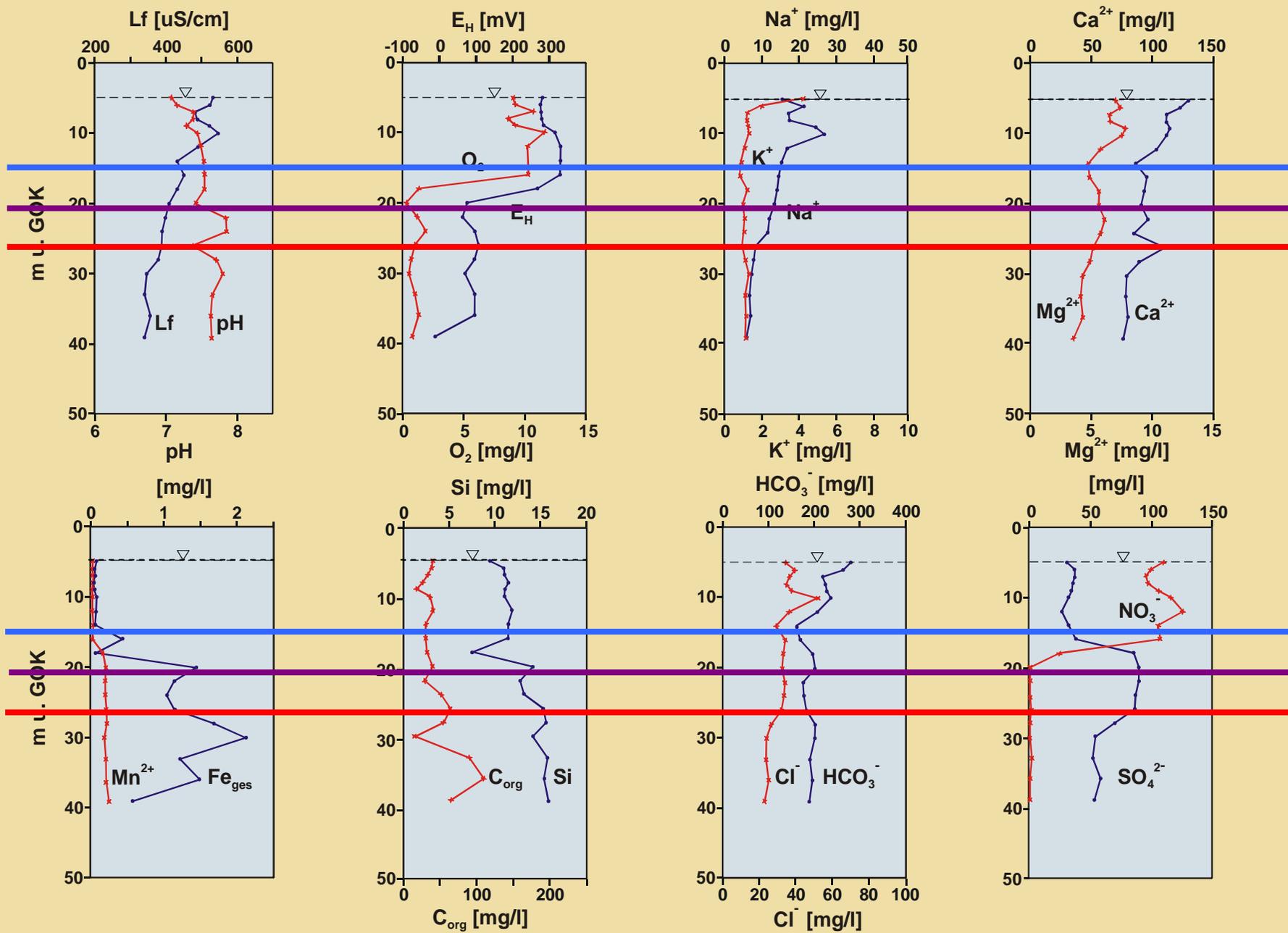
27

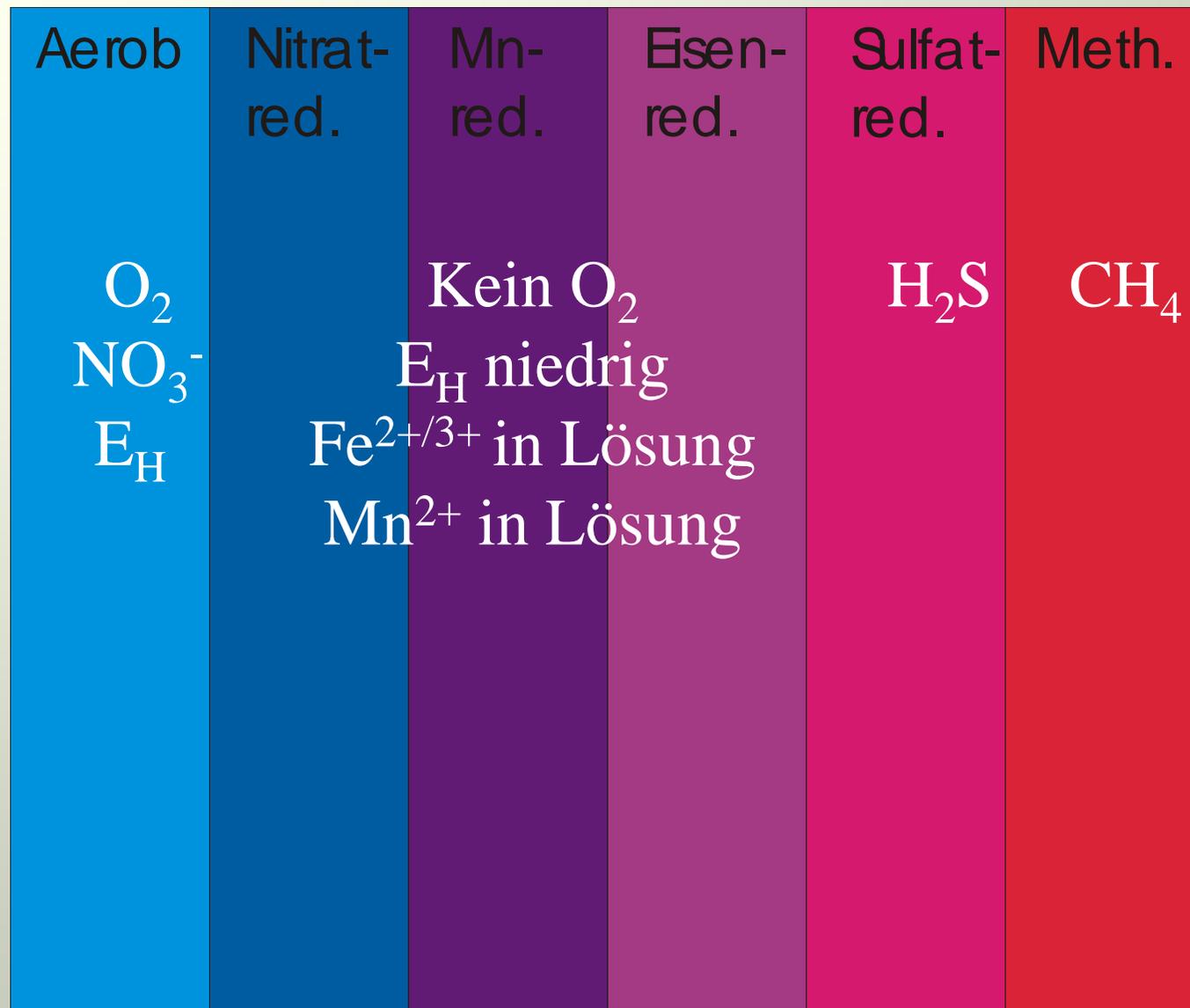


# Warum kommt es zu diesen Problemen?

Änderungen der Gleichgewichtsbedingungen  
(insbesondere Druck, Sauerstoffzufuhr, Mischung  
verschiedener Wässer, Entgasung, Nährstoffzufuhr,  
Temperatur)





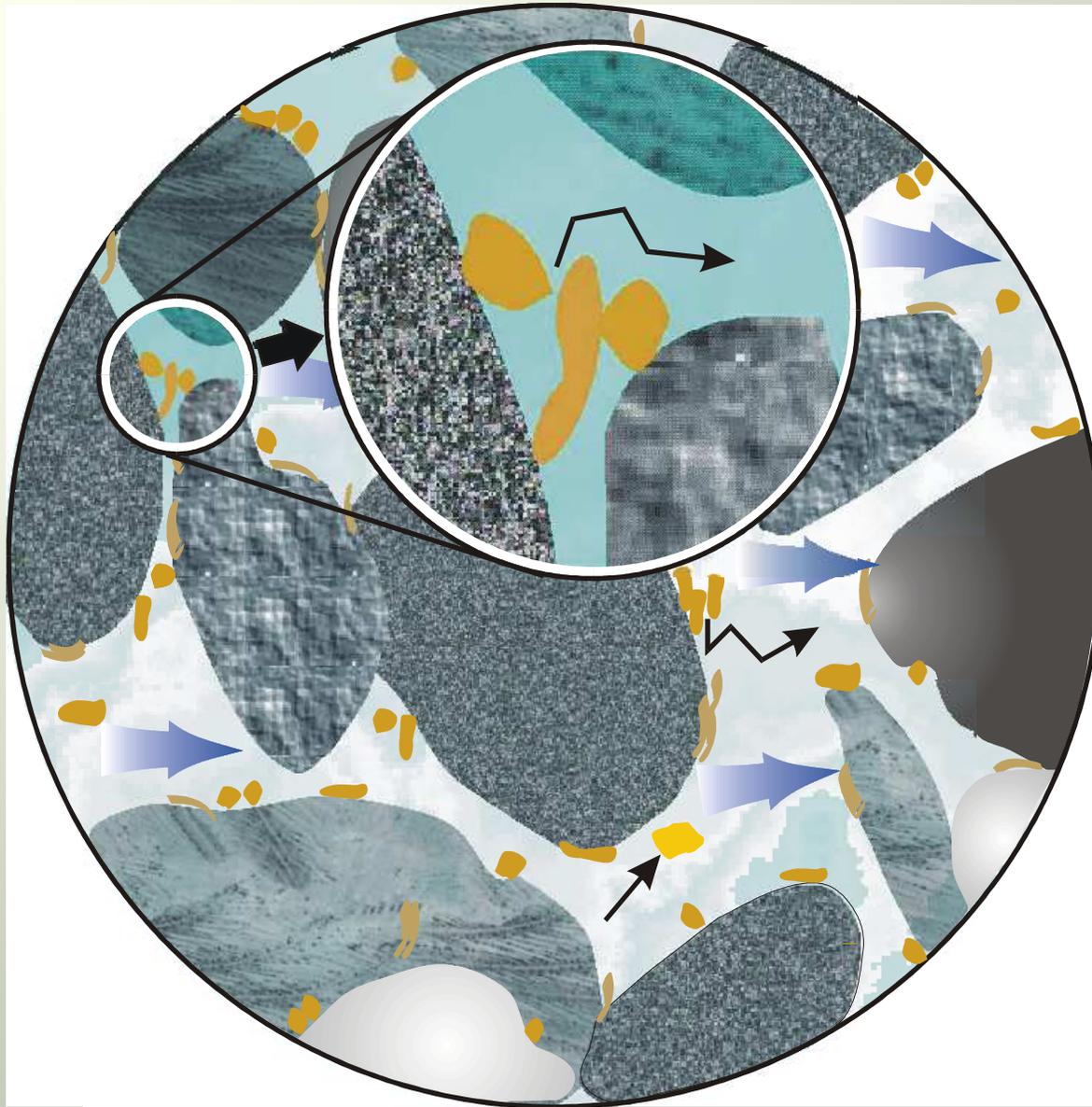


# Redoxzonen im Grundwasser

Aerob  
oxidierend



Anaerob  
reduzierend



## Mikroorganismen im Grundwasser

Lösung und Fällung  
(z.B. Fällung von  
Kalk)

Redoxprozesse  
(z.B. Korrosion durch  
Entgasung von  $H_2S$ )

## Prozesse

Mikrobielle Prozesse  
(z.B. Biofilm,  
Verockerung,  
Brunnenalterung)

Mischung von Wässern  
(z.B. aerobe mit  
anaeroben Wässern)

Beurteilungsmerkmal	Ungefährer Konzentrationsbereich (mg/l)	Beurteilung Kupfer
absetzbare Stoffe (organische)		0
Ammoniak NH <sub>3</sub>	< 2 2 bis 20 > 20	+ 0 -
Chlorid	< 300 > 300	+ 0
elektr. Leitfähigkeit	< 10 µS/cm 10 bis 500 µS/cm > 500 µS/cm	0 + -
EISEN (Fe) gelöst	< 0,2 > 0,2	+ 0
freie (aggressive) Kohlensäure	< 5 5 bis 20 > 20	+ 0 -
MANGAN (Mn) gelöst	< 0,1 > 0,1	+ 0
NITRATE (NO <sub>3</sub> ) gelöst	< 100 > 100	+ 0
PH-Wert	< 7,5 7,5 bis 9 > 9	0 + 0

Beurteilungsmerkmal	Ungefährer Konzentrationsbereich (mg/l)	Beurteilung Kupfer
Sauerstoff	< 2 > 2	+ 0
Schwefelwasserstoff (H <sub>2</sub> S)	< 0,05 > 0,05	+ -
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	< 1 > 1	0 +
Hydrogenkarbonat (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	< 70 70 bis 300 > 300	0 + 0
Aluminium (Al) gelöst	< 0,2 > 0,2	+ 0
SULFATE	bis 70 70 bis 300 > 300	+ 0 -
SULPHIT (SO <sub>3</sub> ), freies	< 1	+
Chlorgas (Cl <sub>2</sub> )	< 1 1 bis 5 > 5	+ 0 -



Auch bei Edelstahl  
Ausschlusskriterium

Tab. 4.2: Beständigkeit von kupfergelöteten Edelstahl-Plattenwärmetauschern gegenüber Wasserinhaltsstoffen  
 „+“ normalerweise gute Beständigkeit;  
 „0“ Korrosionsprobleme können entstehen, insbesondere, wenn mehrere Faktoren mit 0 bewertet sind  
 „-“ von der Verwendung ist abzusehen) [< kleiner als, > größer als]

# Korrosion

Quelle: Dimplex

# Was muss ich wissen?

## • Problemfeld

## • Änderung

## • Auswirkung

Wie hoch ist die Ausgangstemperatur im Grundwasser?

Erhöhung der Temperatur bzw. Verminderung

**Praktisch kein oder nur geringer direkter Einfluss auf die Beschaffenheit** - Aber: Entgasung bei Erhöhung der Temperatur

Stammt das Wasser aus der anaeroben Zone?

Falls ja, mögliche Zufuhr von Sauerstoff

Ausfällung von Eisen- und Manganoxiden, Korrosion

Enthält das Wasser  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ ?

Falls ja, Entgasung aufgrund erhöhter Temperatur oder verminderten Drucks

Korrosion  
Ausfällen von Carbonaten (z.B. Kalk)

Redoxpotential des Wassers

Mischung von Wässern unterschiedlicher Zonen

Korrosion, Verockerung

Mikrobiologische Prozesse, insbesondere Bakterien

Erhöhung der Nährstoffzufuhr durch vermehrten Zustrom am Pumpbrunnen

Bildung von Biofilmen und Verschleimung  
Ausfällung von Metallen und Verockerung

**Was muss ich noch wissen?**

**Manchmal nützt alles nichts!**

# Was kann ich tun?

## • Problemfeld

## • Achtung!

## • Hinweise

Wasser stammt aus der anaeroben Zone, enthält gelöstes Eisen und Mangan

Keine Zufuhr von Sauerstoff

Wasserstand im Pumpbrunnen immer oberhalb Verfilterung; Einleitung immer möglichst tief im Brunnen; Stickstoff / Argon

Wasser enthält gelöste Gase  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $H_2S$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$

Gasdichtigkeit, Material von Leitungen

Analyse von Einlauf / Auslauf; Chemische Berechnungen

Im Pumpbrunnen bildet sich ein Biofilm

Wird häufig übersehen, Gefahr von Biofouling

Verminderung der Pumprate, unregelmäßiges Pumpen

Wasser wirkt korrosiv

Lötstellen

Korrosionseigenschaft des Wassers im Vorfeld überprüfen, ansonsten: Edelstahl

Pumpleistung lässt nach, Leitungen verkalken

Pumpenausfall, Zusetzen möglich

Ob das Wasser im Hinblick auf Kalk und andere Minerale übersättigt ist, lässt sich im Vorfeld leicht überprüfen  
Pumpzone verändern

# Zusammenfassung

Die Temperaturänderung an sich hat meist keine oder nur geringe Auswirkungen auf das Grundwasser, die Brunnen und die restliche Anlage

Bedeutsam sind:

- Ausfällen von Eisen- und Manganoxiden- und hydroxiden durch Eindringen von Sauerstoff in Wasser aus anaeroben Milieu (meist in der Anlage und im Schluckbrunnen)
- Entgasung von gelösten Gasen (insbesondere  $H_2S$ ,  $CH_4$  und  $CO_2$ ) und folgende Korrosion und Ausfällungen (meist in der Anlage und in den Leitungen)
- Verschleimung und Verockerung durch mikrobiologische Aktivität (Pumpbrunnen)