

A decorative graphic in the top left corner consisting of three overlapping triangles in shades of green and blue.A vertical line on the left side of the slide, composed of a series of parallel diagonal hatching lines.

# Praxiserfahrungen mit tiefenorientierter Grundwasserbeprobung

*HLUG-Seminar  
Altlasten und Schadensfälle  
Neue Entwicklungen*

*20.-21.05.2014  
Rüsselsheim*

**Dr. Peter Martus**



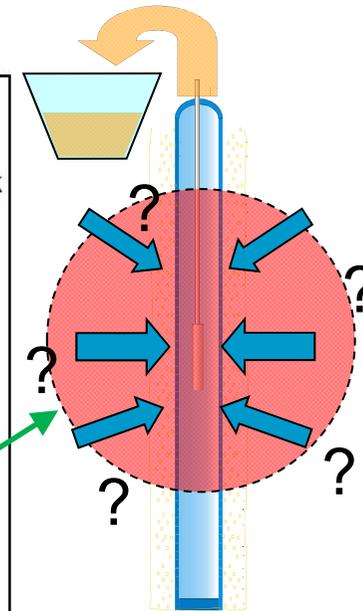
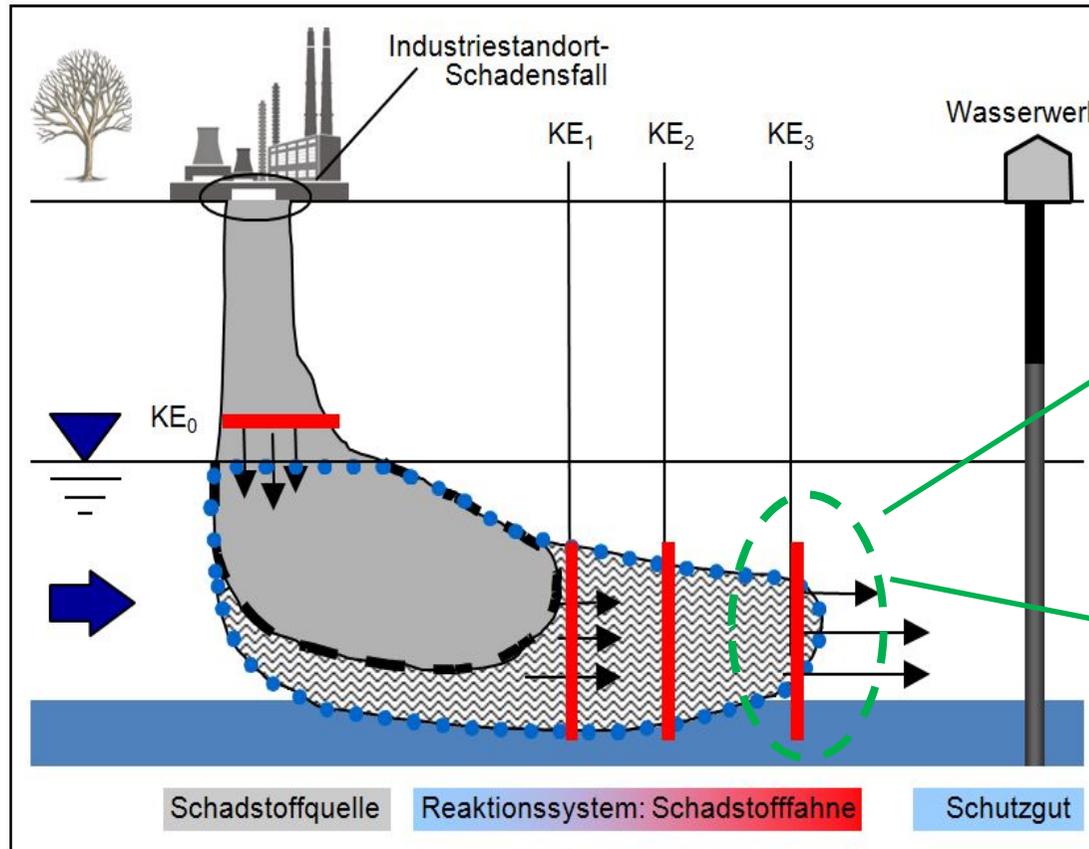
## Gliederung

1. Untersuchungsstrategien Grundwasser
2. Schadensherd- und Fahnen erkundung
3. Monitoring
4. Fracht betrachtung
5. Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren / Fazit

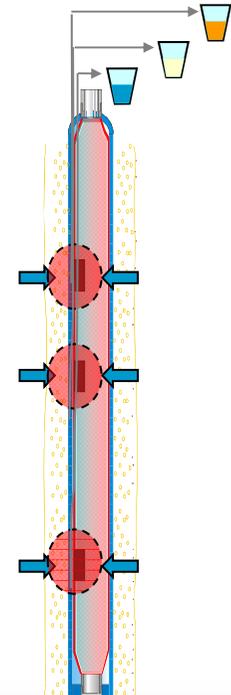
→ Ziel: möglichst repräsentative Probengewinnung



# 1. Untersuchungsstrategien Grundwasser Integrierend



Punktuell



Finanzierung durch das Länderfinanzierungsprogramm „Wasser, Boden und Abfall“ (LFP) 2013



# Arten der tiefenorientierten Untersuchungen

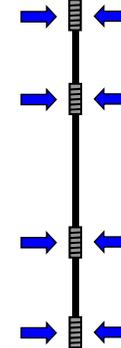
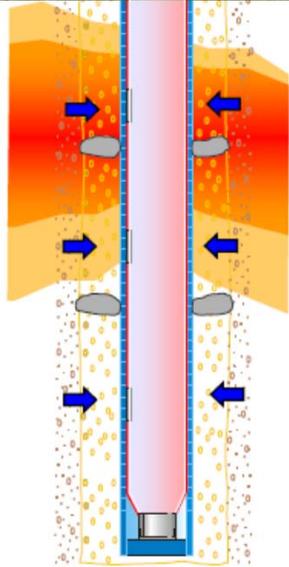
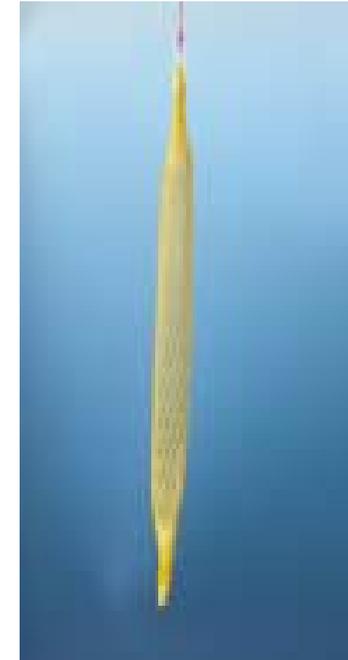


Aktiv

Passiv

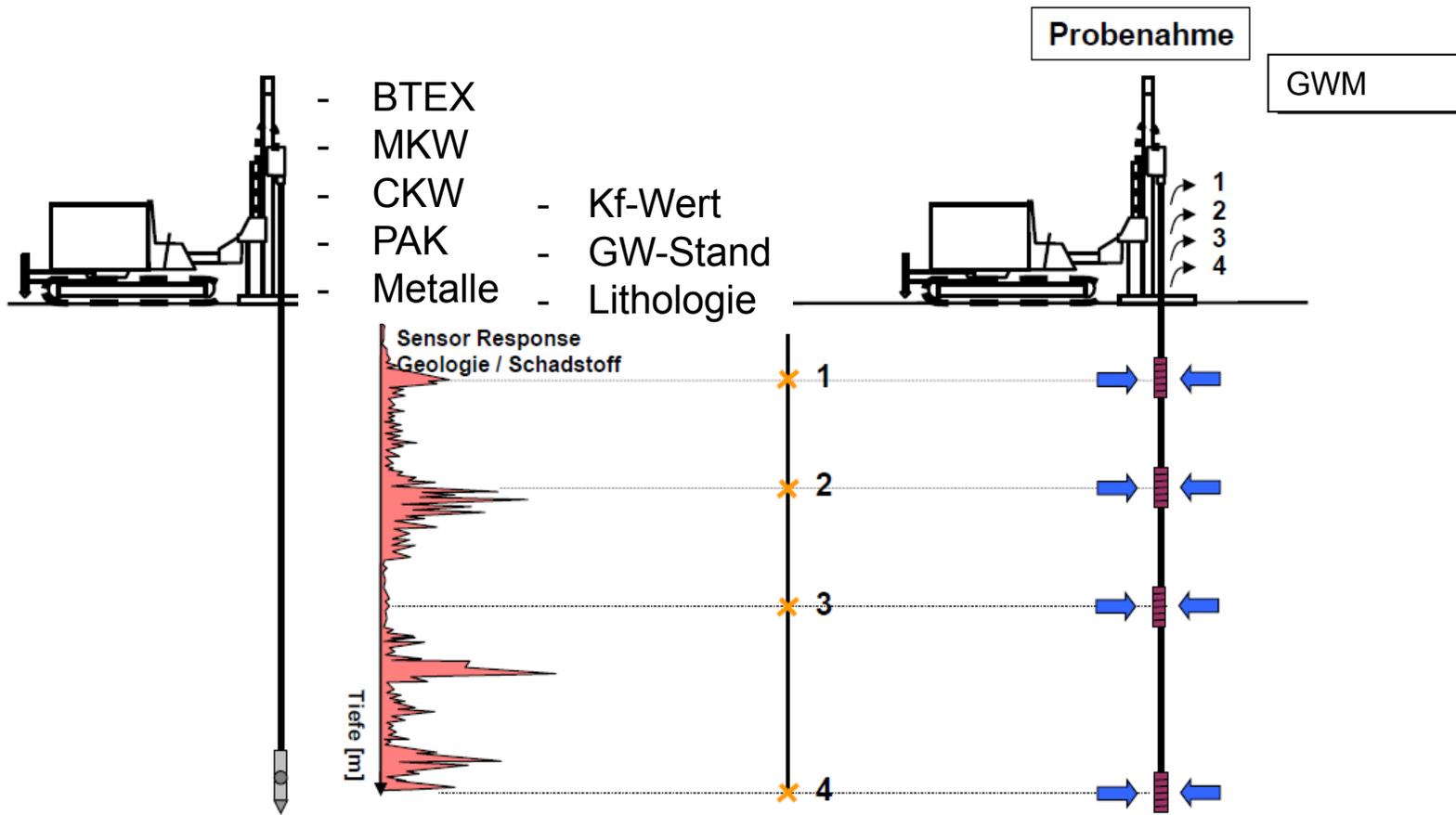
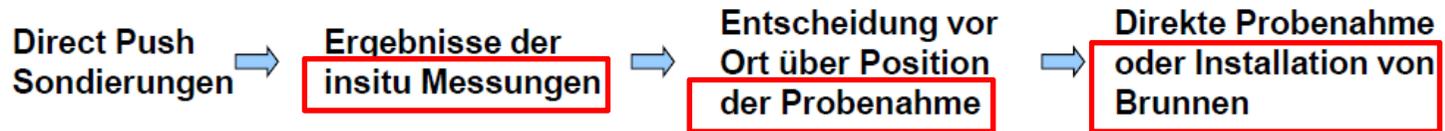
z.B. konventionelle GWM

Direct Push

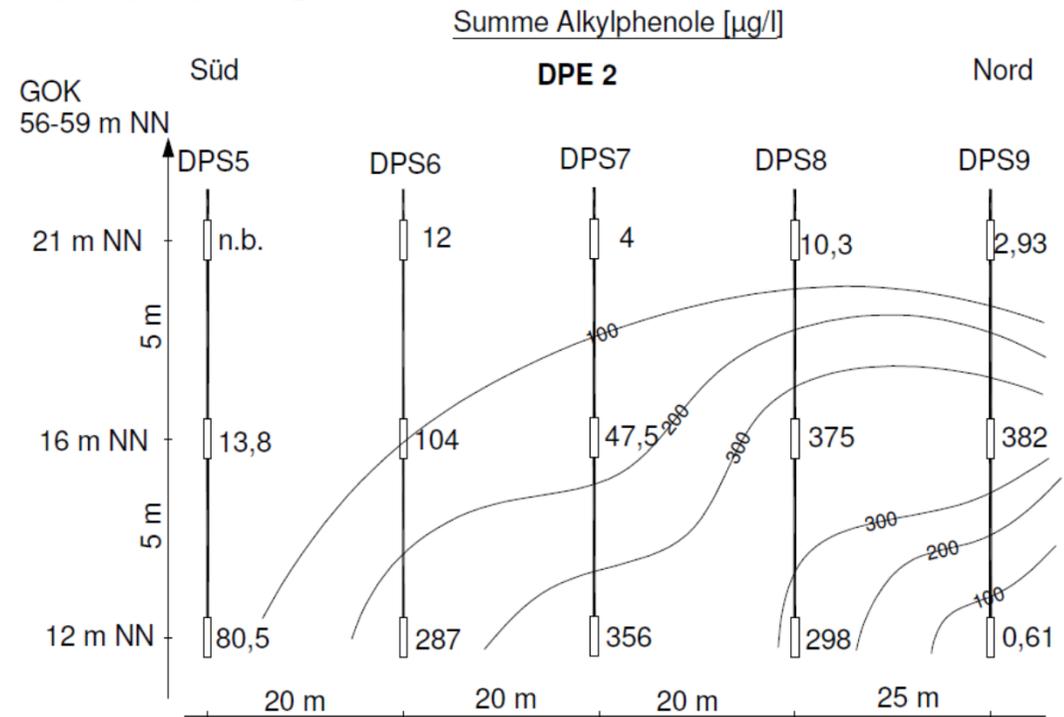
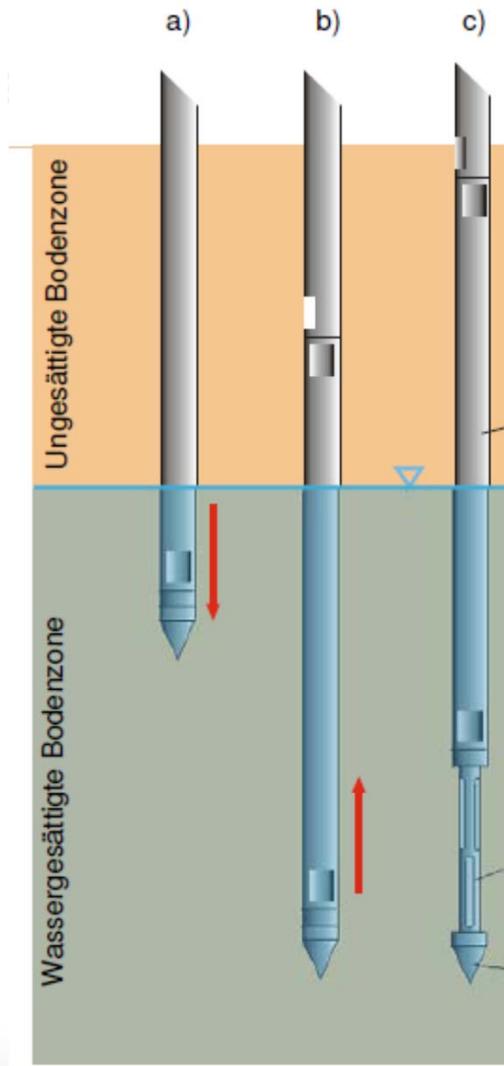
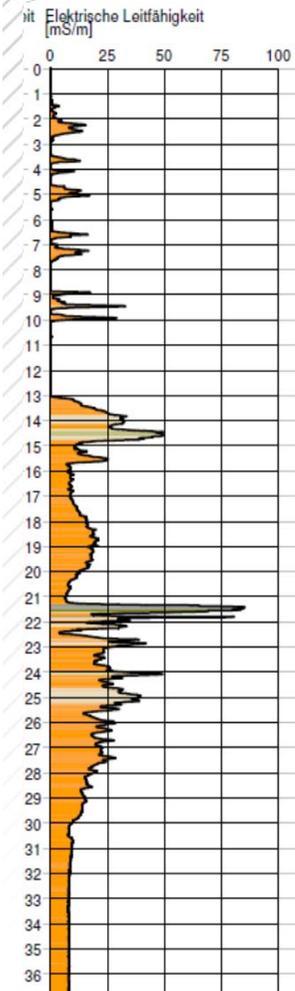


## 2. Schadensherd- und Fahnenerkundung

# Direct Push



# Tiefenorientierte GW-Probenahme - Direct Push GW-Sondierung



- Geeignet für adaptive Sto.-Erkundung bis ca. 50 m u. GOK
- ELF-Untersuchung --> indirekte Information Geologie
- In situ-GW-Beprobung
- Keine Feststoffuntersuchung möglich

# Tiefenorientierte GW-Probenahme

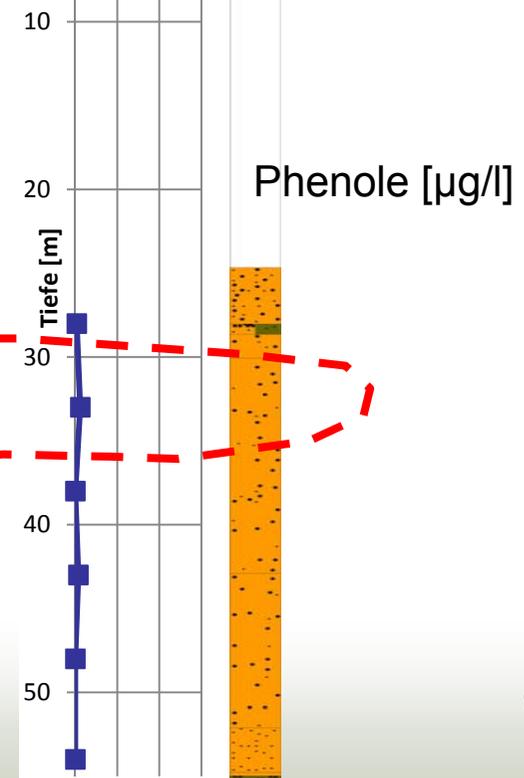
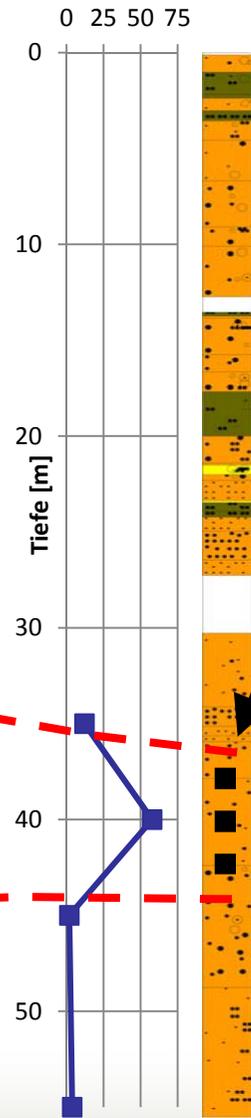
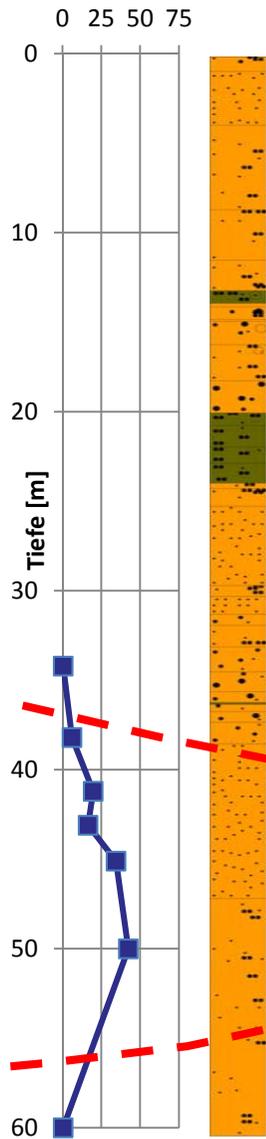
## - Sonic Drilling



- Geeignet für adaptive Sto.-Erkundung bei großen Tiefen bis ca. 150 m u. GOK
- Gewinnung ungestörter Bohrkerne
- In situ-GW-Beprobung
- Sehr schnell!



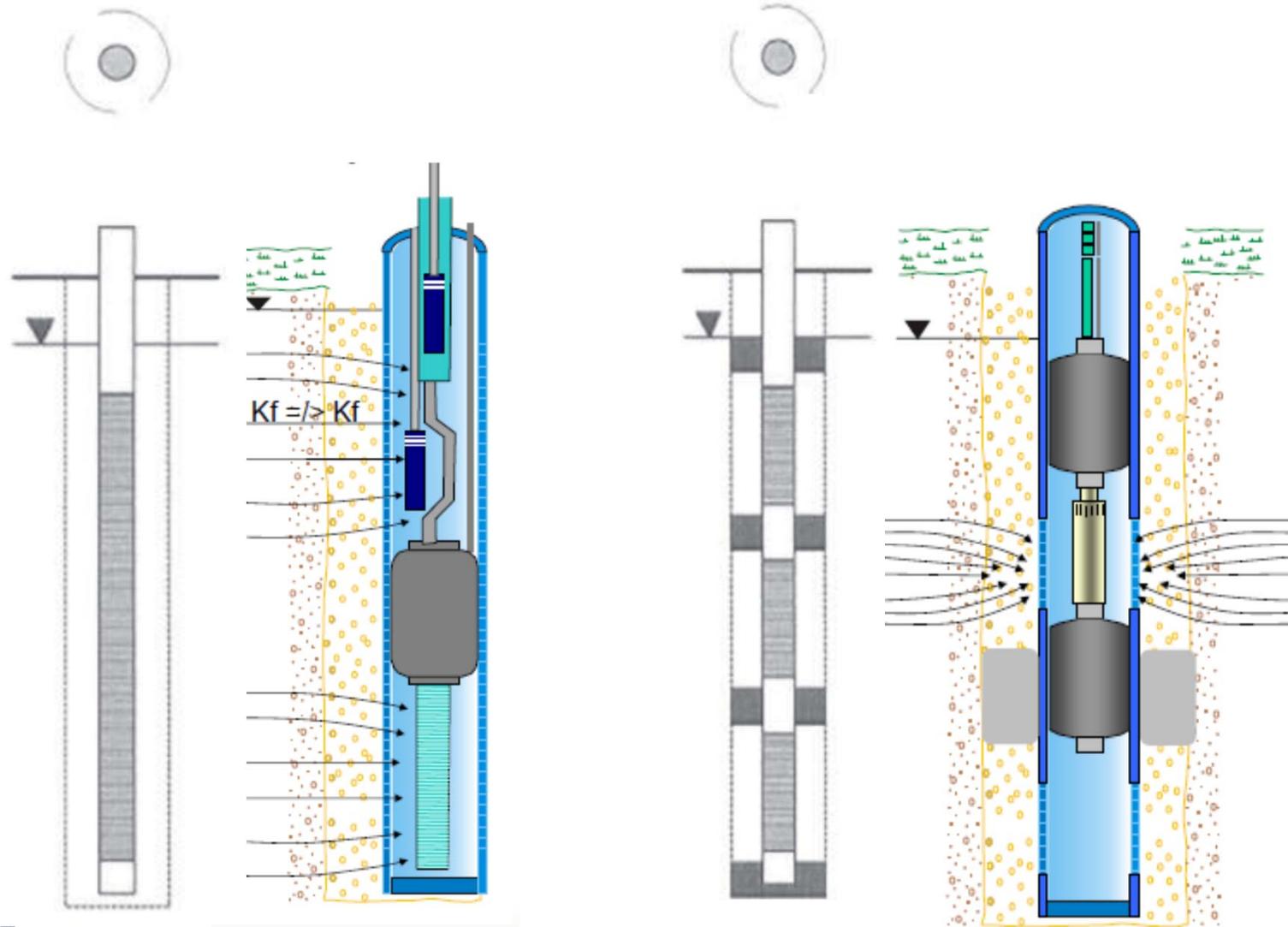
# Sonic Drilling – Ergebnisse



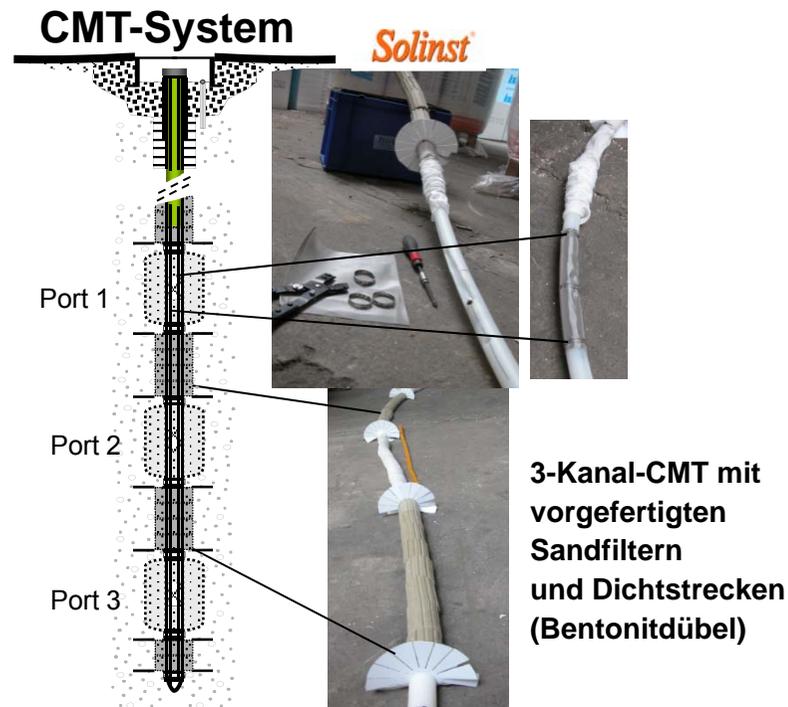
### 3. Monitoring



# Packersysteme in konventionellen GWM

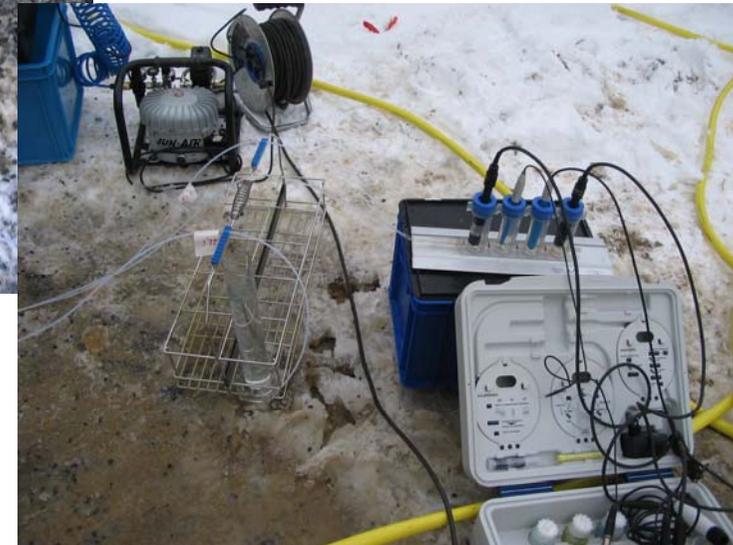
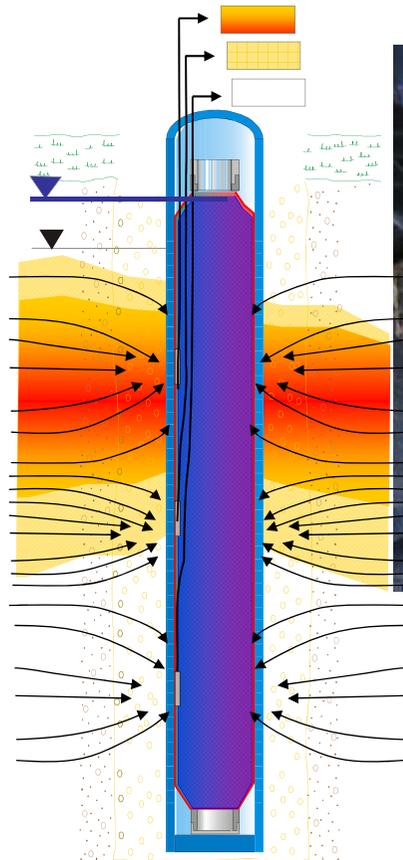


# Mehrkanalbrunnen



- Low-Flow Probenahme ( $Q \leq 1$  l/min) in verschiedenen Tiefen
- 3- und 7-Kanalsystem bis zu 90 m Länge
- Bau vor Ort möglich
- Stationäres System; Installation mit Direct-Push oder konventioneller Brunnenbautechnik

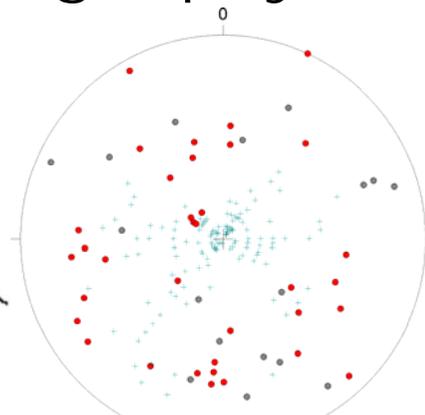
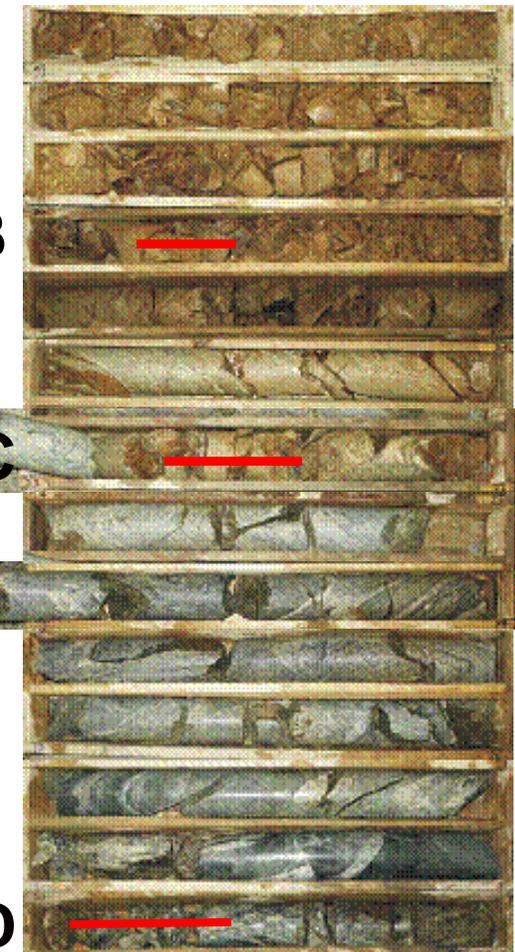
# Multilevel-Schlauchpacker



- In voll- und mehrfach verfilterten GWM oder offenem Bohrloch
- Low-Flow Probenahme ( $Q \leq 1$  l/min) parallel in verschiedenen Tiefen
- Modulare Bauweise: verschiedene Durchmesser, Längen und Anzahl der Probenahmeports

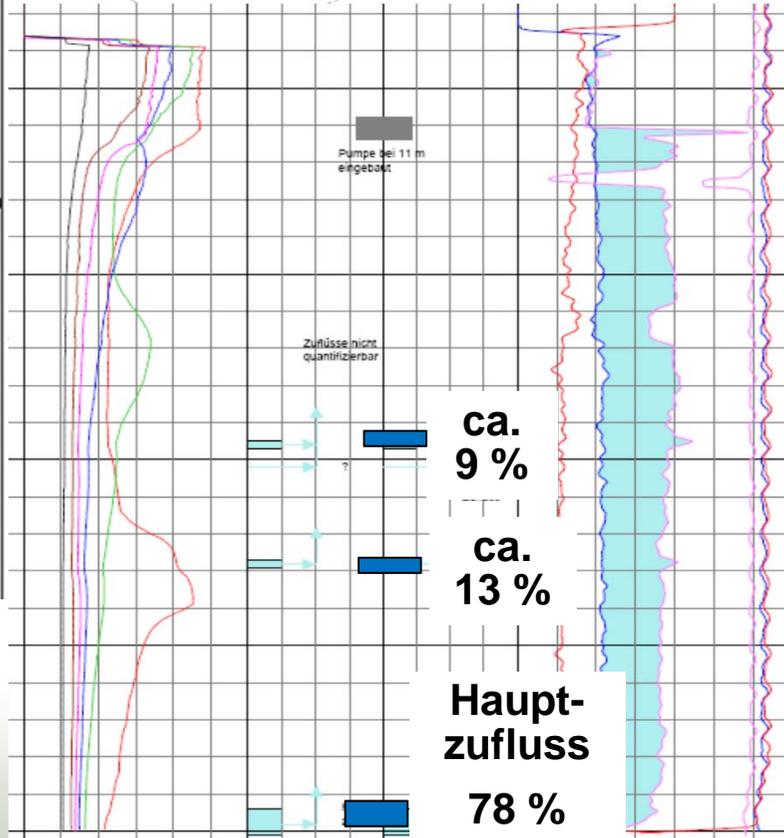
# Bohrlochgeophysik

## Filterstellungen

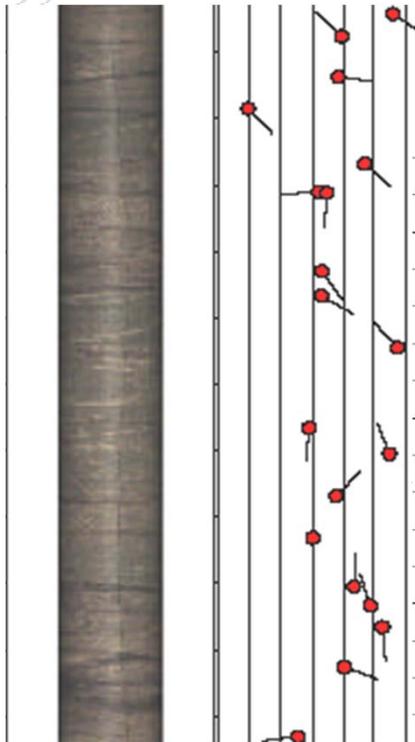


● n=17 (L)  
● n=35 (L)  
● n=249 (L)  
Num total: 301

## Flowmessungen

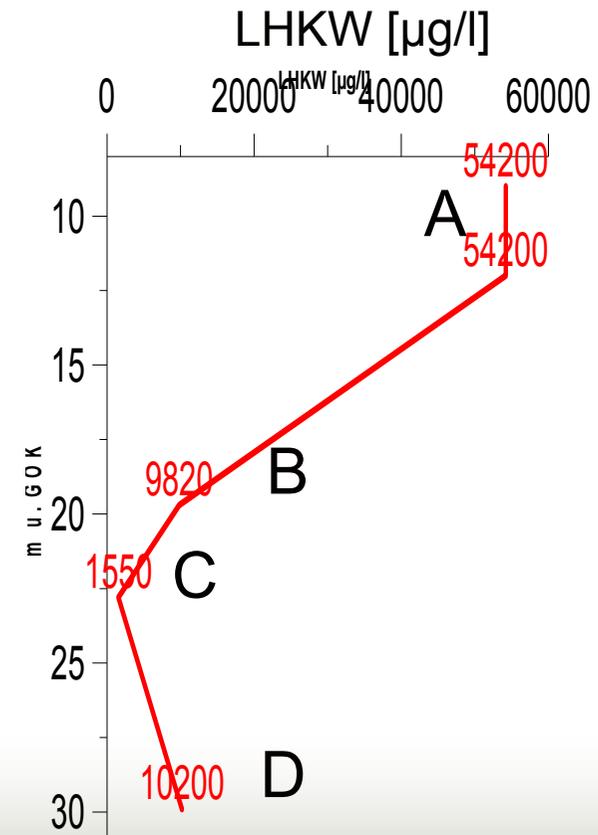
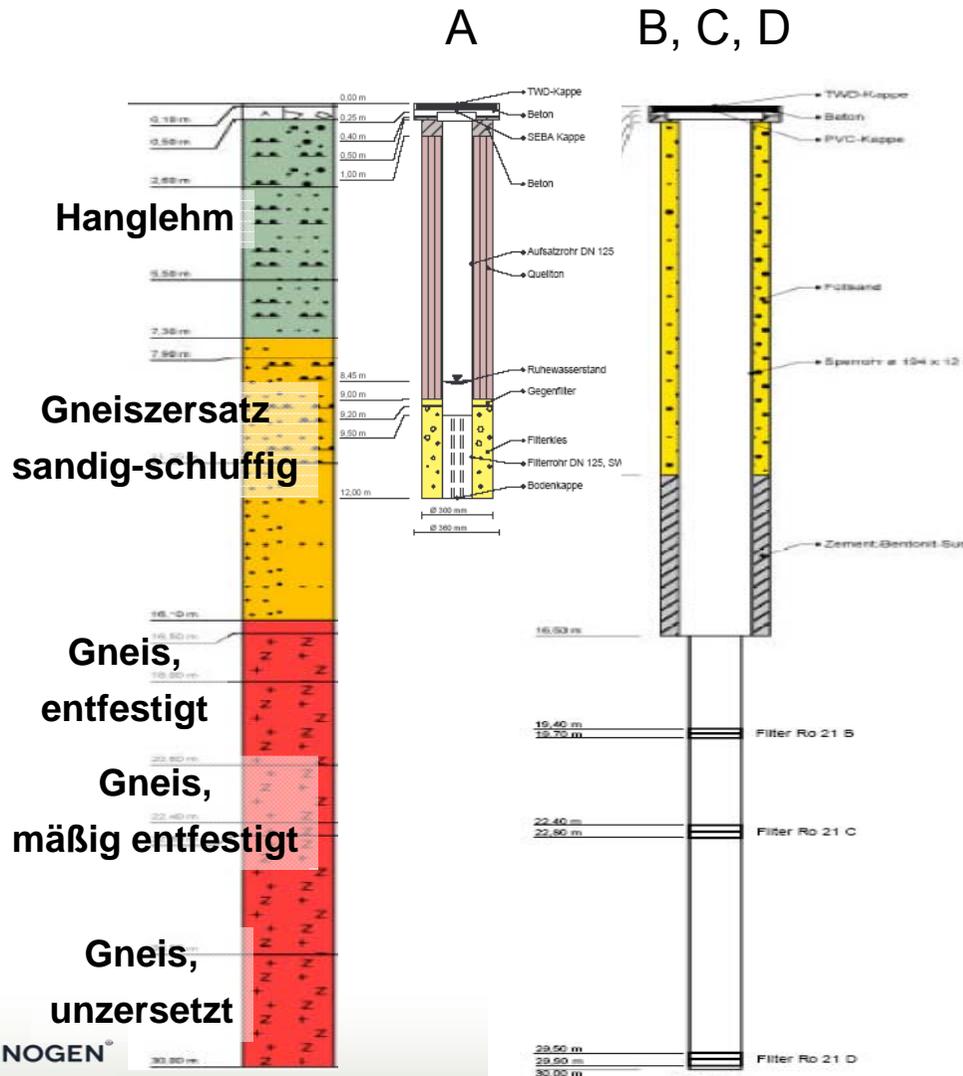


OBI





# Ergebnisse



Martus et al. (2009)





## „Neue“ Beprobungssysteme *Empfehlungen*

- bis ca. 90 m u. GOK einsetzbar
- Einsatz in vollverfilterten Messstellen und / oder Bohrlöchern;  
Voraussetzung: keine relevante Vertikalströmung
- temporärer & permanenter Einbau möglich
- müssen konfektioniert, d.h. entsprechend der gewünschten Probenahmetiefe hergestellt werden
- je nach System Miete oder Erwerb möglich

# Passivsammler

*Beispiel PDBS (Polyethylen-Diffusions-Beutel-Sammler)*



## Bauart

PE-Schlauch, Ø: 3-5 cm x L: 30-50 cm, gefüllt mit deion. Wasser (ca. 300 ml)

## Sammelzeit

Gleichgewicht nach mind. 14 Tagen

## Substanzen

BTEX, CKW

## Analytik

Direkte Wasseranalyse

wird seit 2001 in USA als Standardverfahren eingesetzt

Übersicht / Vergleich passive Probenahme bietet:

Bopp et al. (2004)

In Zeitschrift Grundwasser

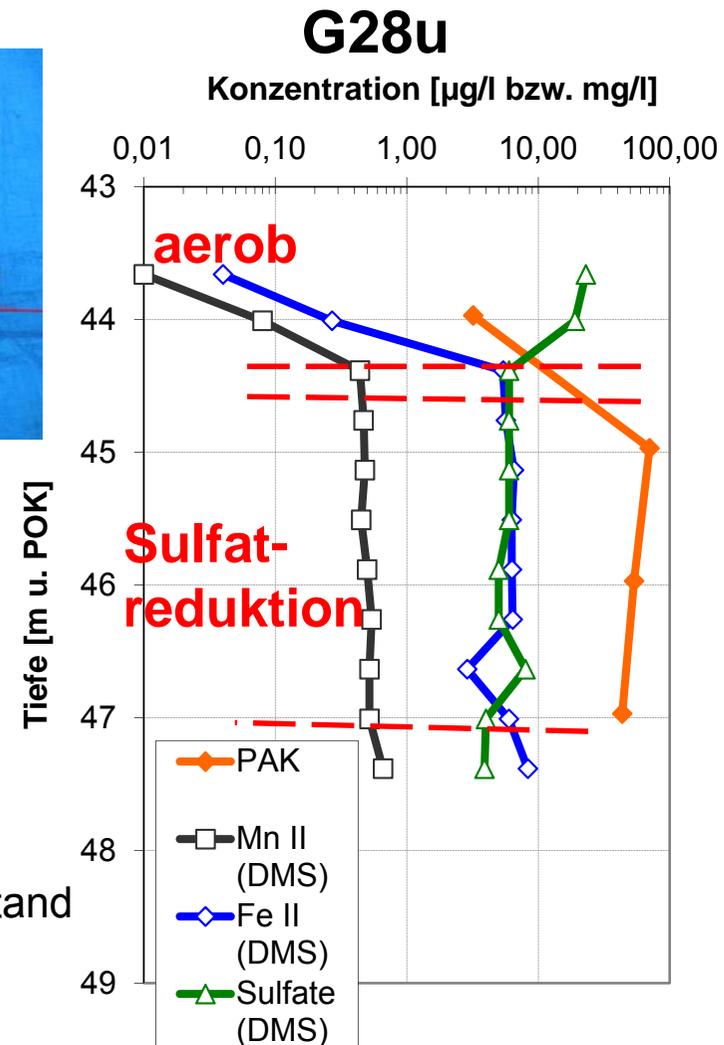
LFP (2013)

# Passivsammler

## Beispiel Cellulosebeutelensammler



- Einsatz in konventioneller 5“-GWM mit 4 m Filterlänge
- Cellulosebeutelensammler:
  - in 11 Tiefen mit ca. 25 cm vertikalem Abstand
  - Kationen/Anionen-Analytik

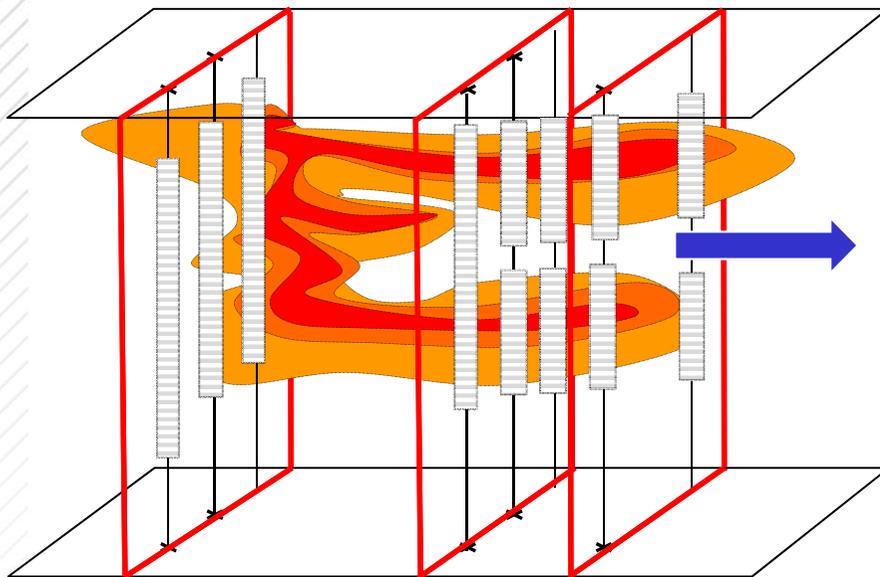


## 4. Frachtbetrachtung

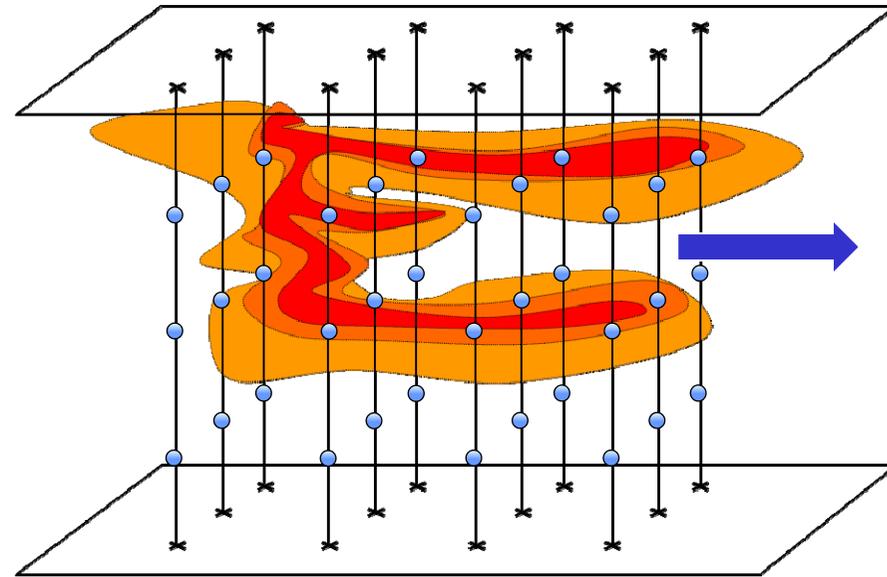


# Kontrollebenen für Frachtbetrachtung

KE mit konventionellen GWM



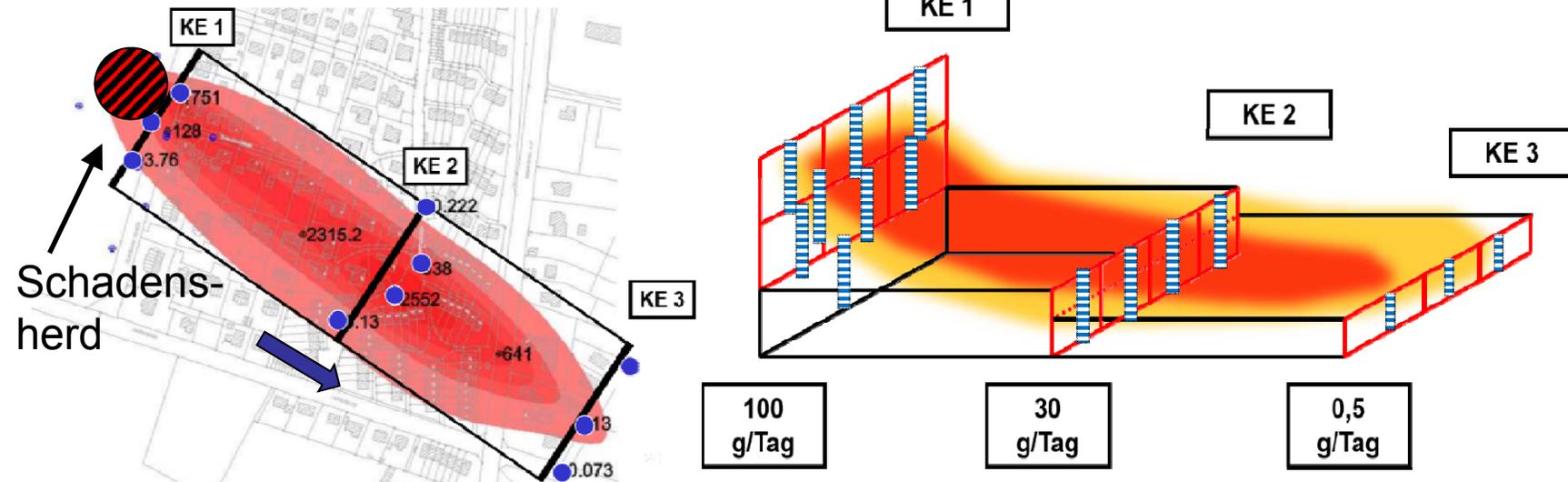
KE mit Direct Push  
GW-Sondierung



- Kontrollebenen
  - Platzierung senkrecht zur GW-Fließrichtung
  - Angepasst an Fahngeometrie
  - Vertikale Auflösung der Fahne erforderlich

# Frachtbetrachtung - Transektenmethode

## Planung



Festlegung KE und Frachtbestimmung ist iterativer Prozess!

Bei der Planung sind folgende Sachverhalte zu berücksichtigen:

- Heterogenität des Untergrundes, möglichst tiefenorientierte kf – Bestimmung
- Art der GW/Datenpunkte
- Anzahl erforderlicher Datenpunkte vertikal/horizontal

## 5. Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren / Fazit



# Vergleich tiefenorientierte Probenahmestrategien



	„Klassisch“	„Neu“
<u>Vorteile</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konventionelle GWM-Gruppen -&gt; Standardverfahren mit beweissich. Funktion, zwingend vorgegeben</li><li>• Bilanzierung von Frachten über größere Querschnittsflächen -&gt; Berücksichtigung Konz.-gradienten</li><li>• Funktionsprüfungen nach anerkannten Vorgaben</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Direct Push / Sonic Drilling meist schneller / flexibler als klassische Bohrverfahren</li><li>• Häufig geringere Herstellungskosten im Vergleich zu konventionellen GWM</li><li>• Einfacheres Handling</li><li>-&gt; keine bis geringe Aufwendungen für Entsorgung kontaminierten Wassers</li><li>• Sonder-GWM: Prozessverständnis, Max.-konz.</li><li>• Bilanzierung von Frachten über kleinere Querschnittsflächen möglich</li></ul>
<u>Nachteile</u>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Interpolation bei heterogenem Untergrund / Fahnenaufbau schwierig</li><li>-&gt; Fehlstellen Fahnen erkundung</li><li>-&gt; hohe Anzahl Datenpunkte erforderlich</li><li>-&gt; hohe Kosten</li><li>• Vermischung von Konzentrationen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bei Sondermessstellen keine Vorgaben verfügbar</li><li>• keine direkte Vergleichbarkeit mit anderen GWM</li><li>• Bohrverfahren für „neue“ GWM nicht für alle Gesteine geeignet</li></ul>

## Fazit tiefenorientierte GW-Beprobung

- Erfassung von Schadstofffahnen häufig nur mit hoher Anzahl von Aufschlüssen erreichbar
- In der Praxis hat sich eine Kombination aus konventionellen GWM, permanenten Sondermessstellen und/oder temporären GWM bewährt
- Passivsammler bieten eine praktikable Alternative durch ihre Möglichkeit der zeitintegrierenden Erfassung des Abstroms

⇒ Ziel: möglichst repräsentative Probengewinnung



## Kontakt

+49-6192-99170

[peter.martus@hpc.ag](mailto:peter.martus@hpc.ag)