

Validierung redoxsensitiver Bänder

Ein innovatives Verfahren zum Langzeit- monitoring von Schadstofffahnen

Strategien zur Boden- & Grundwassersanierung
24.-25. November 2008, Dechema e.V.
Frankfurt/Main

Matthias Weede, Peter Martus, Philipp Blum, Franz D. Oeste,
Reiner Melzer

„...Monitoring stellt sich als Prozess mit qualitativen und quantitativen Anforderungen dar. Es handelt sich nicht um eine statische Maßnahme.“

KORA - Monitoring und Analysetechniken

„...Aufgabe des Monitorings ist es, die relevanten Abbauprozesse zu erkennen und zu verstehen.“

KORA - Monitoring und Analysetechniken

Gliederung

- Anlass
- Hintergrund
- Standortbeschreibung
- Methodik der durchgeführten Untersuchungen
- Ergebnisse und Interpretation
- Zusammenfassung und Ausblick

Hintergrund

Die „Redoxzwiebel“



?

?

?

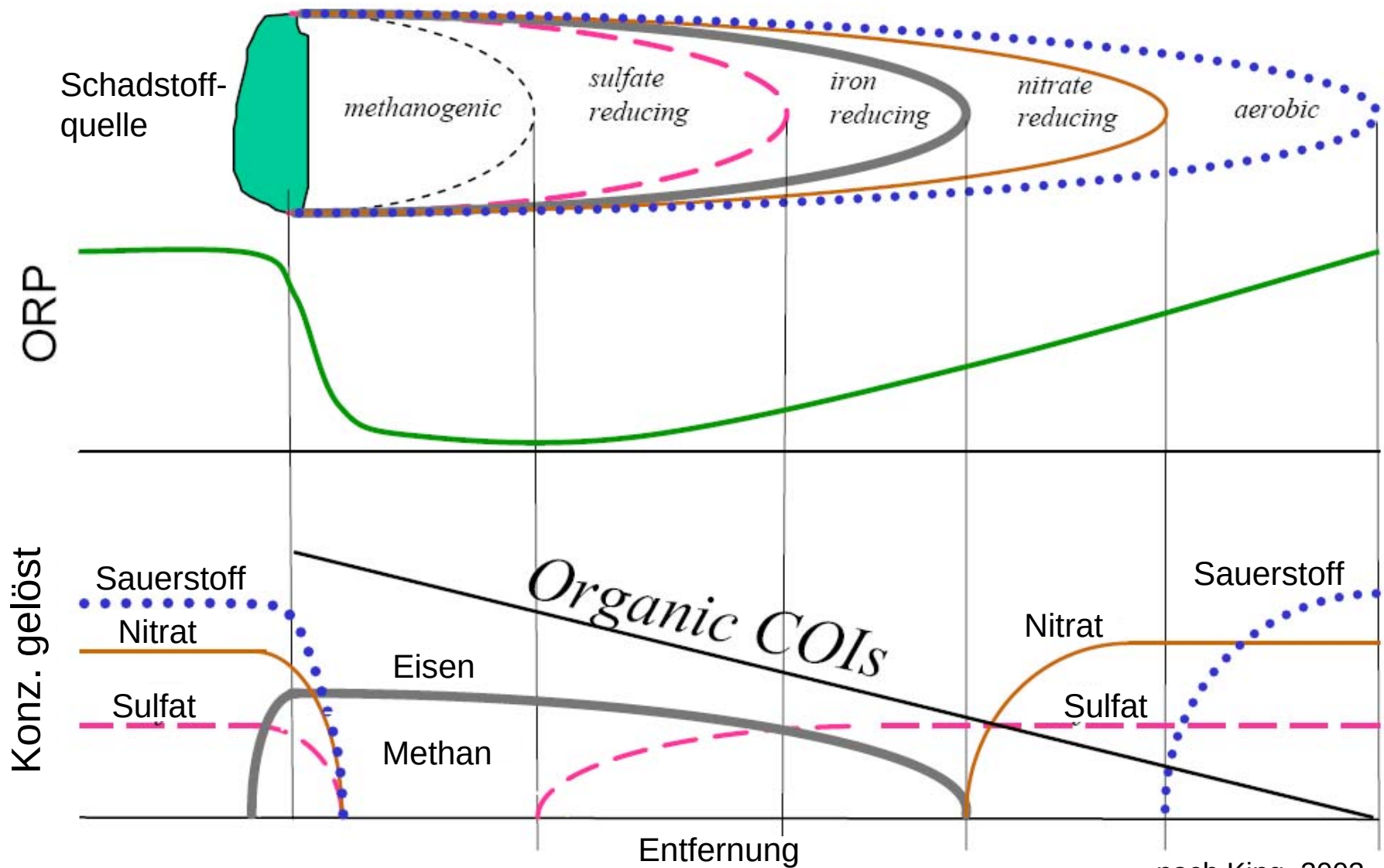


GNU Free Documentation License



URS

Redoxzonierung



Redoxzonierung

- im Bereich der Schadstofffahne bilden sich charakteristische Zonen mit unterschiedlichen Redoxbedingungen aus
- durch Redoxreaktionen entstehen charakteristische Anionen-Kationen-Verhältnisse in den Zonen
- ➔ Kartierung der Redoxbedingungen zur Untersuchung der Fahndynamik
- ➔ im Langzeitmonitoring als Indikatorprogramm stellvertretend für Schadstoffmessungen

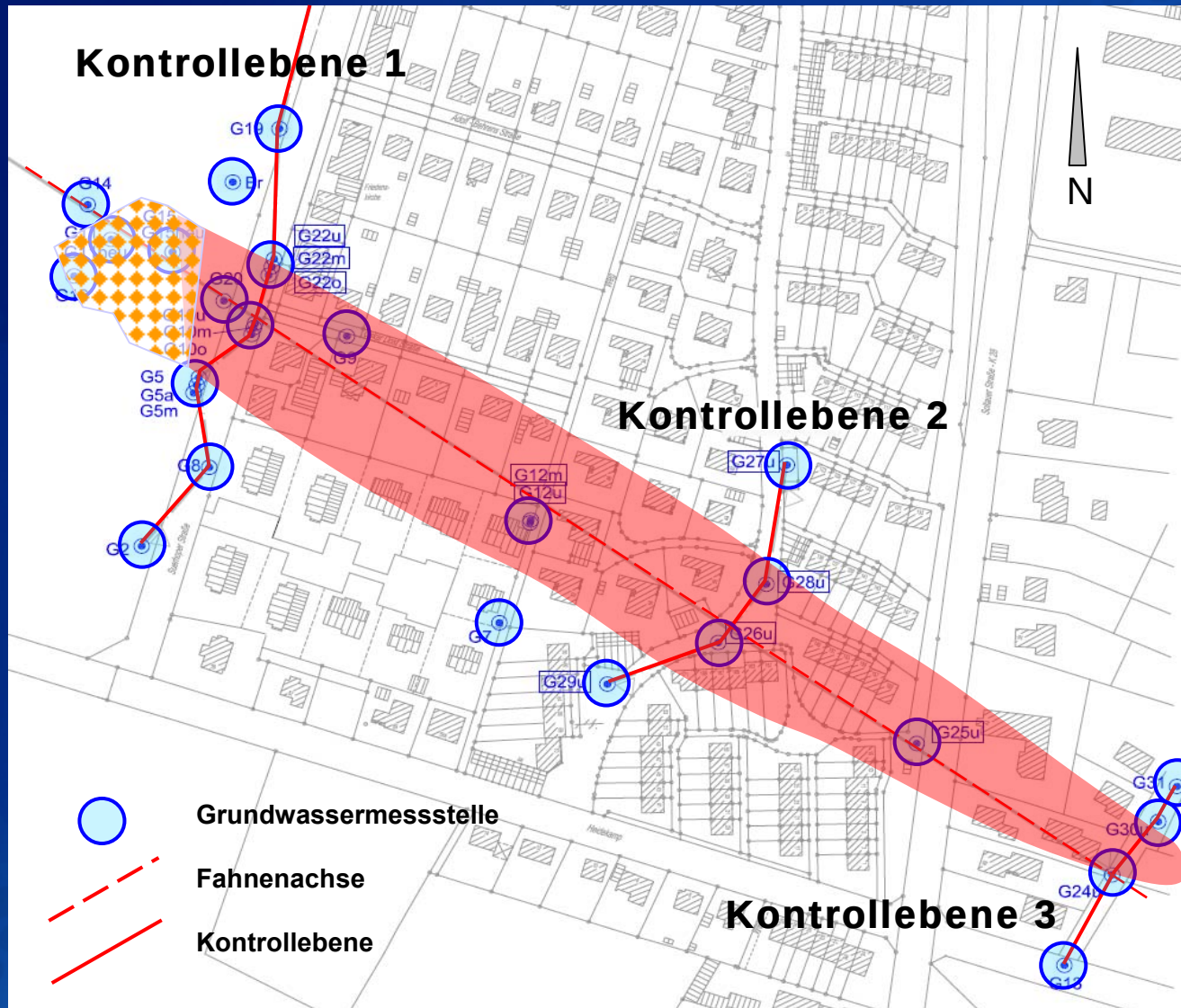
Standortbeschreibung

Schadenszentrum
Ehemaliges
Imprägnierwerk



- Schadstofffahne im Wohngebiet (PAK, BTEX, Phenole)
- Grundwasserfließrichtung SE
- gut durchlässiger Sandaquifer
- Grundwasser ungespannt
- Flurabstand ca. 25 m

Grundwassermessstellennetz

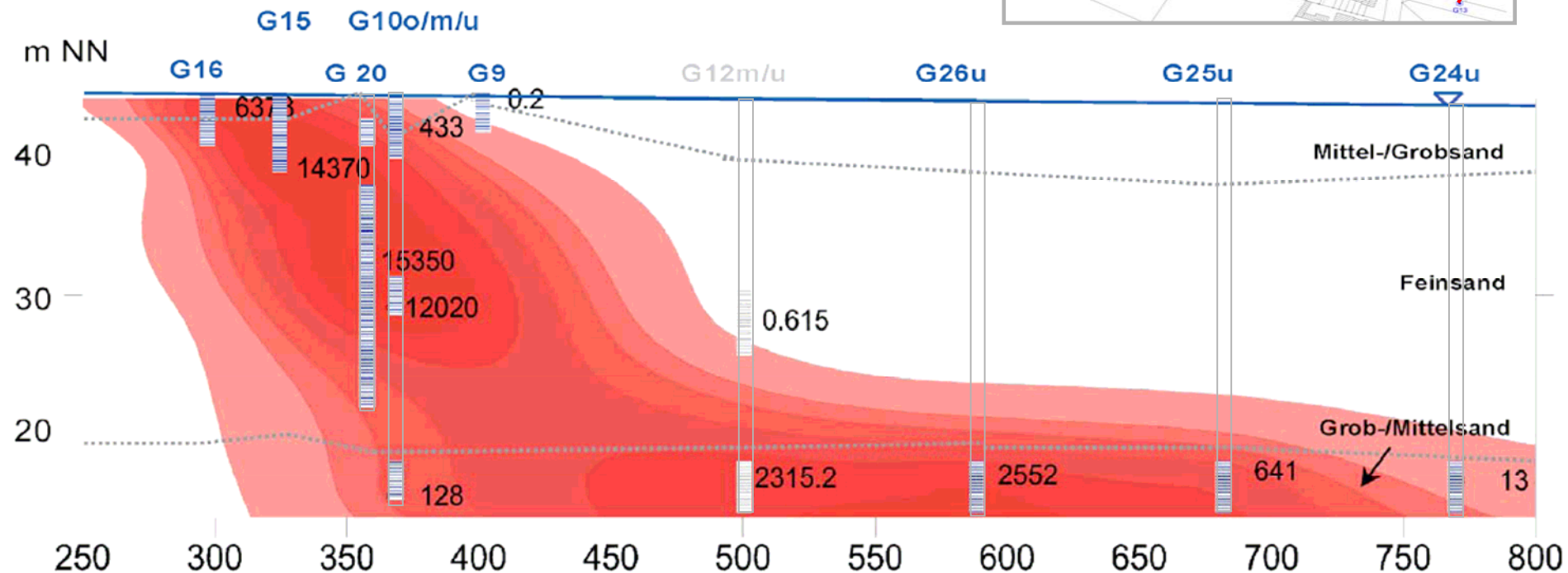
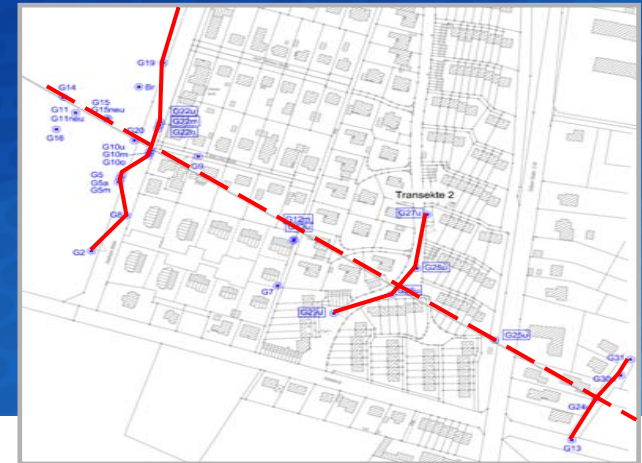


Strategie: MNA

- ca. 25 Messstellen im Bereich der Fahne
- Verfilterung in drei verschiedenen Tiefenniveaus (o/m/u)
- Messstellen bis ca. 50 m u. GOK

Vertikale Schadstoffverteilung

- Schadstofffahne sinkt vertikal ab
- breitet sich auf einem schwach schluffigen Feinsand in ca. 48 m u. GOK aus



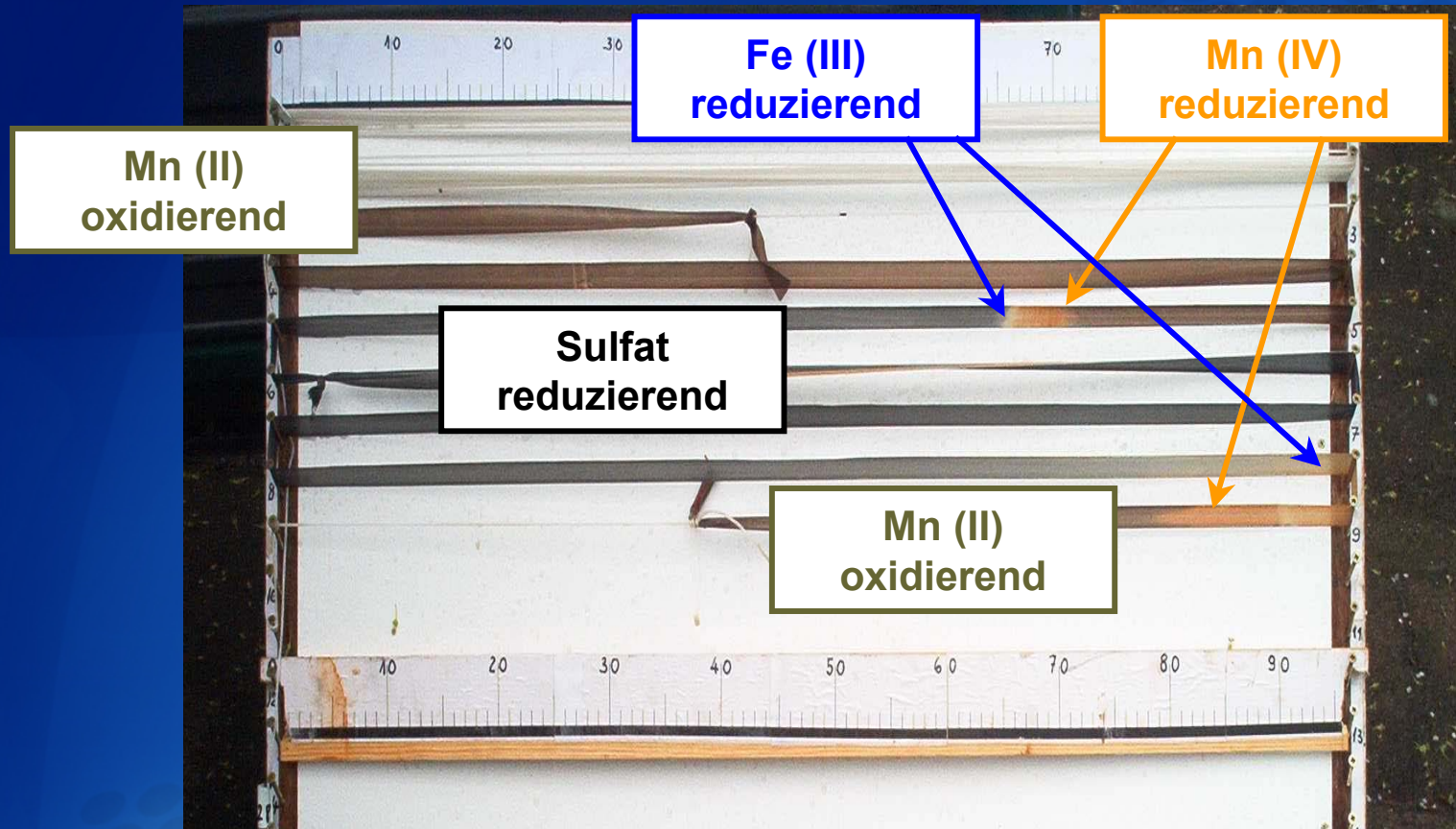
Methodik der Redoxbänder

- Einhängen von Textilbändern in den Filterbereich von Grundwassermessstellen
- Bänder sind mit MnO_2 (Braunstein) beschichtet
- ca. 4 Wochen Messzeitraum
- farblich charakteristische Veränderungen am Textilband durch Redoxreaktionen an dessen Oberfläche



Information über Redoxmilieu

Erfasste Redoxzonen



Mn (II) oxidierend	⇒ grün
Mn (IV) reduzierend	⇒ orange
Fe (III) reduzierend	⇒ weiß
Sulfate reduzierend	⇒ grau

Zone 1

Zone 2

Zone 3

Zone 4

Einschränkungen

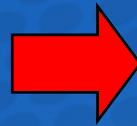
- keine Methanogenese detektierbar
- keine Aussagen zu Nitrat
- Ungenauigkeit bei extremen Grundwasserspiegelschwankungen oder vertikalen Strömungen in der Messstelle
- Ausbaudurchmesser ≥ 2 Zoll notwendig



Validierungsansatz

Validierung der Redoxbänder durch kombinierten Einsatz von:

- Redoxbändern
- Low-Flow Sampling
- Passivsammlern



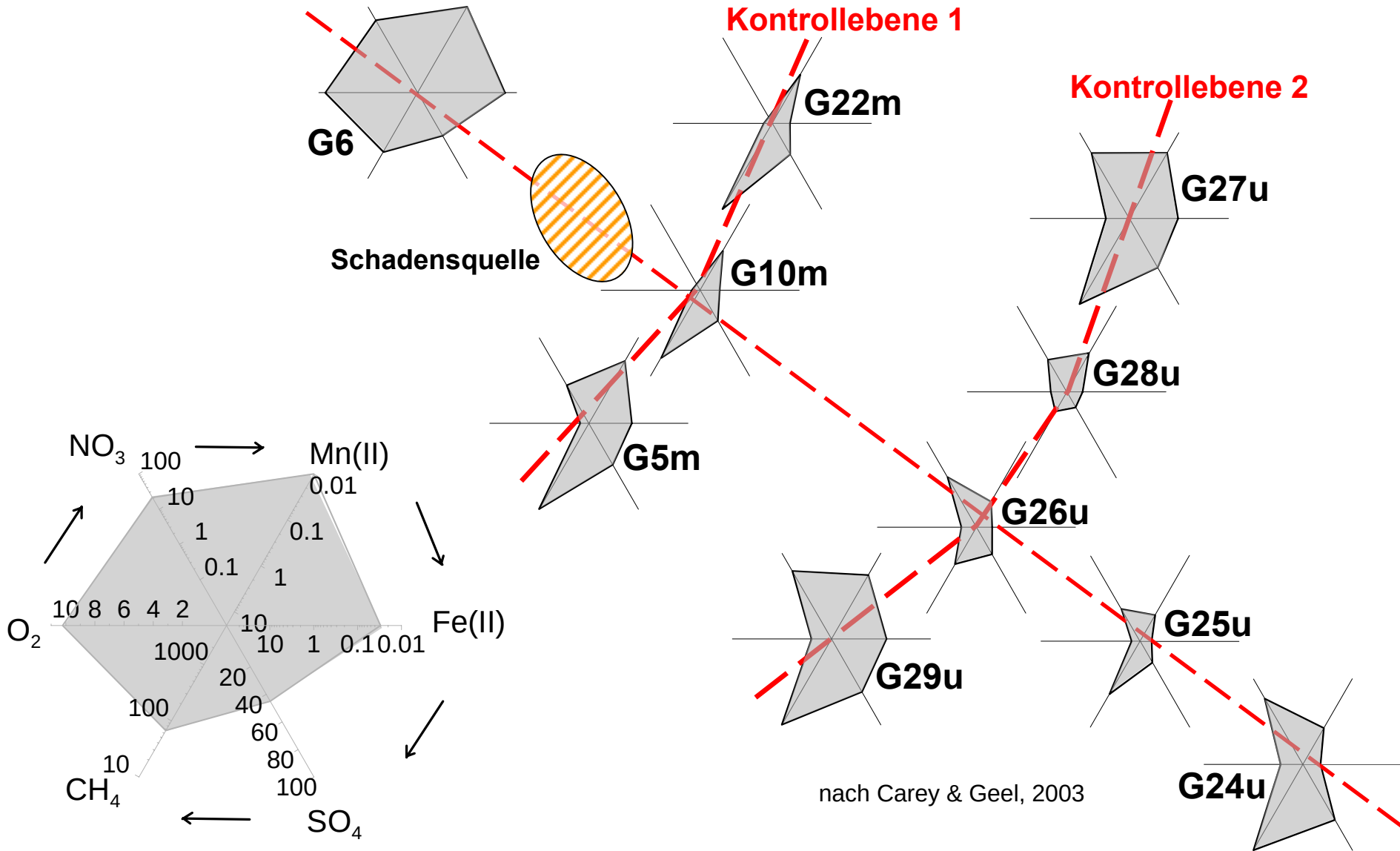
Direkter Vergleich von
Redoxzonen,
Schadstoffkonzentration
und NA-Parametern

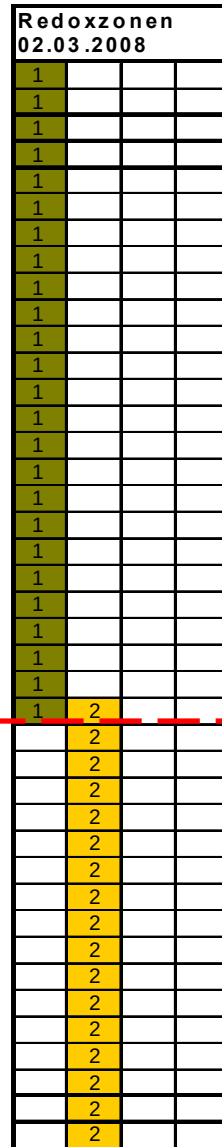
Validierung



■ Passivsammler

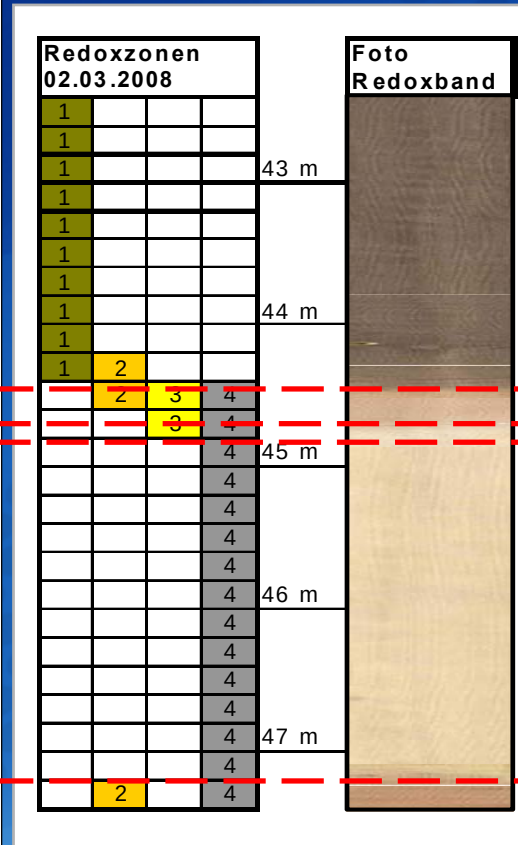
Übersicht Chemismus





Zone 1
Mn(II) → Mn(IV)

Zone 2
Mn(IV) → Mn(II)



Zone 2

Zusammenfassung

- Redoxbänder zum Monitoring von NA-Prozessen durch Kombination mit tiefenhorizontierter Grundwasserbeprobung validiert
- Redoxbänder liefern schärferes Abbild als GW-Analytik
- Bestätigung des Zwiebelschalenmodells
- Räumliche/zeitliche Entwicklung von Schadstofffahnen dokumentierbar

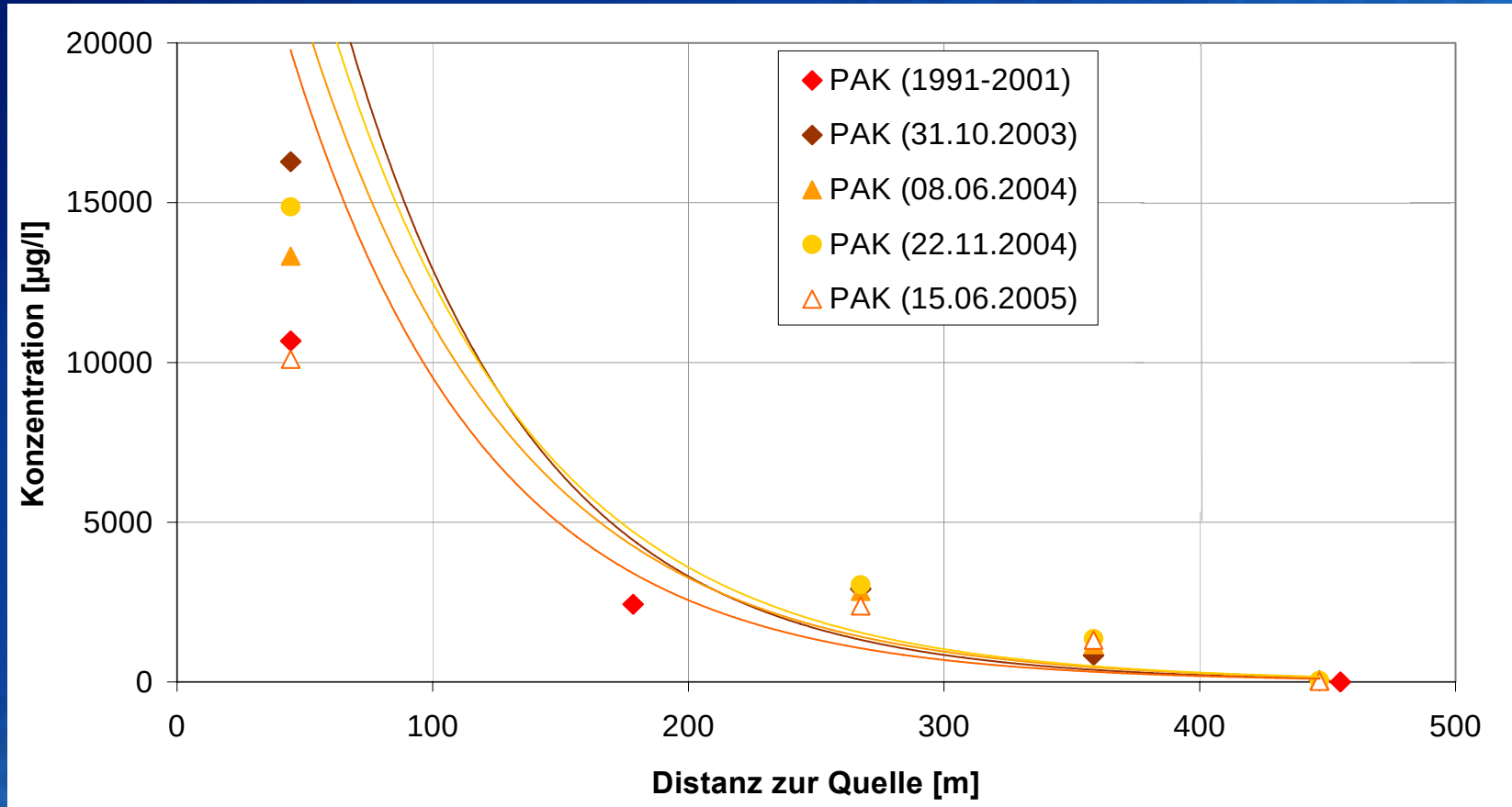
Zusammenfassung

- Behördenakzeptanz erwartet
- Einsatzbereites kostengünstiges Verfahren zum unterstützenden Einsatz beim Langzeitmonitoring

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

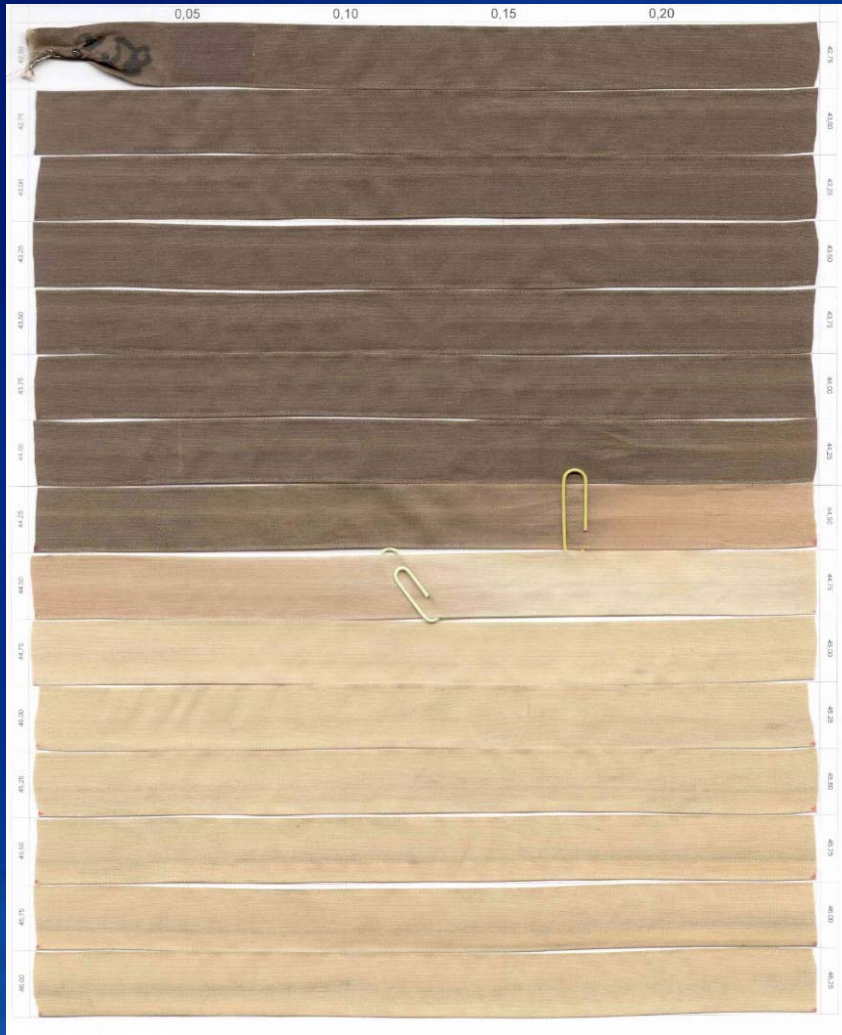
PAK-Konzentrationen

■ Summe PAK [$\mu\text{g/l}$] entlang der Fahnenachse



Auswertung

G28U



Zone 1:

- Mn oxidierend
- MnO_2 stabil
- aerobe Bedingungen

Zone 2:

- Fe (II) oxidiert, Mn(IV) reduziert

Zone 3:

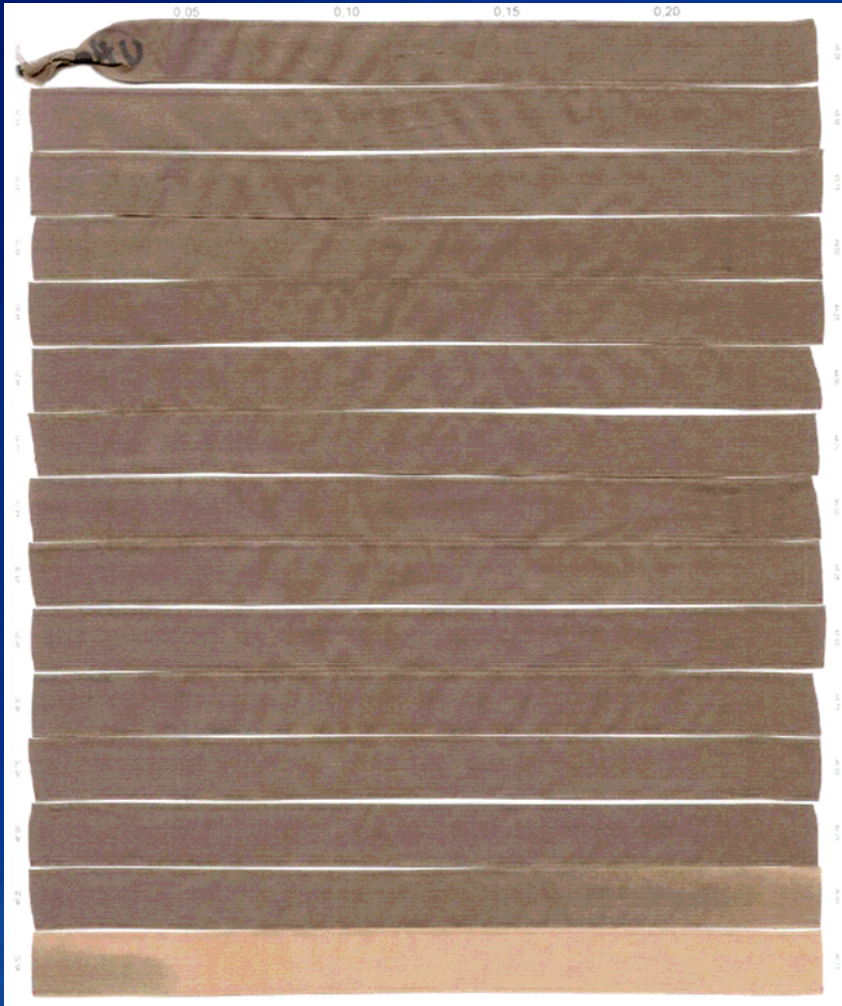
- Fe(III) reduziert

Zone 4:

- Sulfat wird reduziert

Auswertung

G24U



Zone 1:

- Mn oxidierend
- MnO_2 stabil
- aerobe Bedingungen

Zone 2:

- Mn(IV) wird reduziert
- Mn(II) geht in Lösung
- Fe(II) wird oxidiert
- Eisenocker schlägt sich nieder

Darstellung eines zeitlichen Trends

G29u

Untersuchte Filterstrecke m unter POK		Redox-Milieu 07.05.2004				Redox-Milieu 27.12.2004				Redox-Milieu 09.06.2005			
von	bis	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
41.70	41.72												
41.72	41.60												
41.60	41.58												
41.58	41.50												
41.50	41.56												
41.56	42.00												
42.00	42.02												
42.02	42.10												
42.10	42.12												
42.12	42.20												
42.20	42.22												
42.22	42.30												
42.30	42.32												
42.32	42.40												
42.40	42.42												
42.42	42.50												
42.50	42.52												
42.52	43.00												
43.00	43.02												
43.02	43.10												
43.10	43.12												
43.12	43.20												
43.20	43.22												
43.22	43.30												
43.30	43.32												
43.32	43.40												
43.40	43.42												
43.42	43.50												
43.50	43.52												
43.52	44.00												
44.00	44.02												
44.02	44.10												
44.10	44.12												
44.12	44.20												
44.20	44.22												
44.22	44.30												
44.30	44.32												
44.32	44.40												
44.40	44.42												
44.42	44.50												
44.50	44.52												
44.52	45.00												
45.00	45.02												
45.02	45.10												
45.10	45.12												
45.12	45.20												
45.20	45.22												
45.22	45.30												
45.30	45.32												
45.32	45.40												
45.40	45.42												
45.42	45.50												
45.50	45.52												
45.52	46.00												
46.00	46.02												
46.02	46.10												
46.10	46.12												
46.12	46.20												
46.20	46.22												
46.22	46.30												
46.30	46.32												
46.32	46.40												
46.40	46.42												
46.42	46.50												
46.50	46.52												
46.52	47.00												
47.00	47.02												
47.02	47.10												
47.10	47.12												
47.12	47.20												
47.20	47.22												
47.22	47.30												
47.30	47.32												
47.32	47.40												
47.40	47.42												
47.42	47.50												
47.50	47.52												
47.52	48.00												
48.00	48.02												
48.02	48.10												
48.10	48.12												
48.12	48.20												
48.20	48.22												
48.22	48.30												
48.30	48.32												
48.32	48.40												
48.40	48.42												
48.42	48.50												
48.50	48.52												
48.52	49.00												
49.00	49.02												
49.02	49.10												
49.10	49.12												
49.12	49.20												
49.20	49.22												
49.22	49.30												
49.30	49.32												
49.32	49.40												
49.40	49.42												
49.42	49.50												
49.50	49.52												
49.52	50.00												
50.00	50.02												
50.02	50.10												
50.10	50.12												
50.12	50.20												
50.20	50.22												
50.22	50.30												
50.30	50.32												
50.32	50.40												
50.40	50.42												
50.42	50.50												
50.50	50.52												
50.52	51.00												
51.00	51.02												
51.02	51.10												
51.10	51.12												
51.12	51.20												
51.20	51.22												
51.22	51.30												
51.30	51.32												
51.32	51.40												
51.40	51.42												
51.42	51.50												
51.50	51.52												
51.52	52.00												
52.00	52.02												
52.02	52.10												
52.10	52.12												
52.12	52.20												
52.20	52.22												
52.22	52.30												
52.30	52.32												
52.32	52.40												
52.40	52.42												
52.42	52.50												
52.50	52.52												
52.52	53.00												
53.00	53.02												
53.02	53.10												
53.10	53.12												
53.12	53.20												
53.20	53.22												
53.22	53.30												
53.30	53.32												
53.32	53.40												
53.40	53.42												
53.42	53.50												
53.50	53.52												
53.52	54.00												
54.00	54.02												
54.02	54.10												
54.10	54.12												
54.12	54.20												
54.20	54.22												
54.22	54.30												
54.30	54.32												
54.32	54.40												
54.40	54.42												
54.42	54.50												
54.50	54.52												
54.52	55.00												
55.00	55.02												
55.02	55.10												