

Pump & Treat Grundlagen und Erfahrungen bei CKW-Fällen

Johannes Dollinger
SolGeo AG, Solothurn

2. ChloroForum-Workshop
17. März 2011, Ittigen

Übersicht

Einführung P&T

Theoretische Grundlagen

Rahmenbedingungen

Reinigung

Erfolgsgaranten

Vorteile / Limiten

Praxisbeispiel

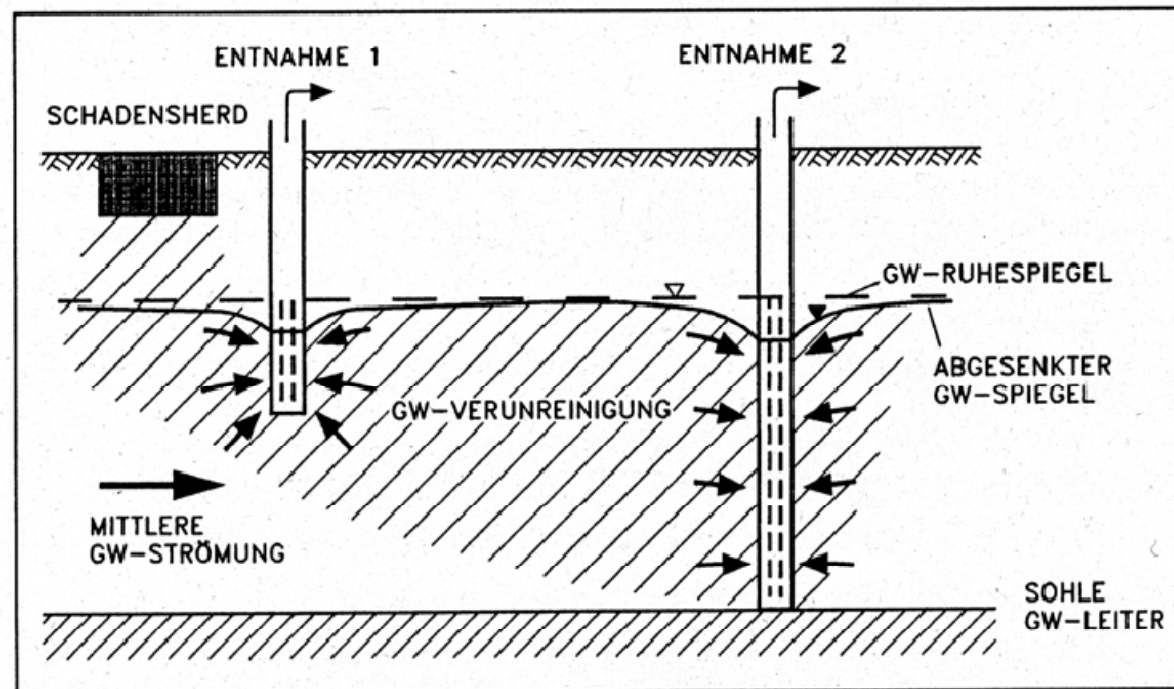


Einführung



Definition P&T

Kontaminiertes Grundwasser wird aus Brunnen an die Oberfläche gepumpt und dort von Schadstoffen gereinigt.



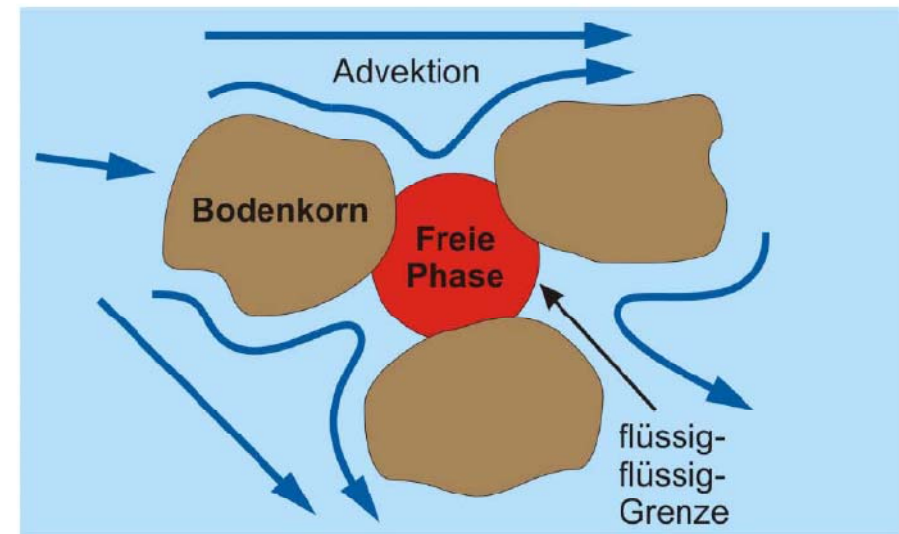
Theoretische Grundlagen

CKW in der gesättigten Zone



Schadstofffreisetzung ins GW über chemische Löslichkeit

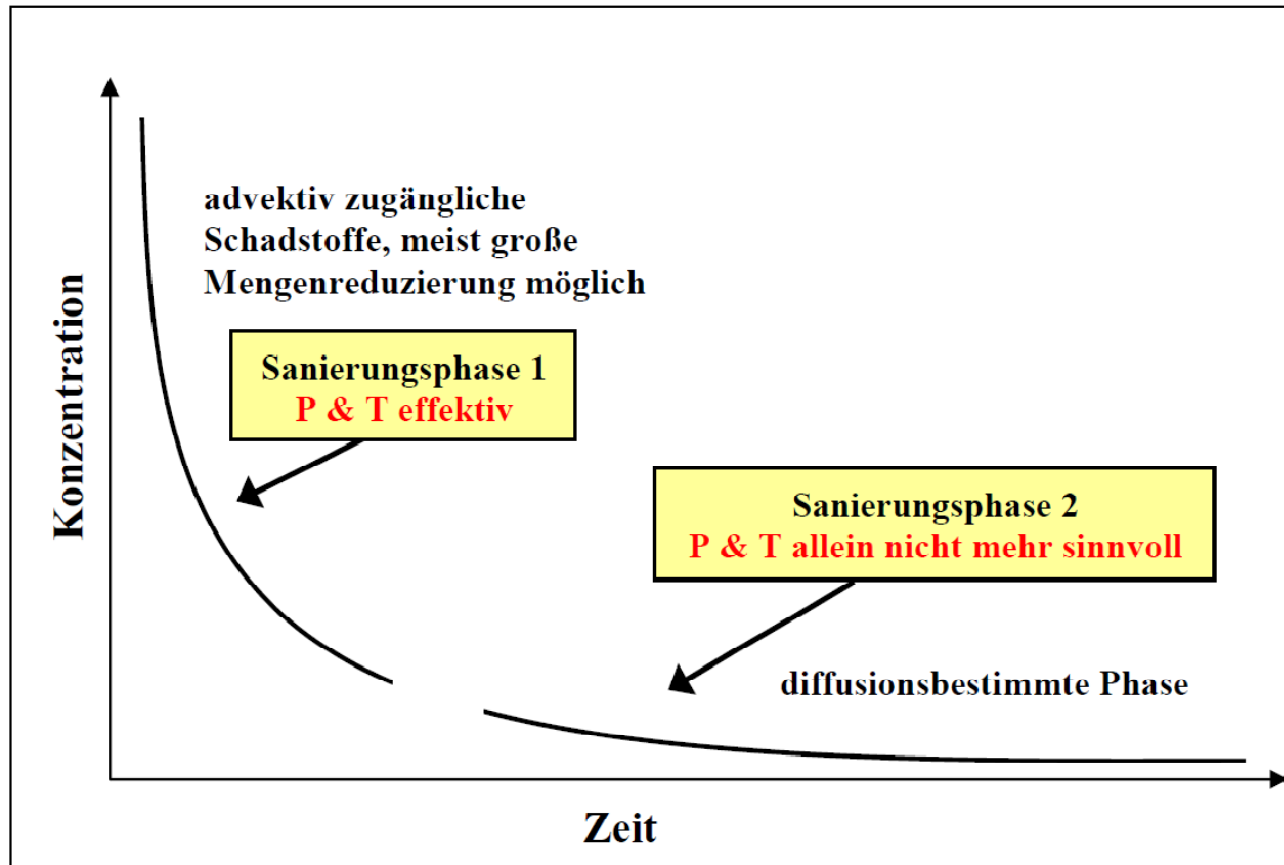
- Tropfen im Korngerüst (blobs)
- benetzte Phase des Bodenkorns
- vertikale Phasenfinger (Ganglien)
- zusammenhängende Schadstoffphase (Pool, i.d.R. auf dem Stauer)



Quelle: LUBW, 2010 (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)

Theoretische Grundlagen

Tailing-Effekt



Prinzipielle, durch Tailing-Effekt beeinflusste Austragskurve (in Wirklichkeit oft sprunghafter)

Quelle: LfUG, 2007 (Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden)

Theoretische Grundlagen

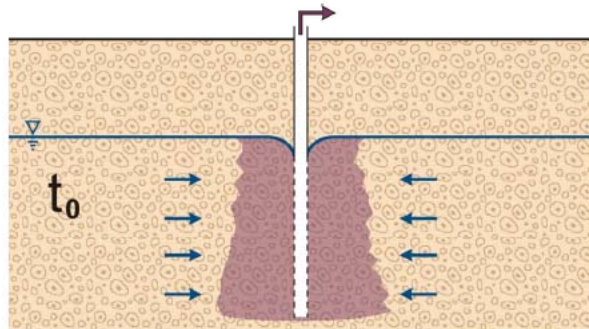
Gründe für Tailing-Effekt



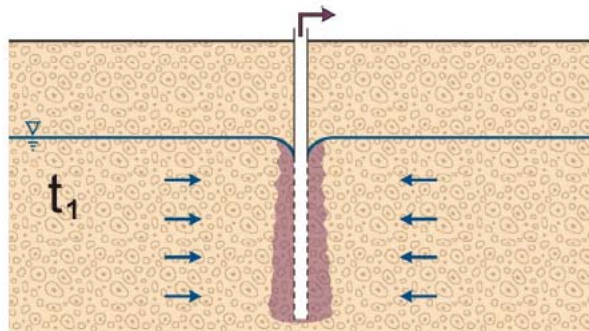
- Wasserlöslichkeit der verbreitetsten CKW ist relativ gering (150 – 1'500 mg/l).
- CKW in gesättigter Zone bevorzugt in feinkörnigeren Partien akkumuliert. → advektiv nicht oder nur sehr eingeschränkt zugänglich.
- CKW in starkem Masse an Material mit sorptiver Wirkung gebunden (org. Material, Tonminerale, Huminstoffe, Oxide + Hydroxide von Eisen und Mangan). Desorption läuft sehr langsam unter Ungleichgewichtsbedingungen ab.
- Biologischer Abbau der CKW nur unter besonderen Milieubedingungen.

Theoretische Grundlagen

Theoretischer Austrag der CKW



homogener Kiessand



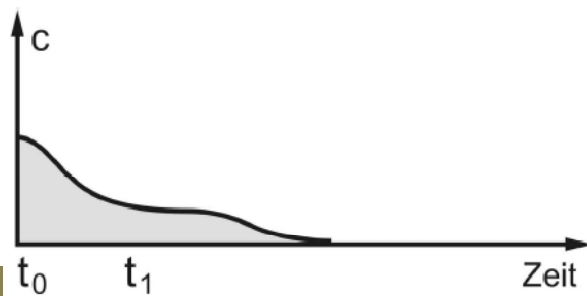
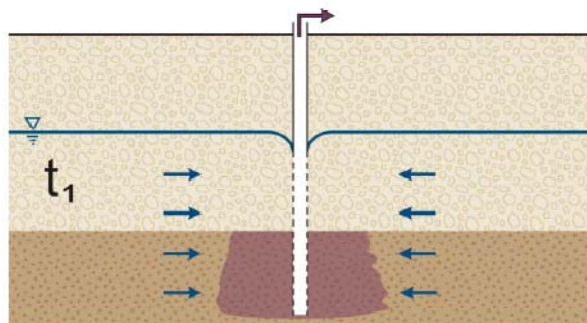
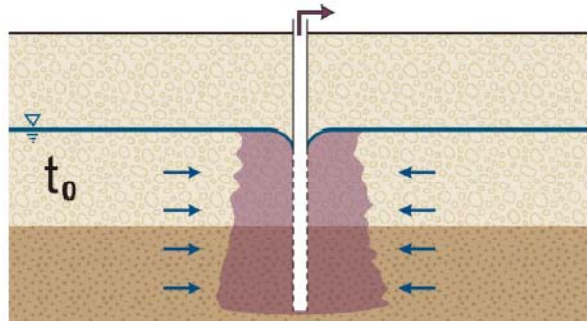
Quelle: LUBW, 2010 (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)

Theoretische Grundlagen

Theoretischer Austrag der CKW



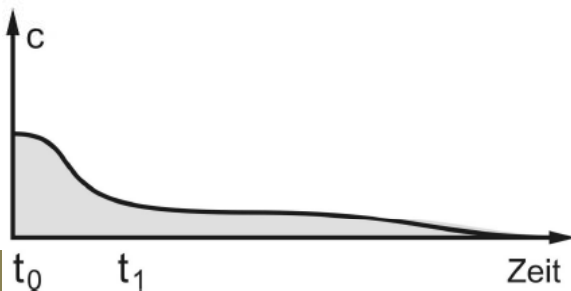
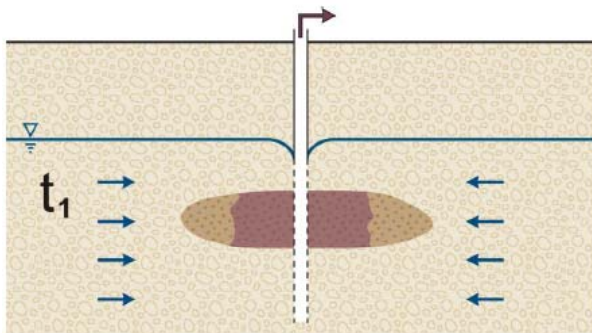
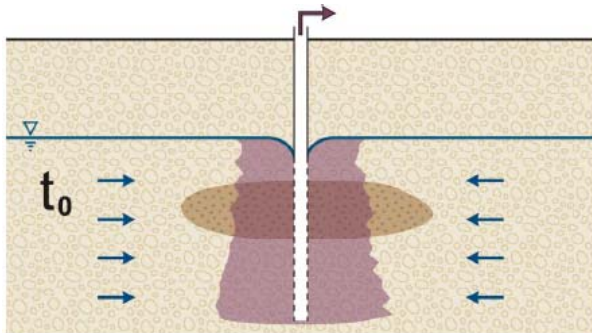
geschichteter Kies und Sand



Quelle: LUBW, 2010 (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)

Theoretische Grundlagen

Theoretischer Austrag der CKW

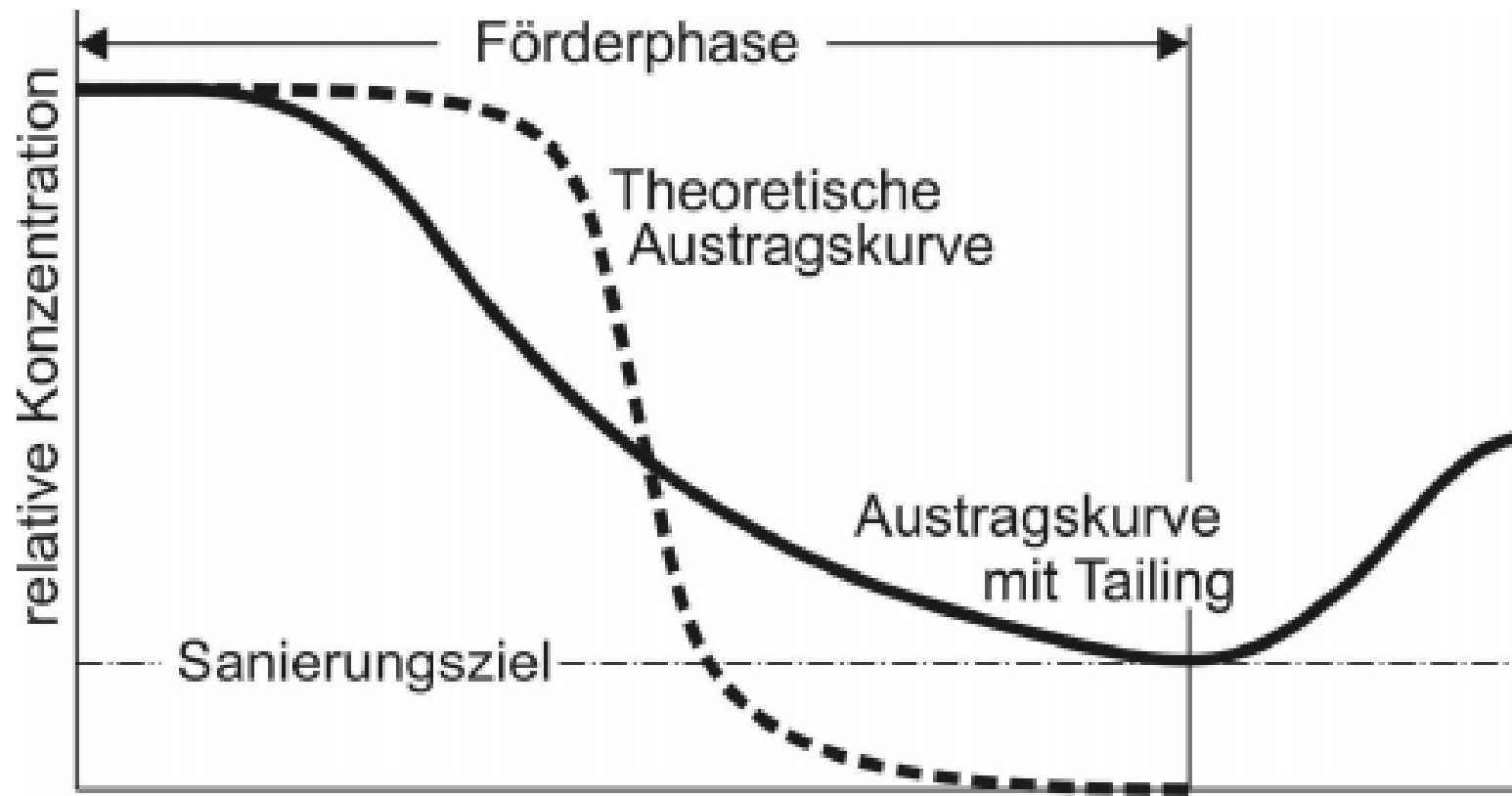


Kiessand mit Silt/Feinsandlinse

Quelle: LUBW, 2010 (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)

Theoretische Grundlagen

Austragskurve theoretisch und mit Tailing- und Reboundeffekten



Quelle: LUBW, 2010 (Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg)

Rahmenbedingungen



- Genaue Kenntnisse der hydrogeologischen Verhältnisse (**Innovative Erkundung**)
- Modellvorstellung der Schadensausbreitung
- Chemisch-physikalische Eigenschaften des Grundwassers (Ausfällungen: Härte, Eisen- und Mangangehalt)
- Geotechnische Eigenschaften des Untergrundes (Setzungsempfindlichkeit)

Innovative Erkundung

Direct-Push-Methoden

Beispiel Chemische Reinigung

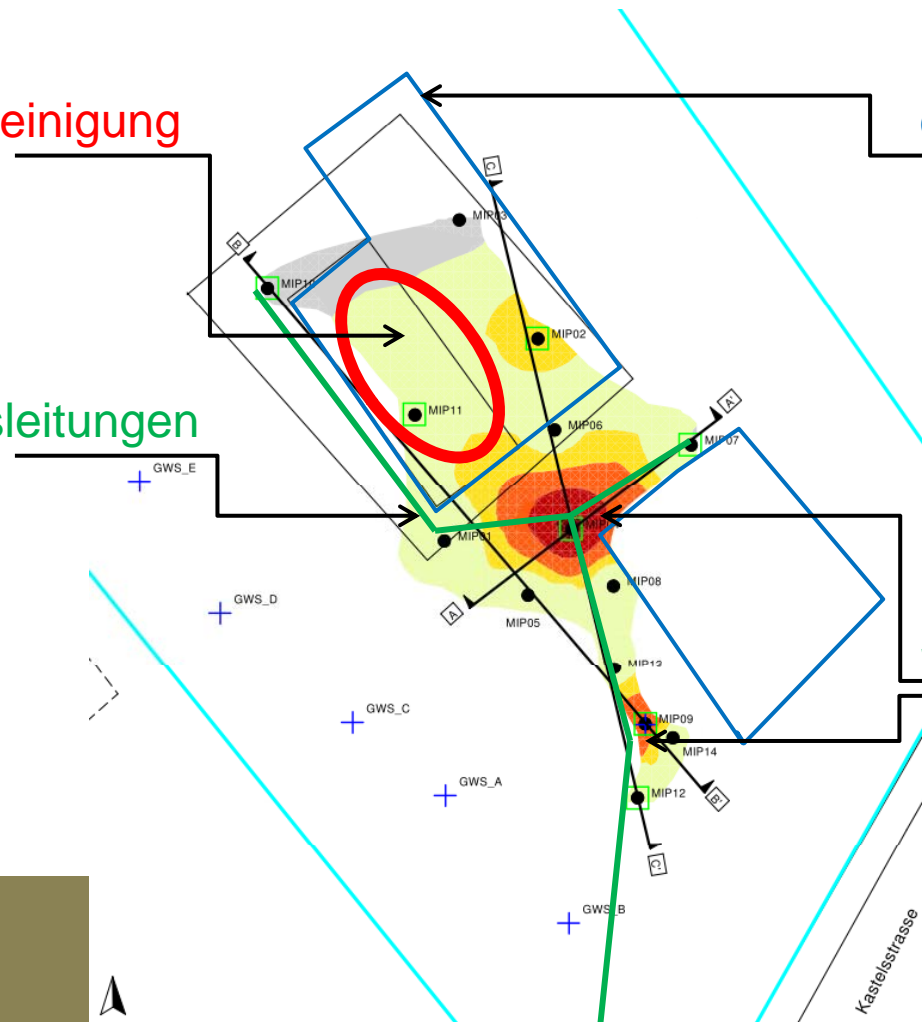


ehem. chem. Reinigung

ehem. Gebäude

Kanalisationsleitungen

Kanalisationsschächte
Schadenherde

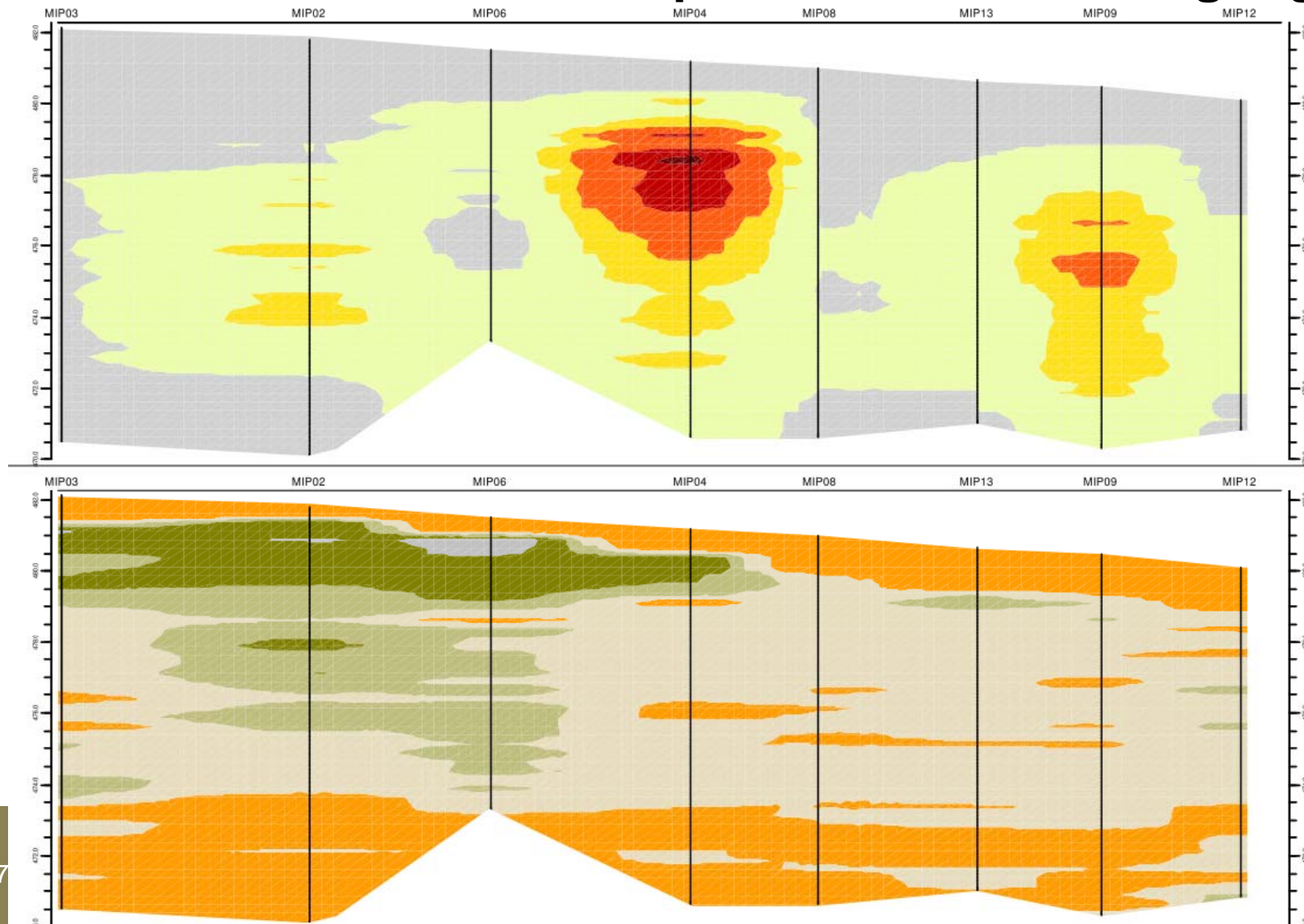


17. März 2011

12

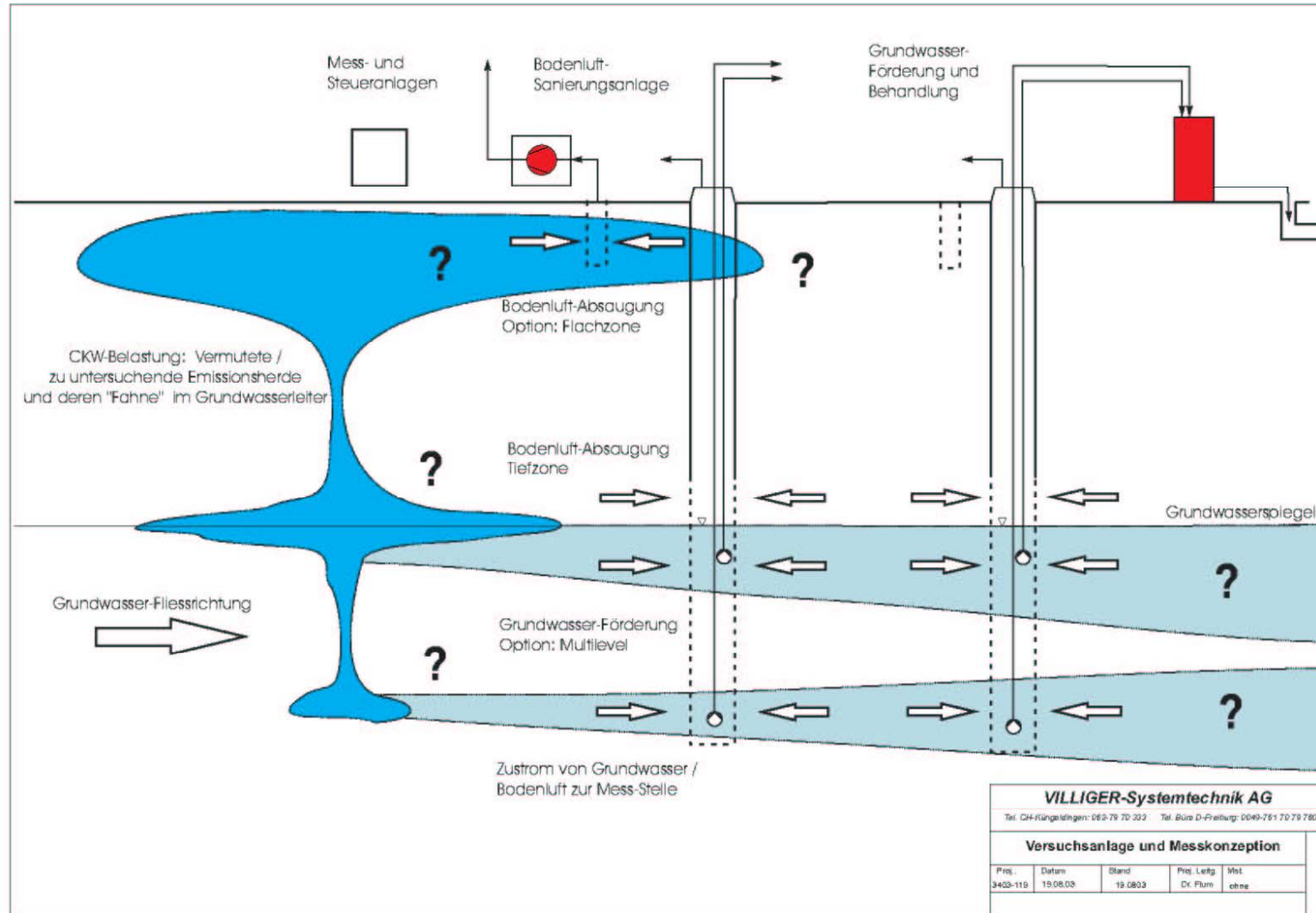
Innovative Erkundung

Direct-Push-Methoden: Beispiel Chemische Reinigung



Sanierungsvorversuche

Multileveltest für Bodenluft und Grundwasser



Sanierungsvorversuche

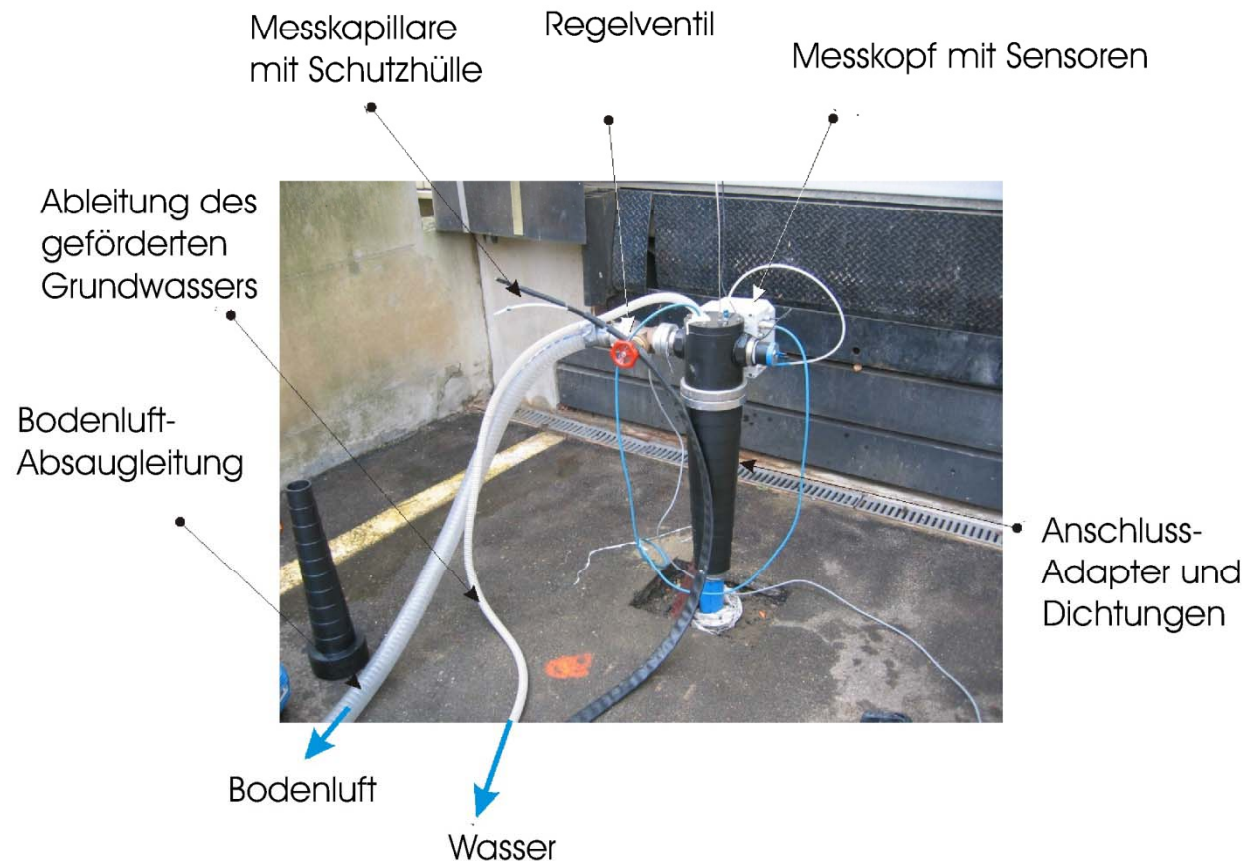
Multileveltest für Bodenluft und Grundwasser



Mobile Messanlage inkl. GC

Sanierungsvorversuche

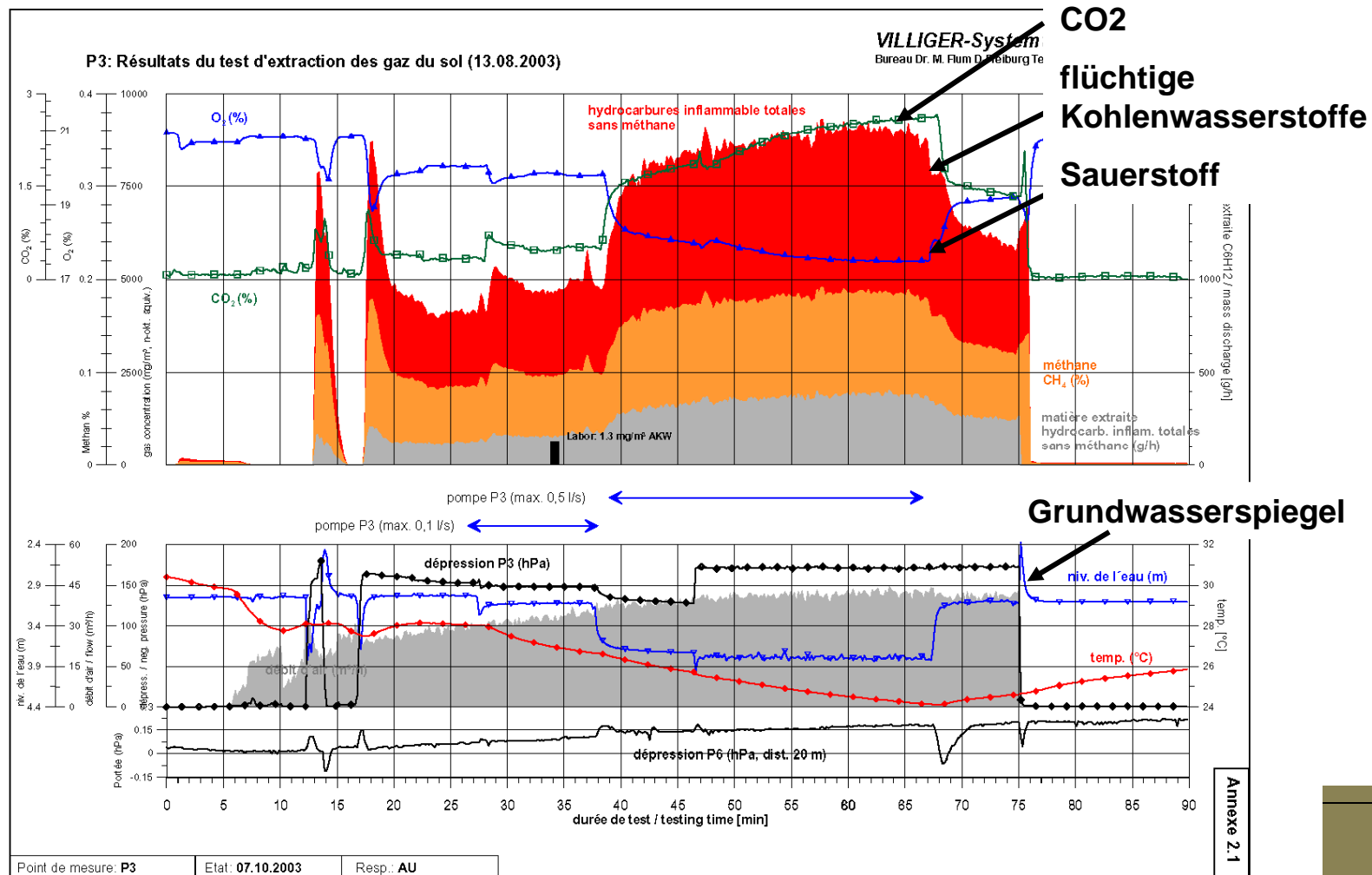
Multileveltest für Bodenluft und Grundwasser



Pegelkopf für kombinierte Gas-Wasser-Pumptests

Sanierungsvorversuche

Multileveltest für Bodenluft und Grundwasser



Reinigung des Grundwassers



Standard

- Aktivkohle-Adsorption
- Desorption (Strippung)
- Chemische Oxidation (mit/ohne UV)
- Bioreaktor

Vorbehandlung

- Sedimentation
- Phasenabscheidung
- Sandfilter zur Enteisung/Entmanganung

Nachbehandlung

- Abluftreinigung bei Strippverfahren (Aktivkohle / Kat-Ox)
- Schlammbehandlung bei Bioreaktoren

Reinigung des Grundwassers



Konzentrierte Förderung aus
Quellzone, kleine Anlage
ca. $1 \text{ m}^3/\text{h} = 17 \text{ l/min}$



Mehrstufige Grundwasserbehandlung
mit katalytischer Abluftreinigung
ca. $3 \times 15 \text{ m}^3/\text{h} = 3 \times 250 \text{ l/min}$

Erfolgsgaranten



Quellenstopp (ungesättigter Bereich)

- pneumatische Massnahmen
- Aushub

Ausreichende Sanierungsüberwachung

Kombinationen / Ergänzungen in 2. Phase der Sanierung

Ziel: Erhöhung CKW-Austragsrate bzw.
biologischer/chemischer CKW-Abbau

- Airsparging
- Biologische In situ-Verfahren (Melasse-Injektion, Laktat, ...)
- In situ-chemische Oxidation (ISCO)
- Alkohol-Spülung od. Mikroemulsions-Spülung
- Tensid-Infiltration
- Nano-Eisen



Vorteile von P&T

- Grosse Praxiserfahrung
- Grosse Zahl von Anlagenlieferanten
- Hohe Verfahrenssicherheit – wenig Risiken
- Flexibel und anpassungsfähig an Sanierungsentwicklung
- Optimierung der Reinigungstechnik gut möglich bei modularem Aufbau (z.B. Ersatz Kat-Ox durch AK-Anlage)
- Variationen der GW-Fließrichtung nicht limitierend
- Geringer baulicher Eingriff am Standort
- Relativ geringe Investitionskosten
(aber hohe Betriebskosten bei langer Dauer)

ABER:

Erfolgsgaranten (Quellenstopp und Ergänzung mit weiteren Verfahren in 2. Phase) berücksichtigen

Limiten / Fehlerquellen



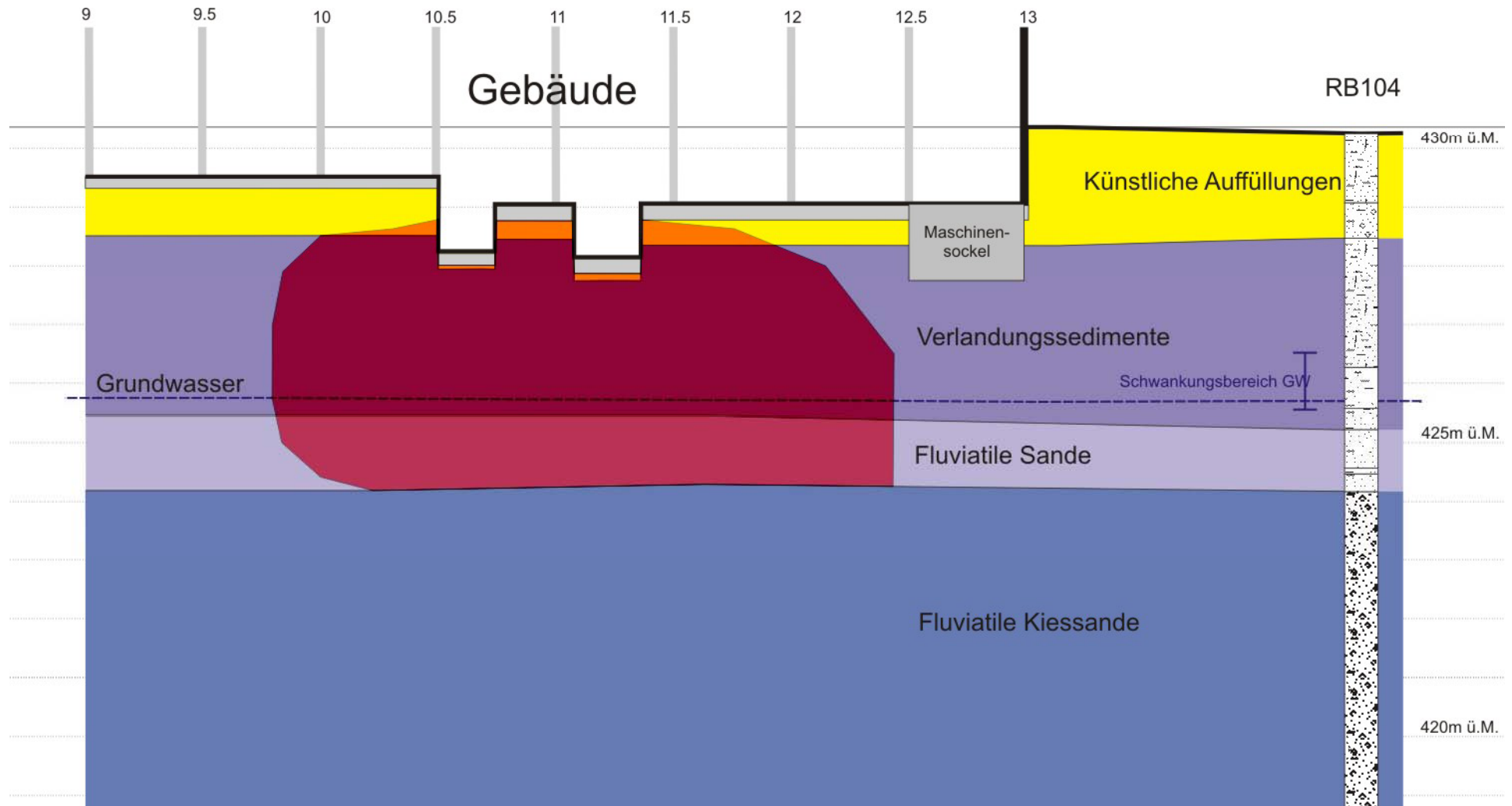
- Durchlässigkeitswert der wasserführenden Schichten (Literatur i.d.R. $> 5 \cdot 10^{-5}$ m/s)
- Nicht optimale Lage der Sanierungsbrunnen zur Schadstoffquelle
- Je stärker gepumpt wird, desto kleiner die Aufnahmekapazität des Wassers für die Schadstoffe
- Verdünnung im Pumpbetrieb
- Retardation
- Absenktrichter im Schadenherd wird nicht von GW durchströmt → Kombination mit BOLU-Absaugung
- Diffusion von CKW aus Lehmschicht (Rebound)
- Setzungen + ev. Gebäudeschäden bei ungünstigen Untergrundbedingungen

Praxisbeispiel

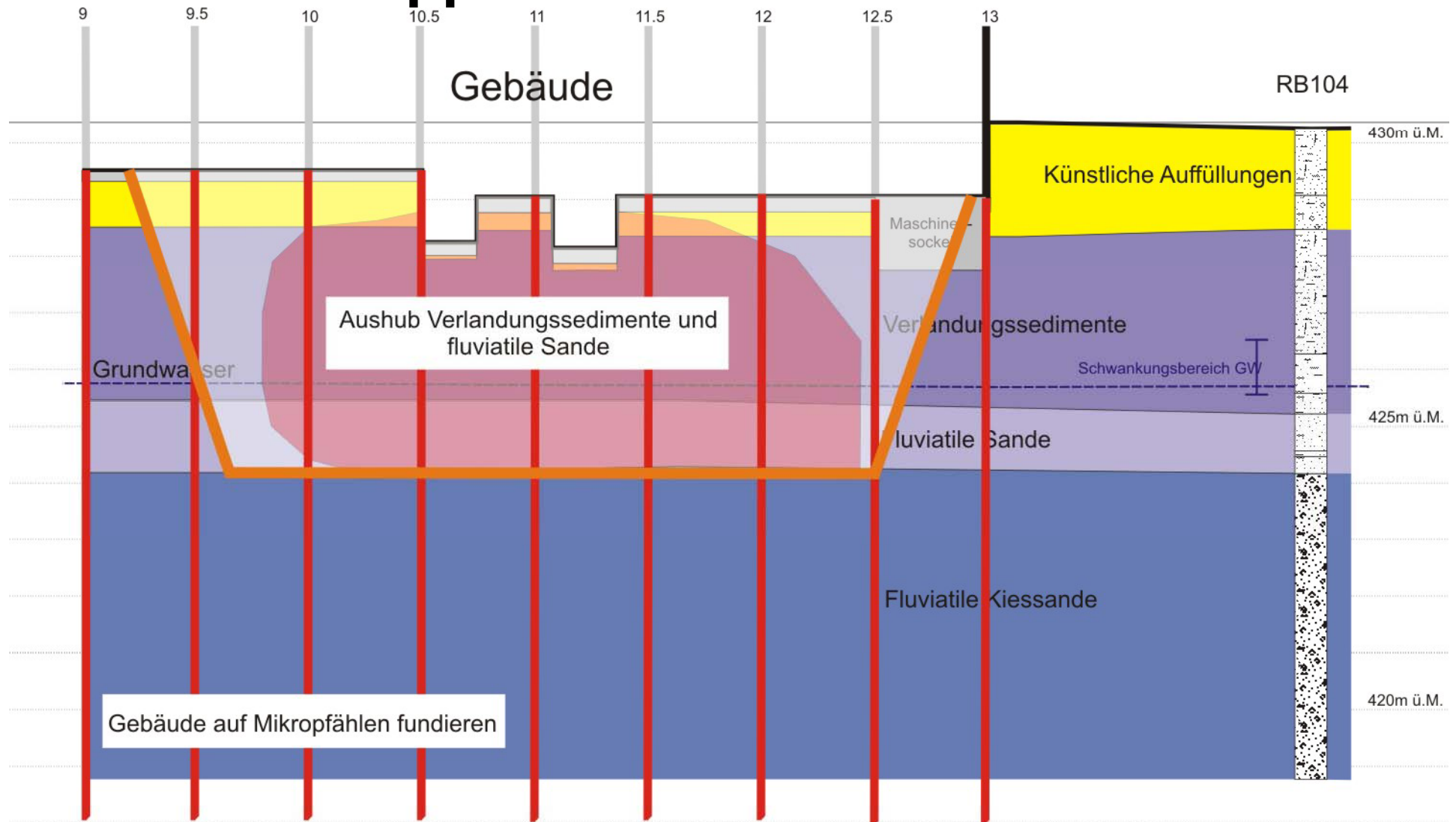


- CKW-Schaden in geschichtetem Untergrund unter Galvanikbecken
- Gespannter GW-Spiegel
- Gebäude soll stehen bleiben

CKW-Schaden



Quellenstopp



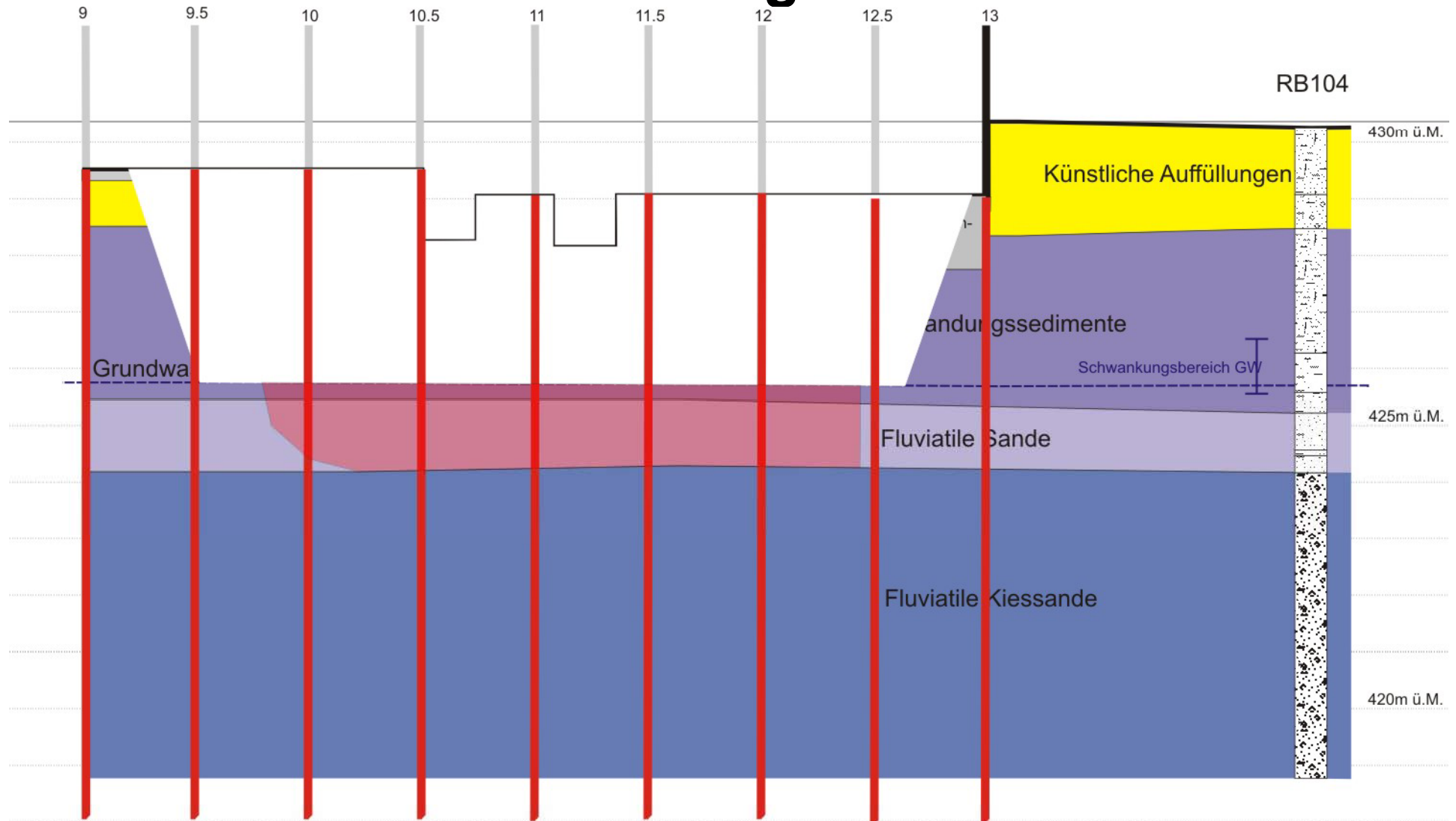
P&T: Strömungsmodell

3 Entnahmebrunnen
2 Rückgabeburinnen

Sanierung – Aushub unter Gebäude



Aushub nur bis GW möglich



Abbruchkriterien für Sanierung insbesondere für CKW-Fälle

bisher nur über Konzentrationen (Sanierungszielwerte)

Wunsch an Behörde:
neu auch über Frachten (Frachtbetrachtung) ermöglichen
und Kriterien definieren

Einschätzung der Wirksamkeit und Risiken von In Situ-Sanierungsverfahren für CKW

stark vereinfachte
Zusammenfassung
ohne Berücksichtigung
der Hydrogeologie

	Problemstellung (Modellbeispiel)			
	geringe Konzentration	eine Quelle mit genau bekannter Grösse, ohne Phaseansammlung	zwei Quellen, von denen eine nicht bekannt ist	Quelle mit nicht bekannter Phasen-Ansammlung
P&T in der Quelle	++	++	++	++
P&T im Abstrom	+-	+-	+-	+-
Airsparging und Soilventing ohne Abstrom-Sicherung	++	-	--	--
Airsparging und Soilventing mit Abstrom-Sicherung	++	++	+-	+-
ISCO	+-	++	-	-

++	gut geeignet, geringes Risiko der Verteilung
+-	oft weniger Wirkung als erwartet
-	oft keine ausreichende Wirkung oder Risiko der Verteilung
--	hohes potentielles Risiko der Verteilung /Verdünnung