

9. Fachtagung Chloronet 2016

Biologische in-situ-Sanierung eines LCKW-Grundwasserschadens auf einem Galvanik-Betriebsgelände im Kanton Bern



AWA Amt für Wasser und Abfall

OED Office des eaux et des déchets

24. November 2016 / Jürg Krebs



Kanton Bern

Situation



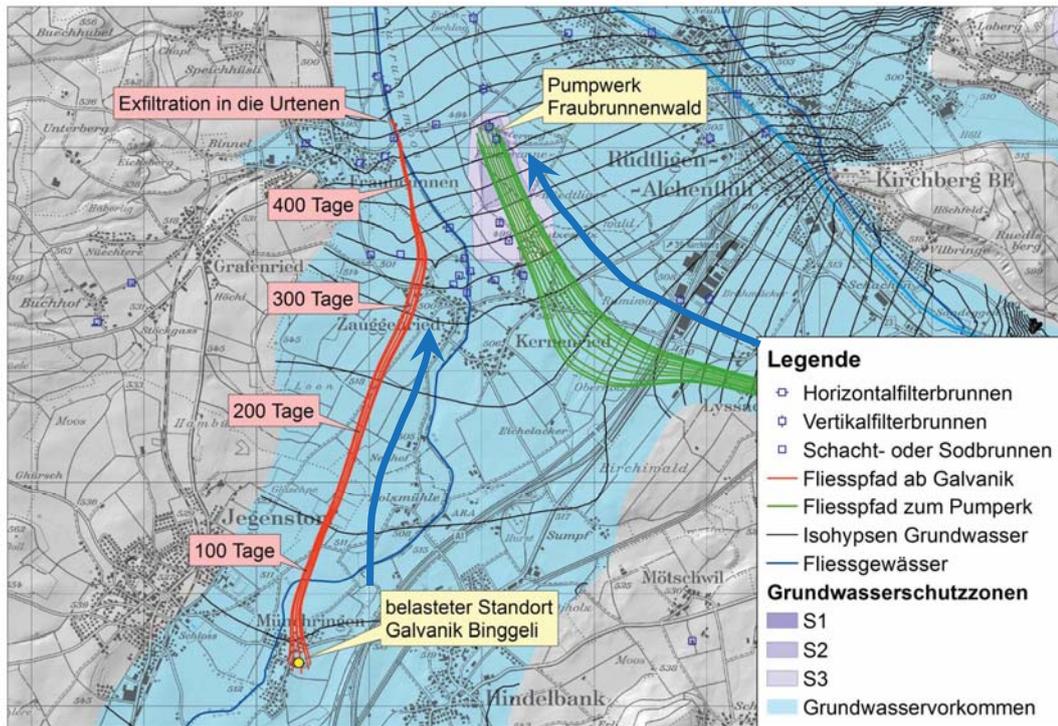
- ehemaliger Galvanikbetrieb
- Betriebsbeginn: 1946, Entfettung mit Tri
- Betriebsschluss: 1996
- 2009 -2010: TU
- 2011 - 2013: DU
- 2013 - 2015: Studium von Sanierungsvarianten
- 2015: Machbarkeitsstudie für biologische In-Situ-Sanierung



AWA Amt für Wasser und Abfall

Kanton Bern

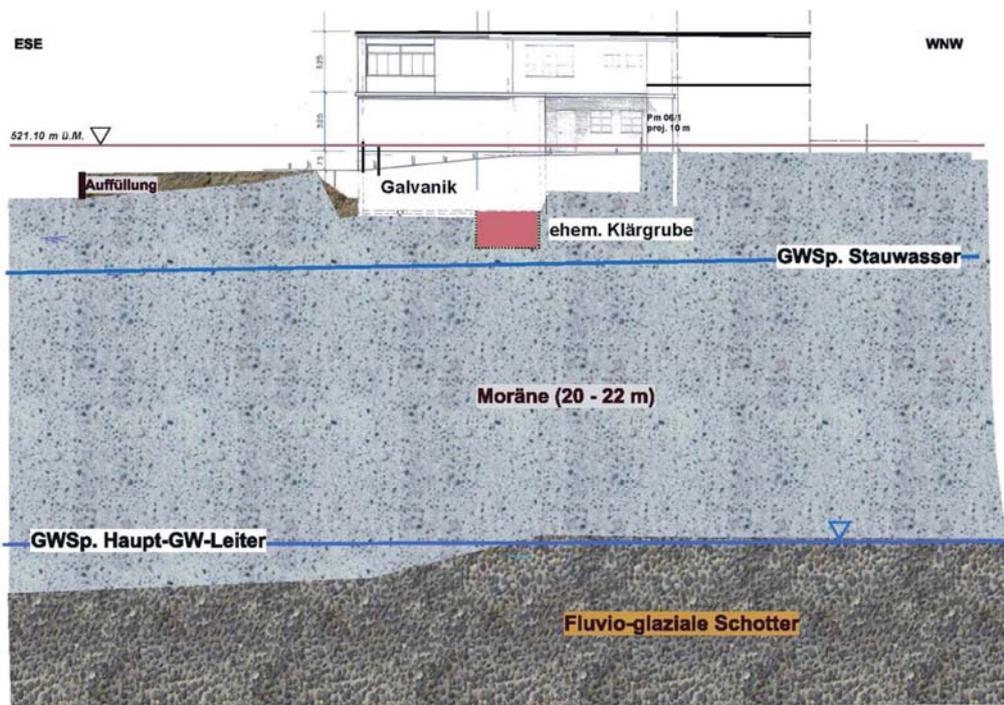
Fließwegsimulation Grundwassermodell Emmental



AWA Amt für Wasser und Abfall

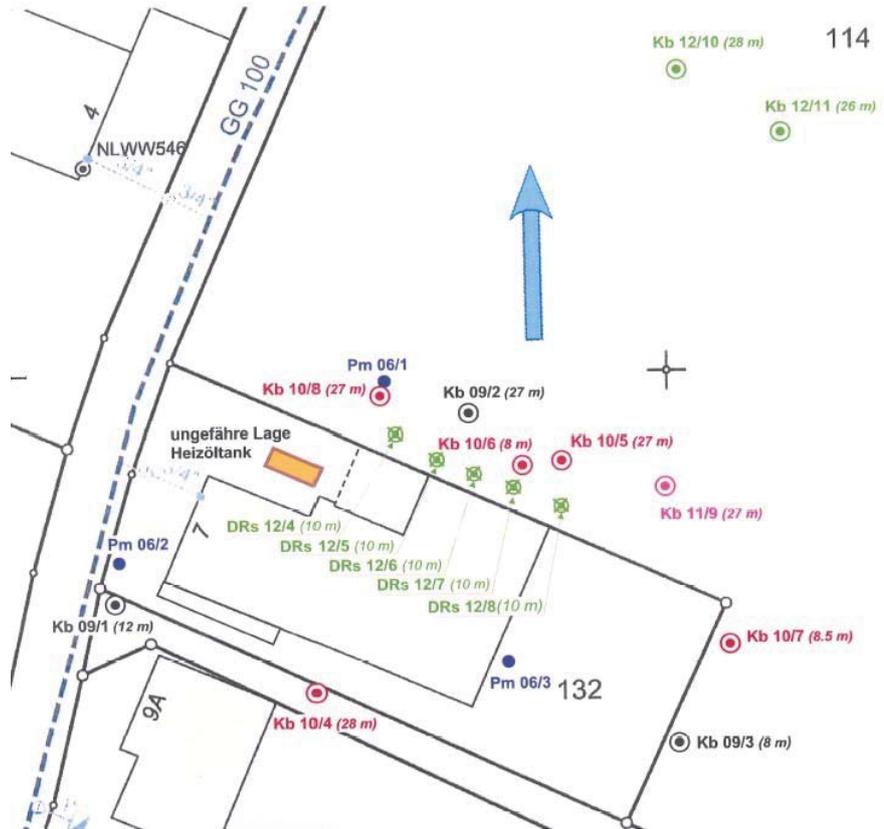
Kanton Bern

Geologisches Profil



Kanton Bern

Bohrungen



Kanton Bern

Gehalte an TRI



TRI (µg/l)	Nov 09	Mar 10	Jun 10	Aug 10	April 11	Aug 12	Jan 15	März 15	Okt 15
Herdbereich									
Kb 09/2	56.2	95.2	60.5	57.4	45.8	65.8	29.6	43.0	39.3
Kb 10/5	--	--	97.3	125.0	75.9	57.3	42.1	32.9	20.2
Kb 10/8	--	--	45.4	45.9	49.1	69.1	25.7	8.8	9.9
Abstrombereich									
Kb 12/10	--	--	--	--	--	347.0	176.5	164.3	165.9
Kb 12/11	--	--	--	--	--	24.6	60.2	38.0	40.0

Bohrungen: alle mind. 27 m tief, im unteren GW-Leiter

CIS- und VC-Gehalte

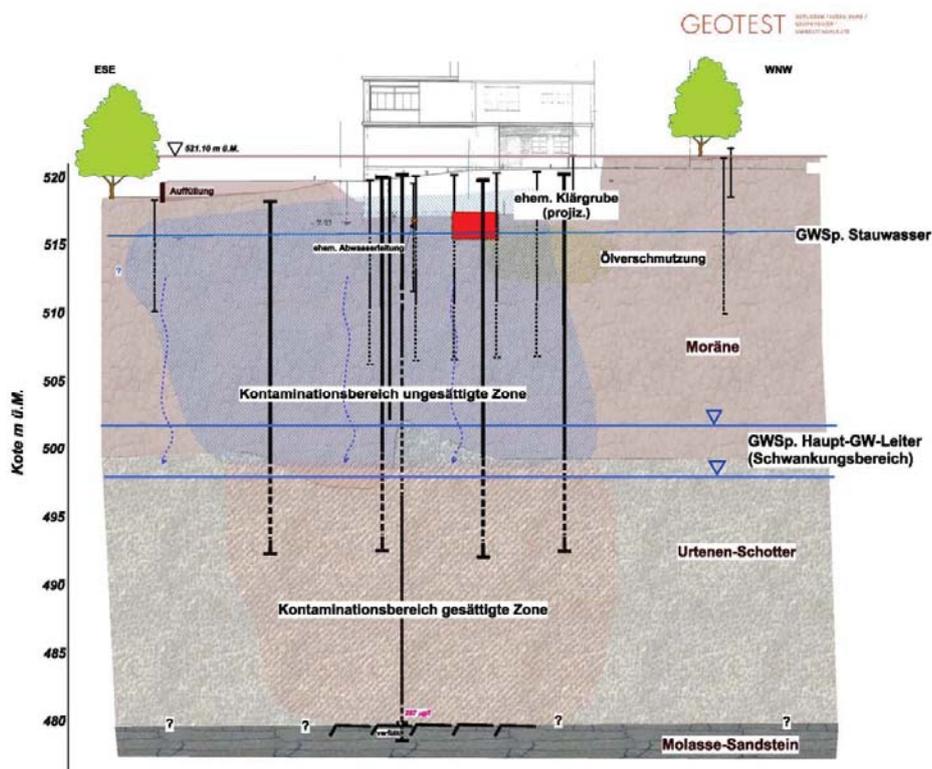
Herdbereich	CIS (µg/l)	VC (µg/l)
Kb 09/2	10.5 – 32.2	< 0.05 – 1.37
Kb 10/5	2.5 – 8.1	< 0.05 – 0.12
Kb 10/8	0.17 – 13.2	0.1 – 2.9
Abstrombereich		
Kb 12/10	34.2 – 93.1	3.6 – 14.3
Kb 12/11	1.4 – 6.9	< 0.05 – 0.36



Bohrungen: alle mind. 27 m tief, im unteren GW-Leiter

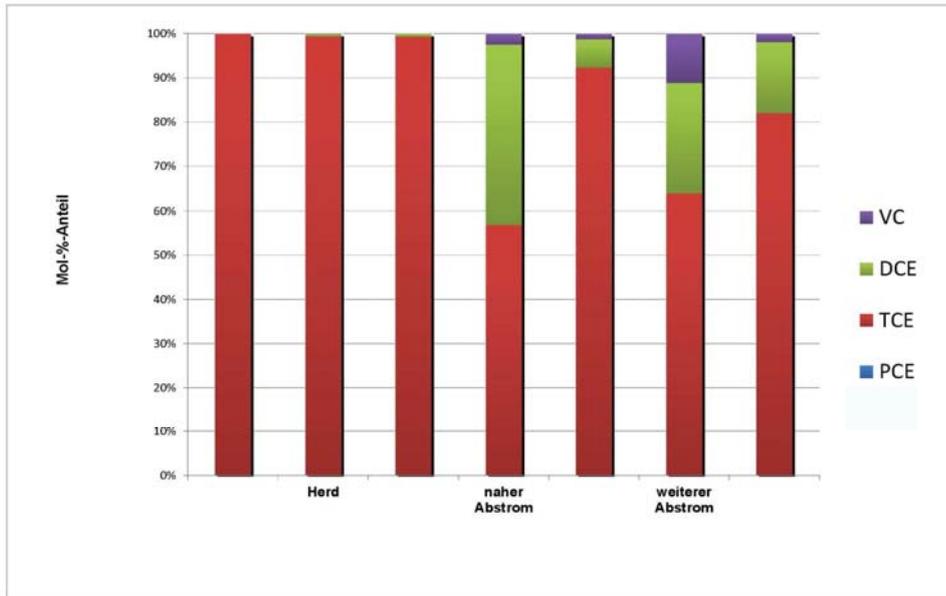


Belastungssituation



Kanton Bern

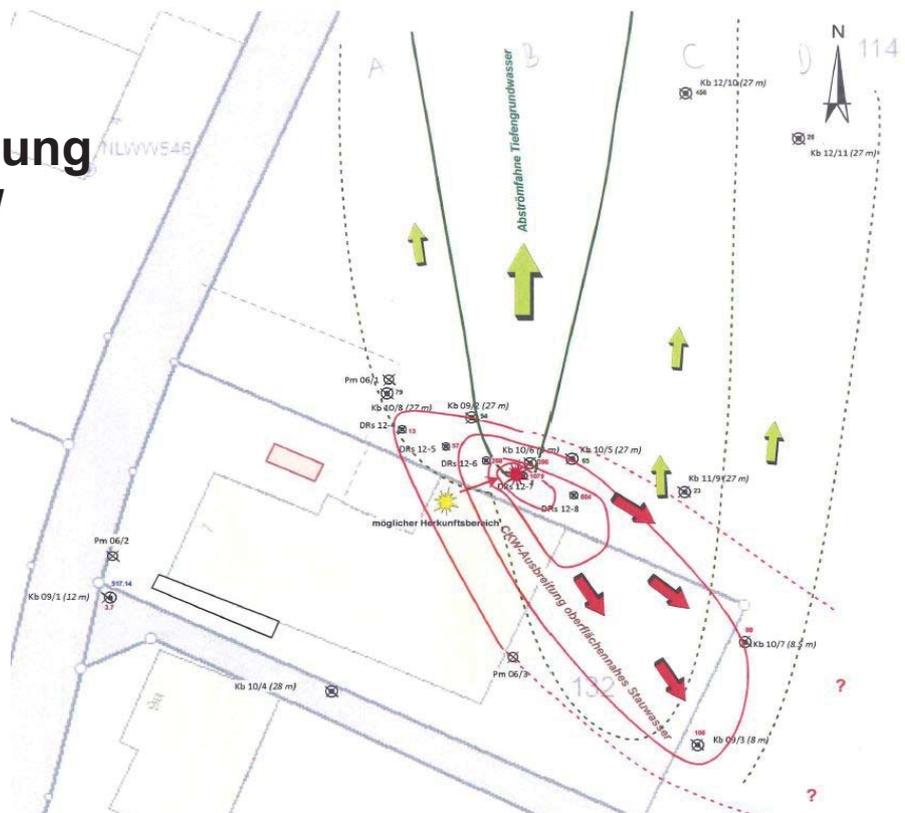
Verteilung /Abbau CKW



AWA Amt für Wasser und Abfall

Kanton Bern

Ausbreitung CKW

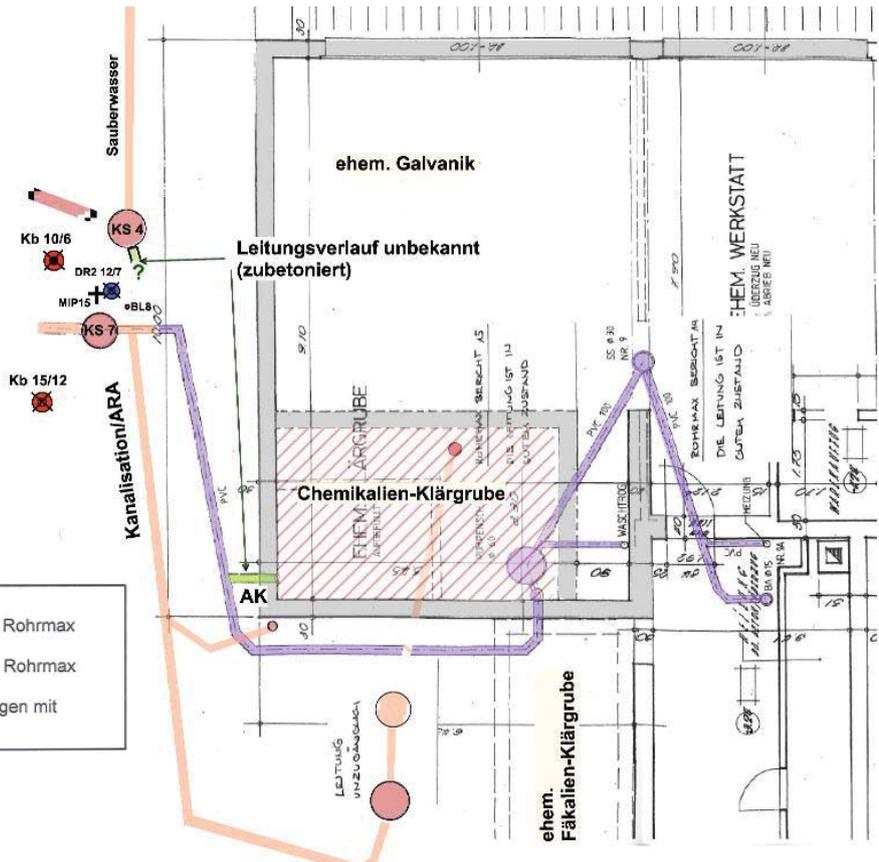


Kanton Bern

Leitungen



- Legende:
- Aktive Leitungen. EG. Durch Fa. Rohrmax überprüft.
 - Aktive Leitungen. UG. Durch Fa. Rohrmax überprüft.
 - Stillgelegte oder entfernte Leitungen mit ungefährem Verlauf

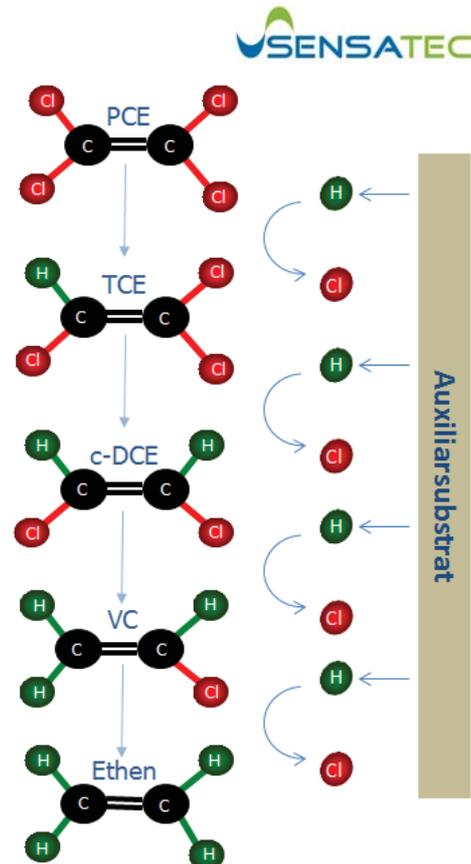


Biologische In-situ-Sanierung eines LCKW-Grundwasserschadens auf einem Galvanik-Betriebsgelände im Kanton Bern

Fragestellung Münchringen: Ist eine biologische In-situ- Sanierung am Standort möglich und erfolg- versprechend?

Untersuchungsprogramm:

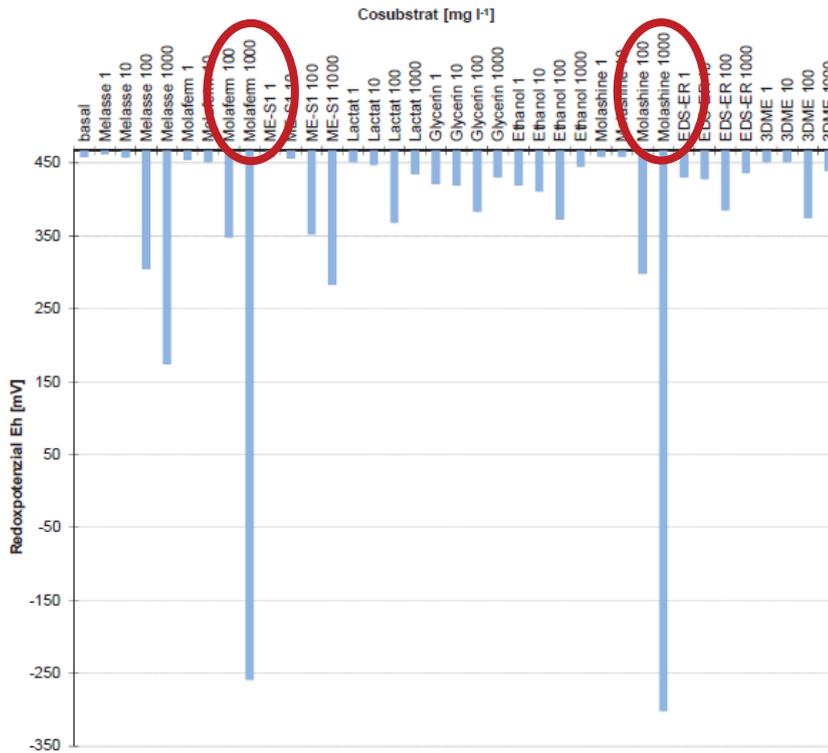
1. Screening zur Nährstoffversorgung am Standort
2. Screening zu mikrobiell nutzbaren Cosubstraten
3. Abbauuntersuchung in Mikrokosmen
4. Push-Pull-Test im Feld zur Verifizierung der reduktiven Dechlorierung am Standort



Schritt 1: Abbauuntersuchungen in Mikrokosmen



Analyse der Redoxabsenkung bei unterschiedlicher Cosubstratversorgung

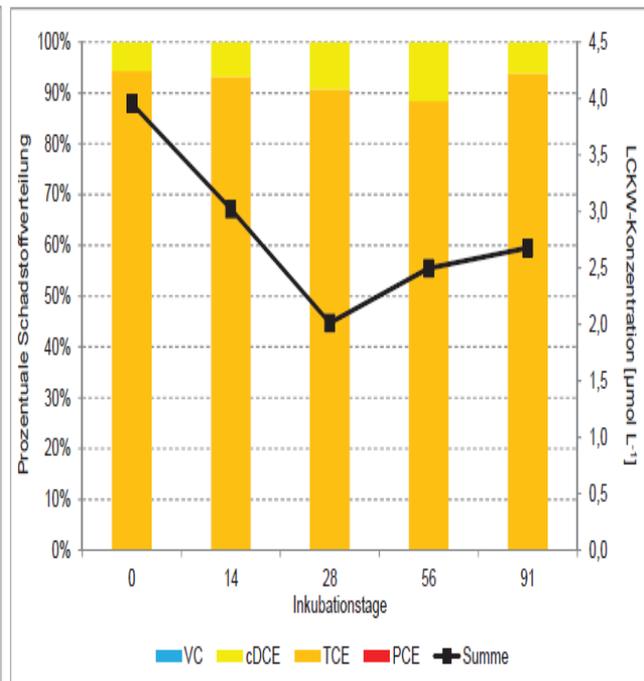
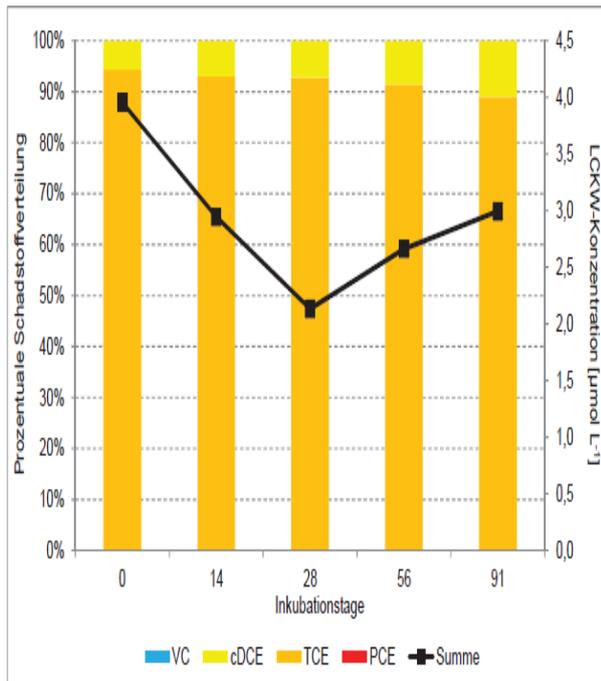


Biostimulation reduktiver LCKW-Abbau



unbehandelt

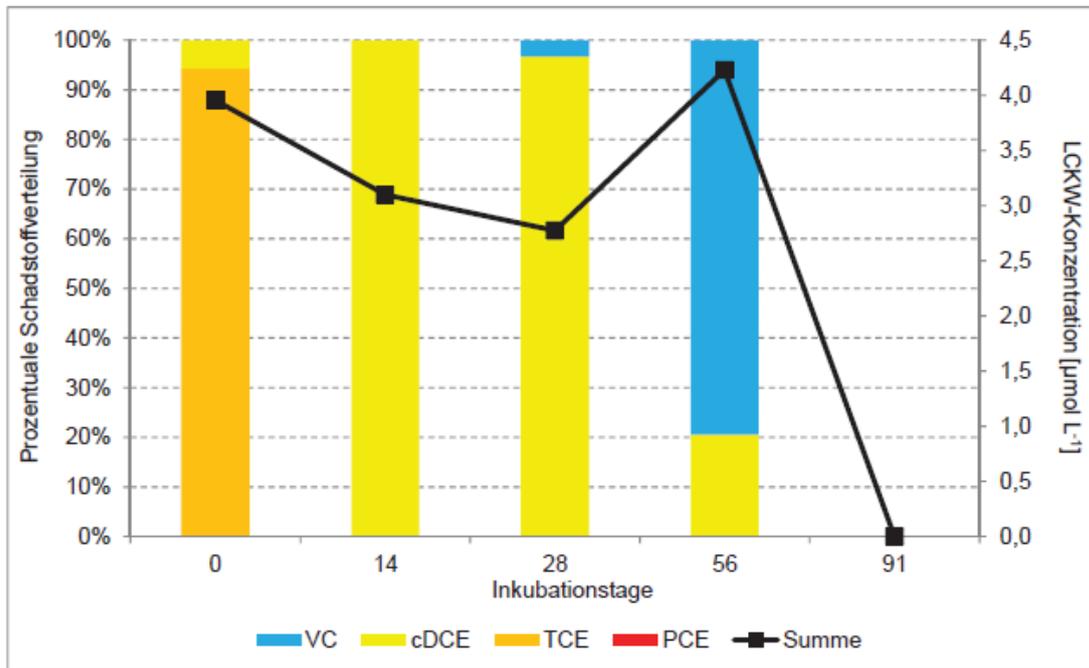
biostimuliert





Biostimulation reduktiver LCKW-Abbau

Molaferm + Dehalococcoides-Mischkultur

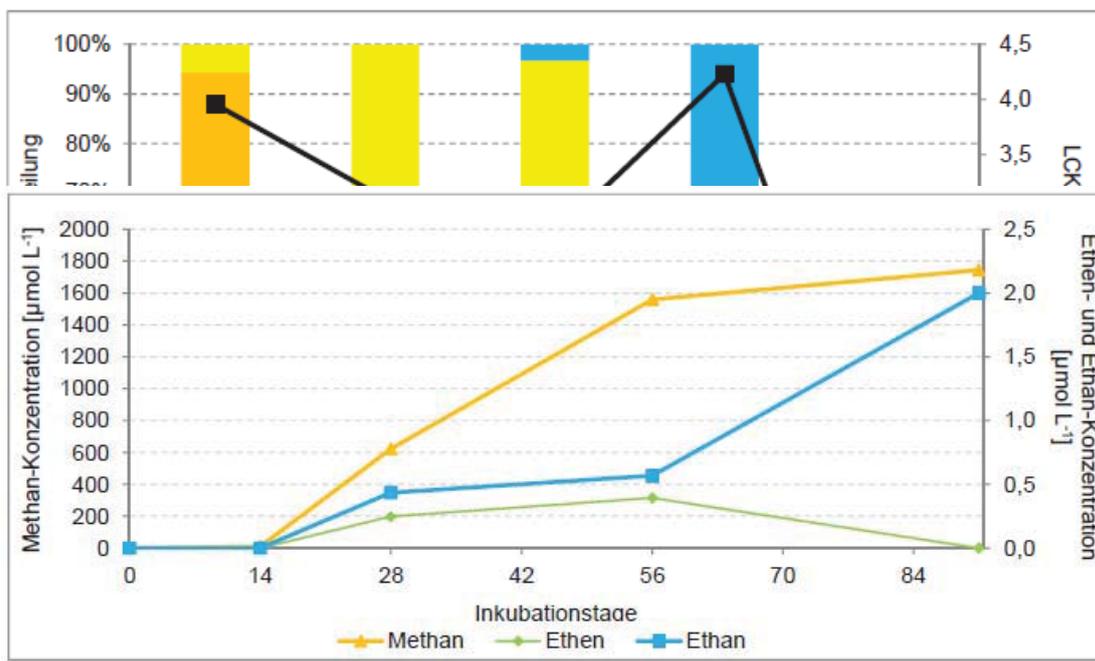


Ergebnis: vollständiger Abbau der LCKW bis zum chlorfreien Produkt



Biostimulation reduktiver LCKW-Abbau

Molaferm + Dehalococcoides-Mischkultur



Ergebnis: vollständiger Abbau der LCKW bis zum chlorfreien Produkt

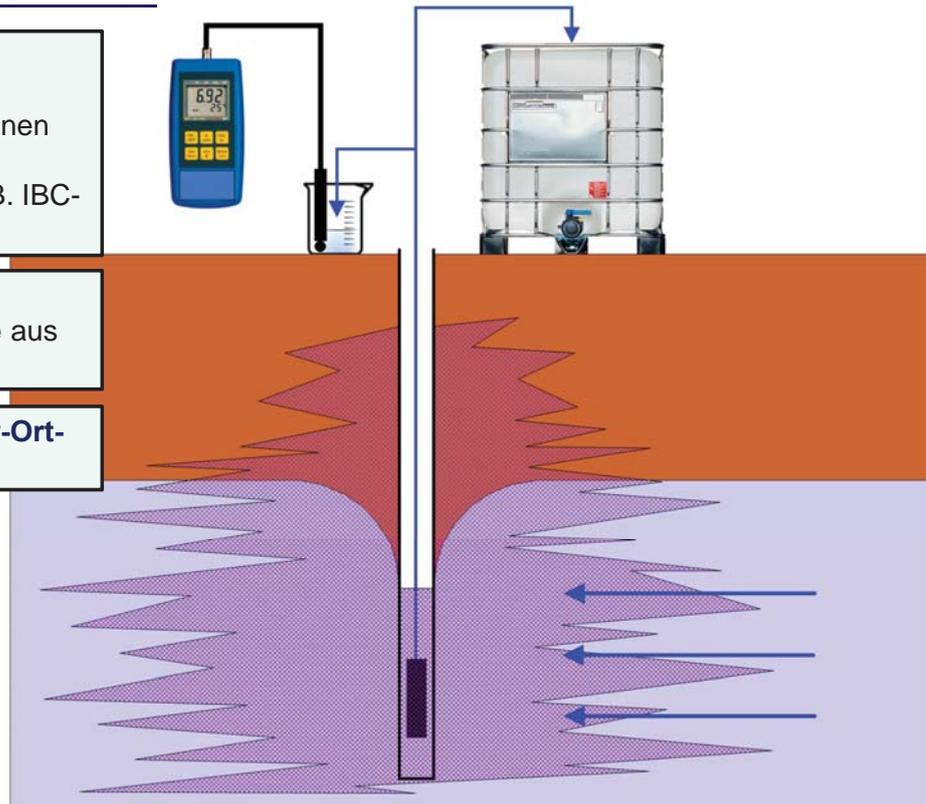
Push/Pull-Test



Förderung einer definierten Menge Grundwasser in einen bereitgestellten Lagerbehälter (z.B. IBC-Container)

Entnahme einer Rohwasserprobe aus dem Förderstrom

Messung der Vor-Ort-Parameter



Push/Pull-Test



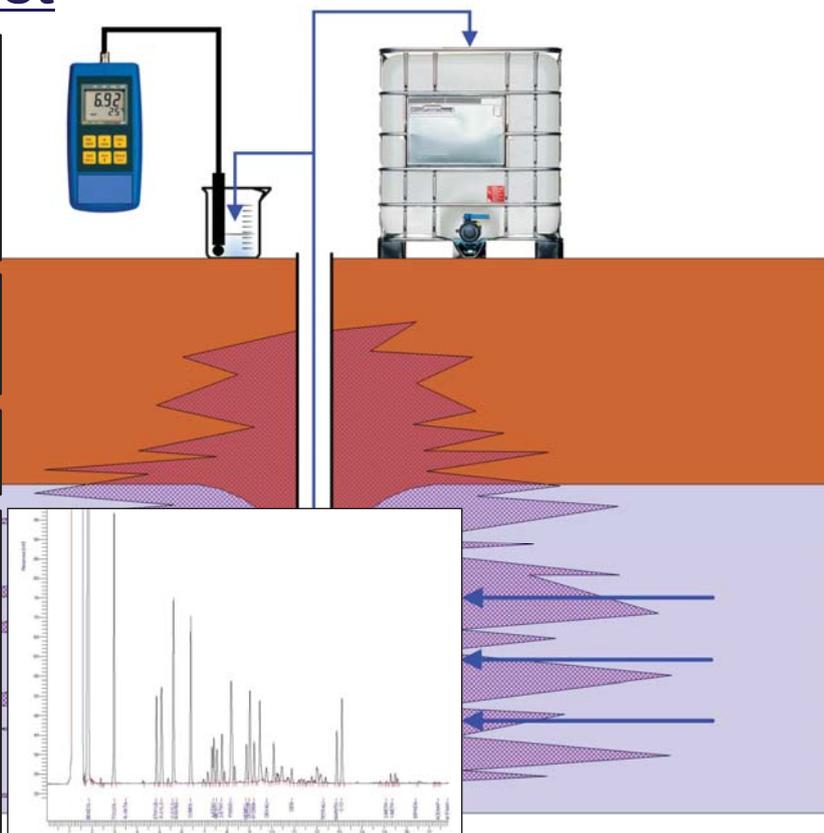
Förderung einer definierten Menge Grundwasser in einen bereitgestellten Lagerbehälter (z.B. IBC-Container)

Entnahme einer Rohwasserprobe aus dem Förderstrom

Messung der Vor-Ort-Parameter

Instrumentelle Analytik der Rohwasserprobe auf die relevanten Parameter:

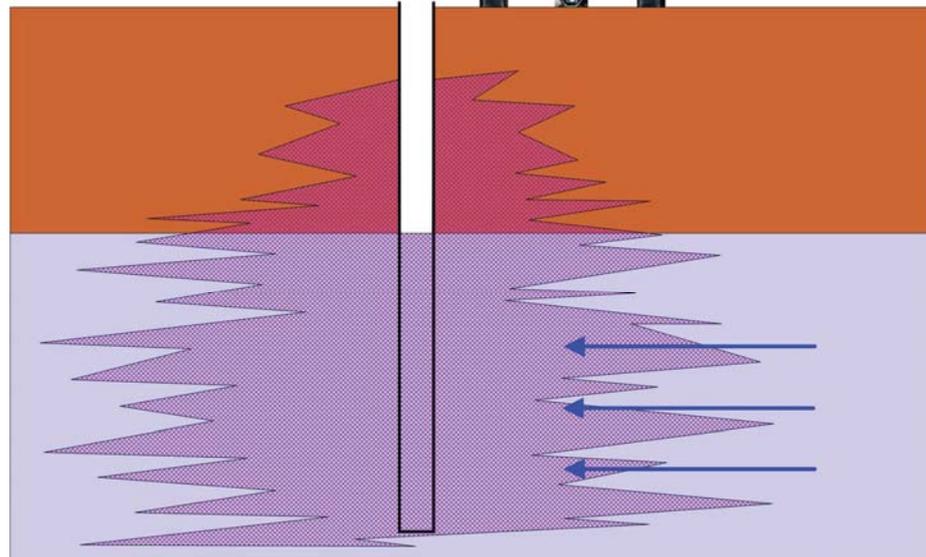
- Schadstoffgehalt
- Tracerbestandteile
- Abbauprodukte
- Geogene reaktive Verbindungen



Wirkstoff- und Tracerzugabe



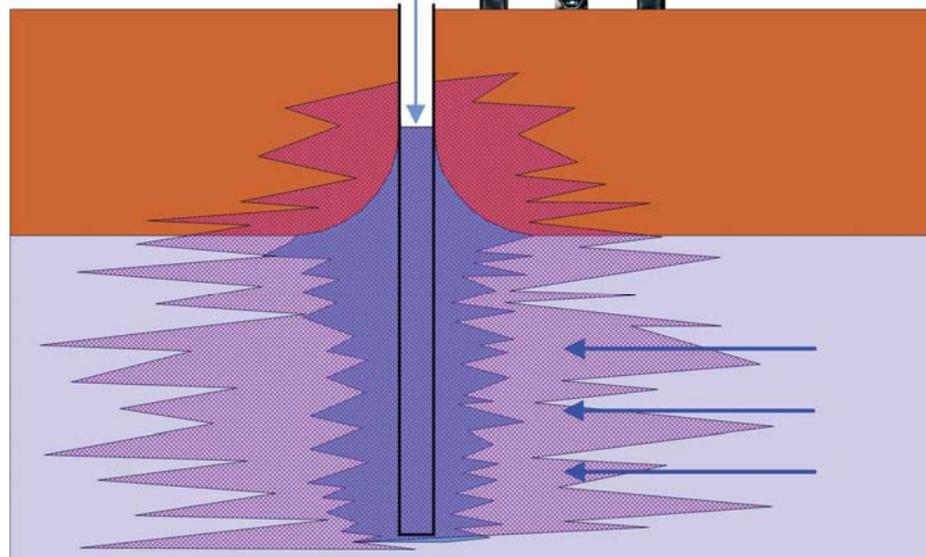
Zugabe von **Wirkstoffen** und konservativem Tracer in das abgepumpte Grundwasser



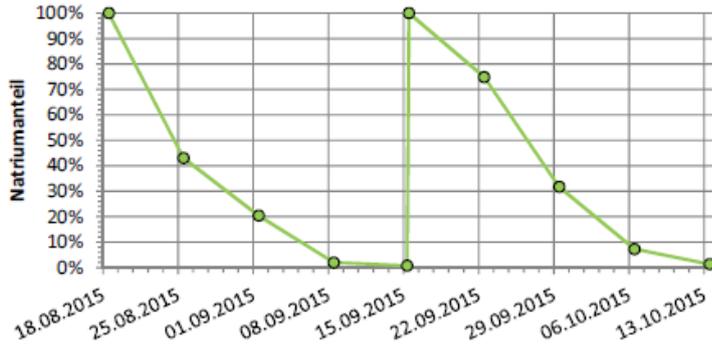
Push-Phase



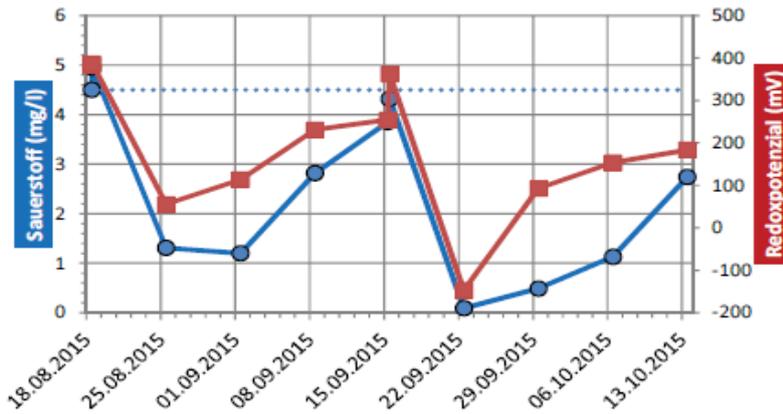
Re-Infiltration des mit Wirkstoffen und Tracer versetzten Standortwassers in den Brunnen



Ergebnisse des Push-Pull-Tests (I)

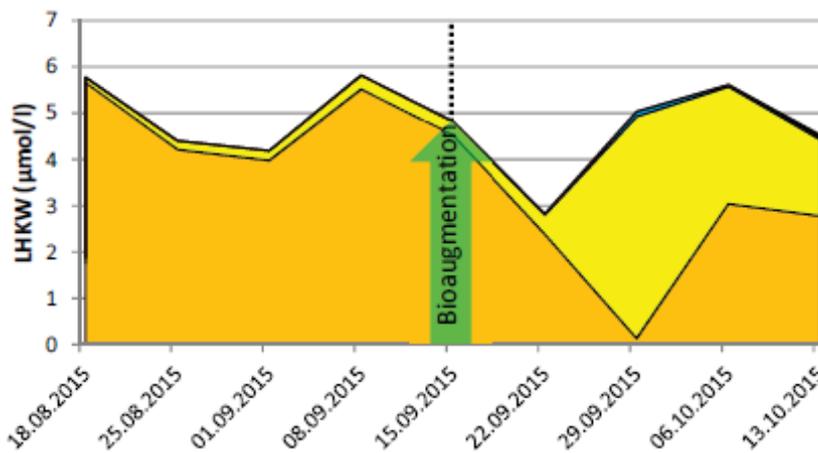


Wiederfindungsrate des konservativen Tracers "Natrium" im Eingabepegel: vollst. Elimination nach ca. 3 Wochen durch Abtransport



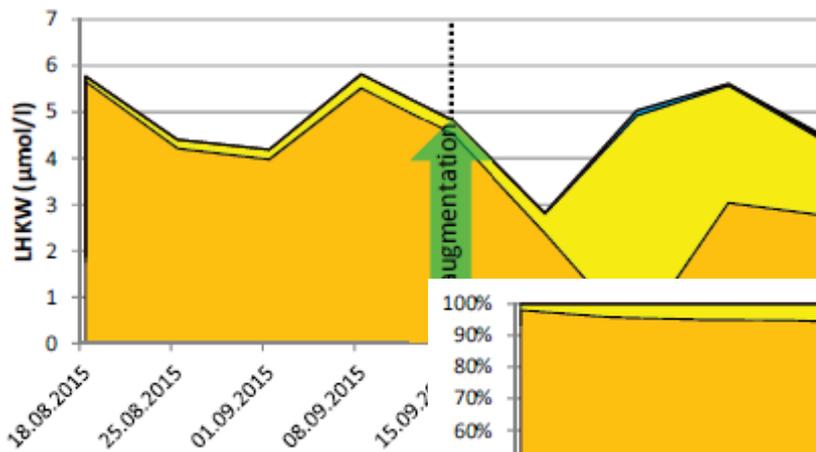
Aufbau reduzierender Bedingungen im Grundwasser: Wirkung des organischen Cosubstrats auf O₂-Gehalt und Redoxmilieu

Ergebnisse des Push-Pull-Tests (II)



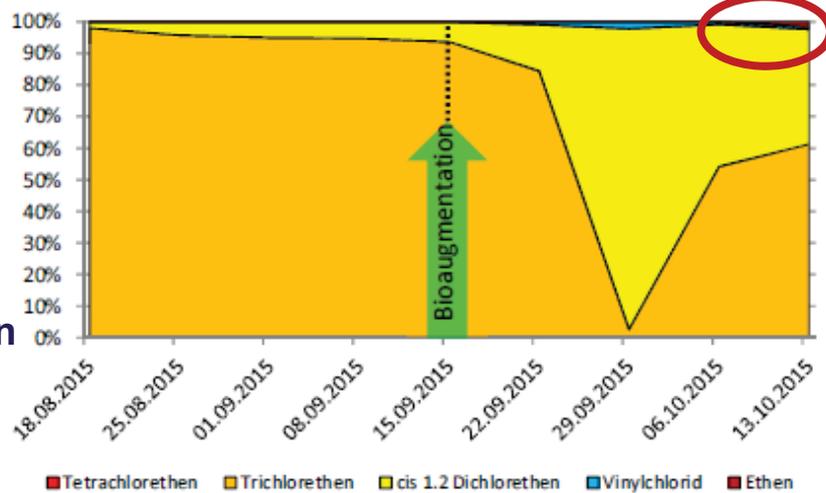
LCKW-Entwicklung: erst Einbruch, dann Wiederanstieg durch nachströmende LCKW

Ergebnisse des Push-Pull-Tests (II)



LCKW-Entwicklung:
erst Einbruch, dann
Wiederanstieg
durch nachströ-
mende LCKW

**LCKW-
Zusammensetzung:**
nach Bioaugmentation
deutlich mehr
Abbauprodukte und
sogar erstes Ethen

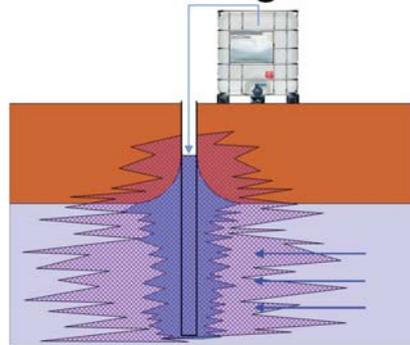


Strukturiertes Vorgehen vom Labortest zum kontrollierten Reaktionsraum

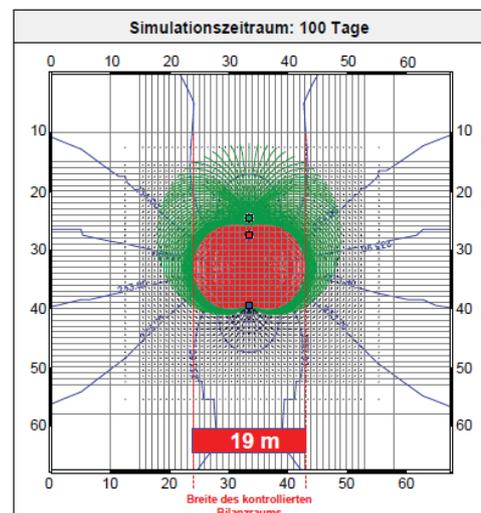


1. Prozessanalyse und Wirkstoffauswahl

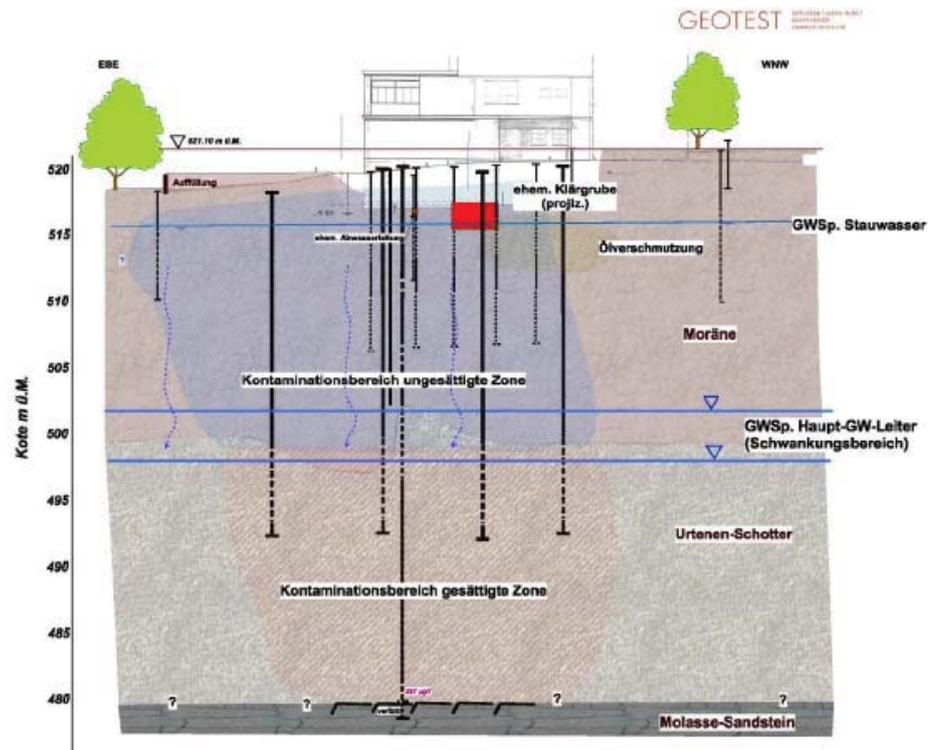
2. Verifizierung Abbau unter Standortbedingungen



3. Aufbau eines hydraulisch kontrollierten Reaktionsraumes



Strategie zur Biostimulation des LCKW-Abbaus am Standort



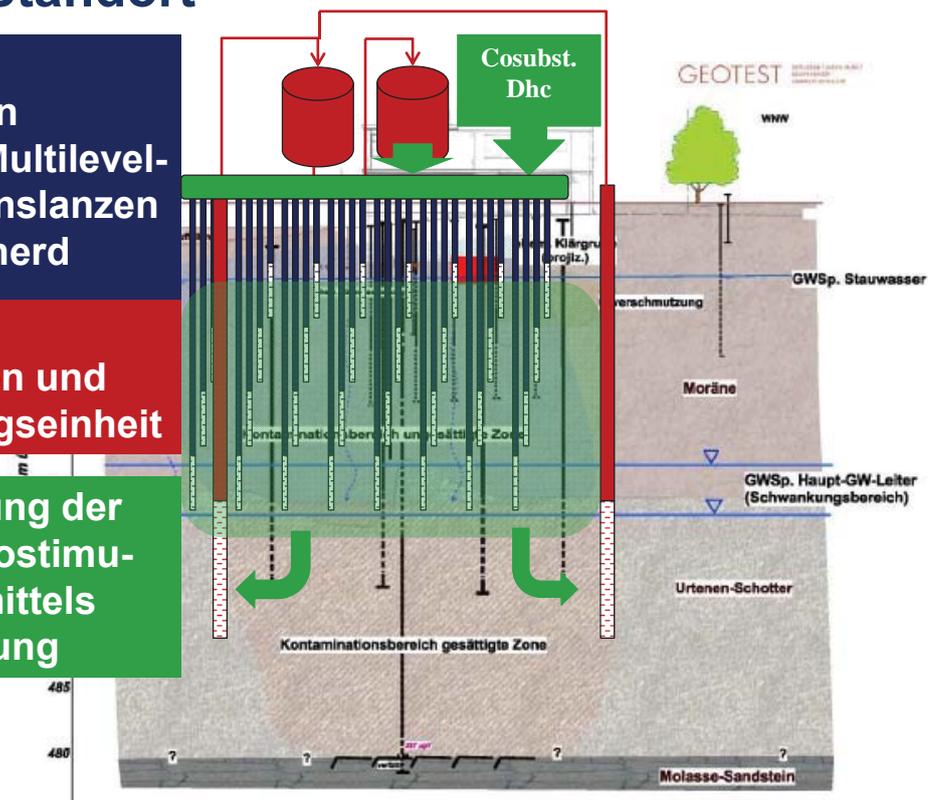
Strategie zur Biostimulation des LCKW-Abbaus am Standort



1. Aufbau eines engmaschigen Rasters aus Multilevel-Druckinjektionslanzen im Schadensherd

2. Bau von GW-Förderbrunnen und GW-Reinigungseinheit

3. Bewirtschaftung der reduktiven Biostimulationszone mittels Kreislaufführung



Bewirtschaftung und Überwachung des Bioreaktionsraumes

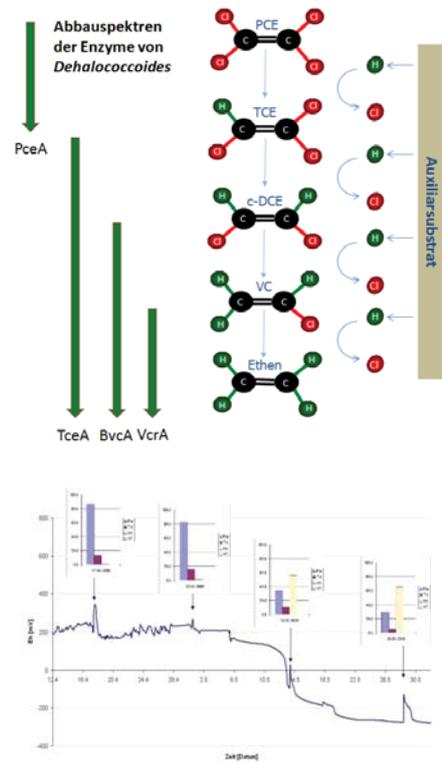
1. LCKW-Konzentration und Abbauprodukte

2. Biologische Reaktionsprodukte (CO₂, Fe²⁺, Sulfat, Methan, Ethen, Ethan)

3. Dehalococcoides- abbauaktive Gene (TceA, BvcA, VcrA)

4. Biologische Substratversorgung (DOC, Cosubstratscreening)

5. Milieubedingungen im Grundwasser (el. Leitfähigkeit, pH, Redoxpotenzial)



GEOTEST GEOLOGEN / INGENIEURE /
GEOPHYSIKER /
UMWELTFACHLEUTE



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gibt es Fragen?

Standortgutachter: Fa. Geotest, Hr. Abrecht

Sanierungstechnik: Fa. Sensatec, Stephan Hüttmann

Mobil: ++49 17613890091; mail: s.huettmann@sensatec.de; web: www.sensatec.de

