

Neuartige Materialien für die *in situ* Sanierung einer LHKW-Fahne

**Ergebnisse aus dem BMBF-
Forschungsvorhaben „Contasorb“**

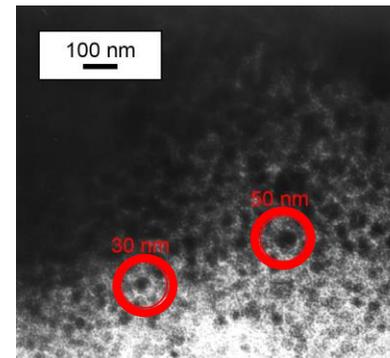




Carbo-Iron[®] 2.0

Mikroskaliges Eisen(0)-Aktivkohle-Kompositmaterial

- Trägermatrix: kolloidale Feinst-Aktivkohle
- Darauf imprägniert: Eisen(0)-Cluster

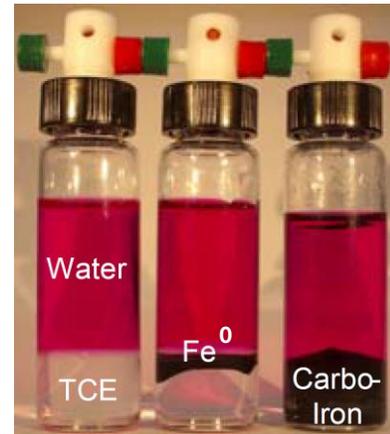


Aggregatgröße: 1.00 μm

Fe⁰-Partikel: 0.05 μm

BET-Oberfläche: 600 – 800 m^2/g

Kolloidal stabilisierte Suspension



Nicht-pyrogen.

Überragende Adsorptions-
UND Reaktionsleistung.

Nimmt freie Phase auf.

Ermöglicht eine vollständige,
VC-freie Dehalogenierung.

Korrosionsstabilisiert.



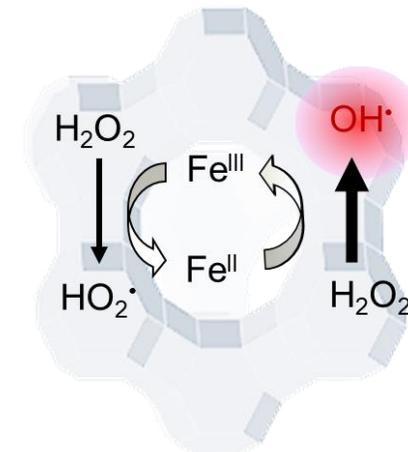
Intrawhite[®]-Zeolithe

Kristalline Alumosilikate

Optimiert für den in situ Einsatz (0.55 µm)

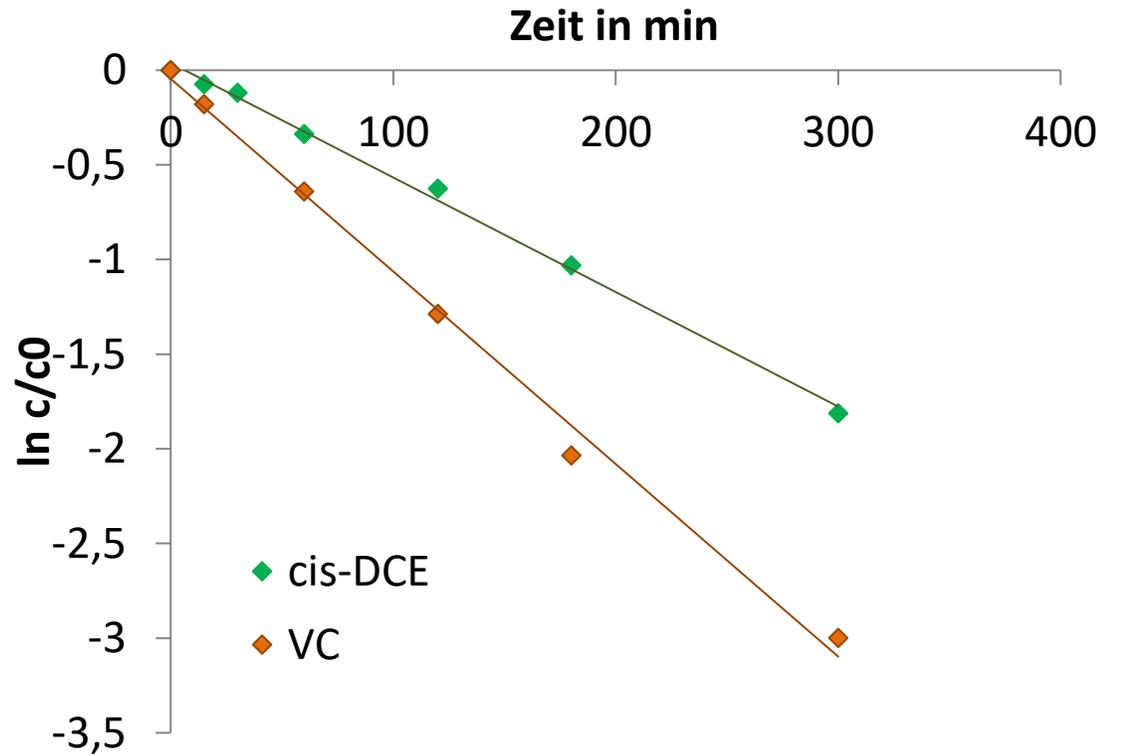
TrapOx[®]-Prinzip:

1. Adsorption von DCE und VC
2. Katalytische Oxidation mit H₂O₂





Intrawhite[®]-Zeolithe



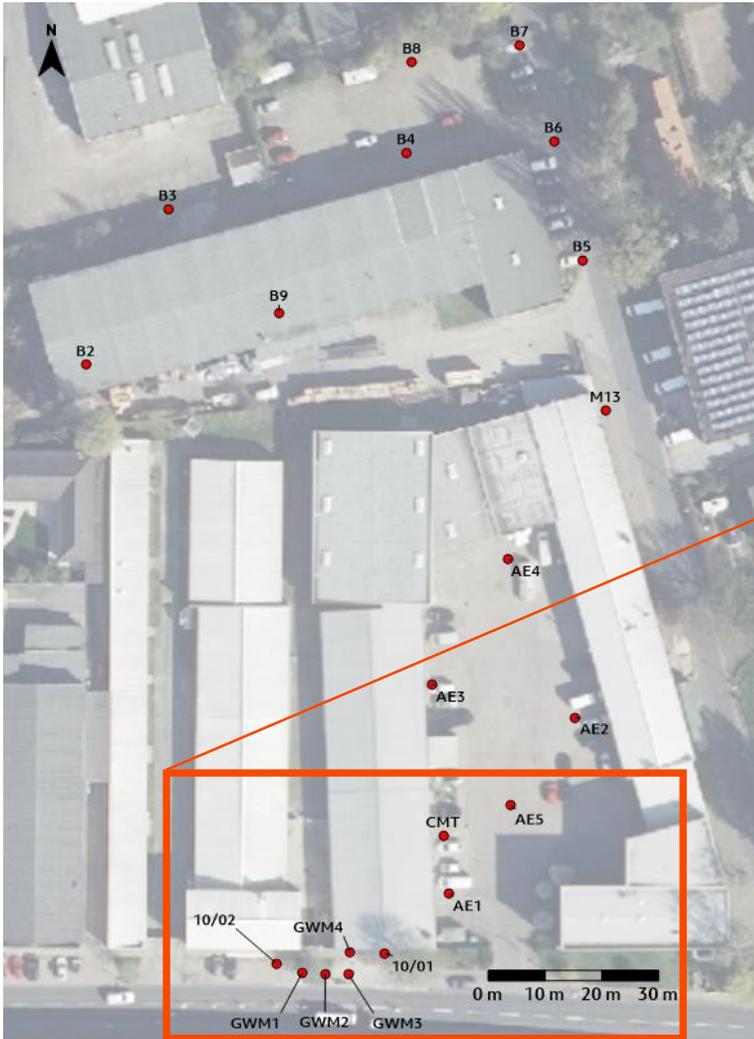
Abreaktion von VC und DCE ($c_0 =$ je 10 mg/l) in Suspension mit 10 g/l H_2O_2 und 10 g/l ZEOLITH, pH 7,5



ZIEL

*Erprobung der neu entwickelten Materialien
an einem kontaminierten Standort*

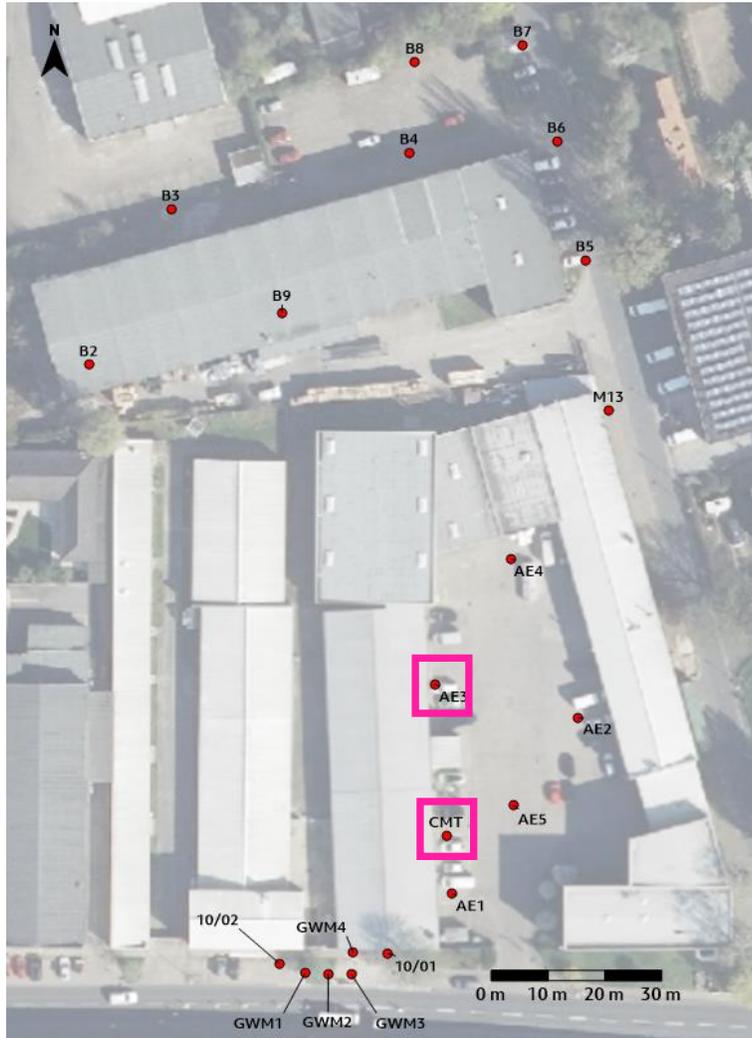




Standort

- Historische LHKW-Kontamination
- Innerstädtischer Bereich, versiegelt
- Quelle überbaut





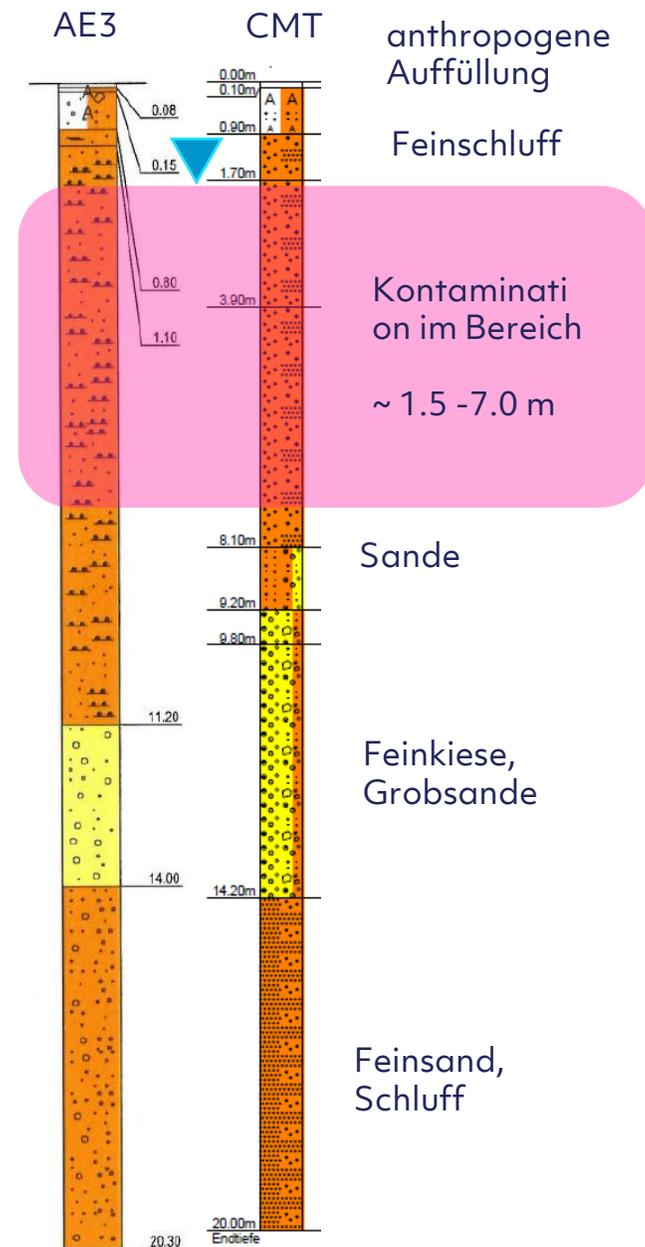
Geologie

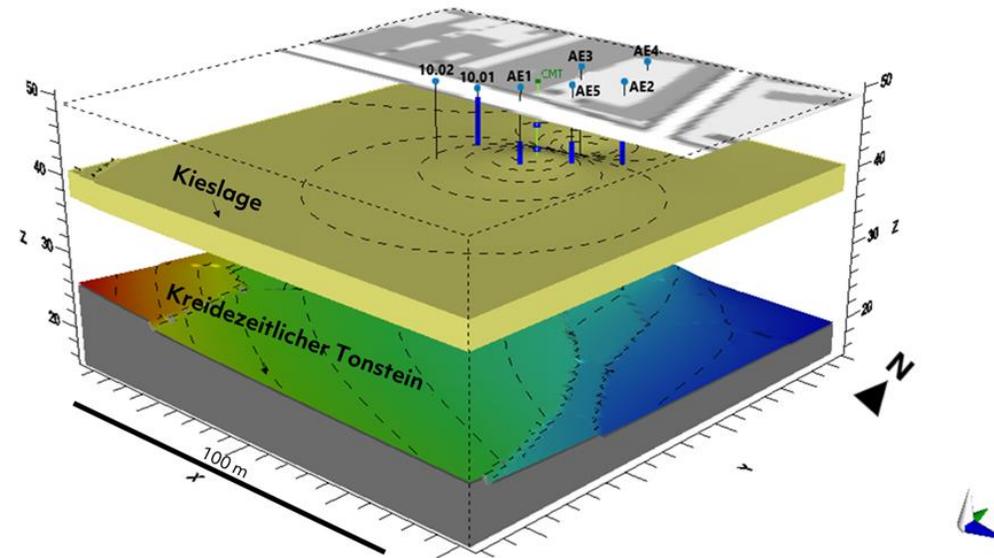
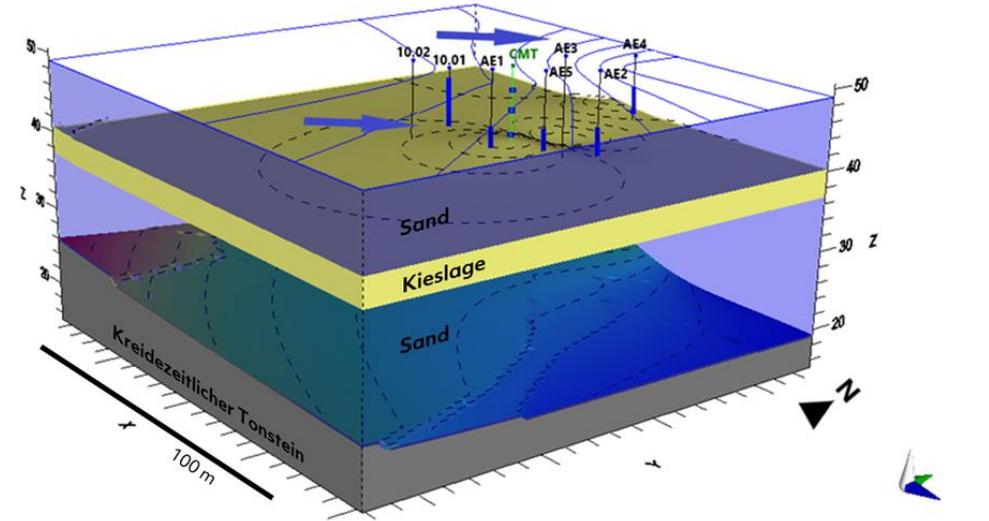
Norddeutsche Tiefebene
Grundwasser bei ~ 1.5-2.0 m u. GOK

Verzahnte Lagen verschiedener
quartärer Sedimente

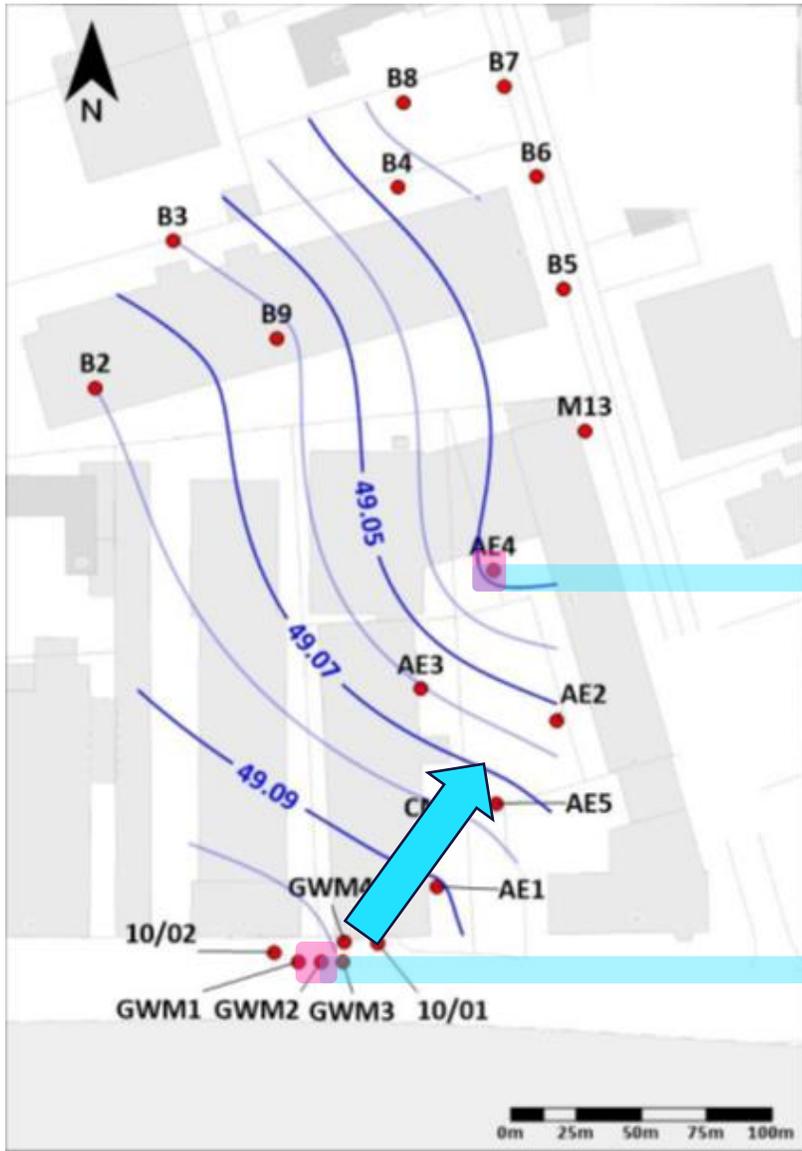
Kieslagen
bei ca. 9 – 14 m u. GOK

GW-Aquifer-Basis
bei ca. 32 m u. GOK

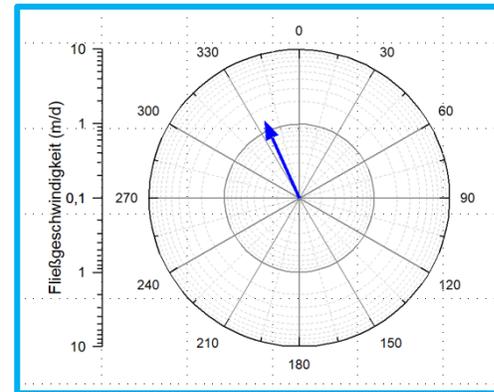
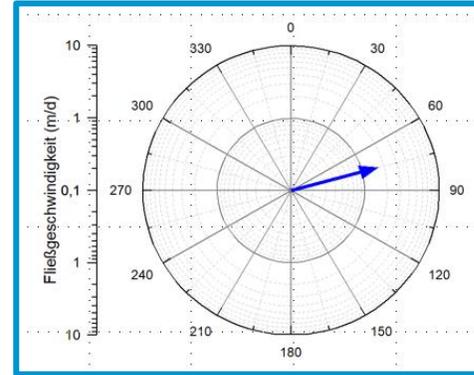




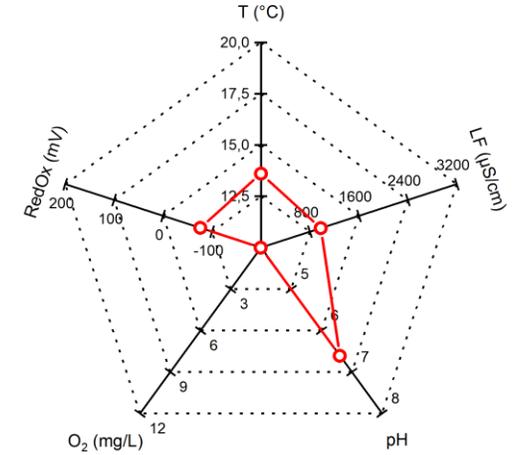
Intraview® 3D Visualisierung



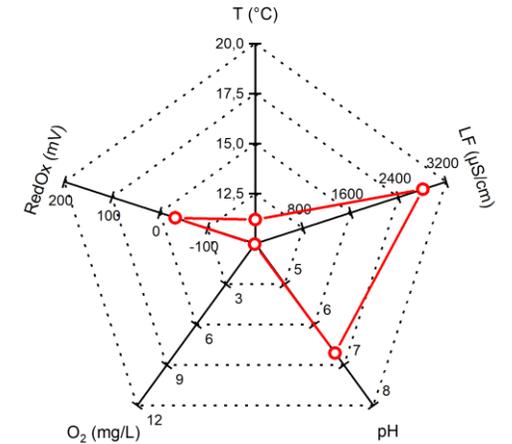
Intrasense®



AE4, 02.04.2019



GWM 2, 02.04.2019



Kleinräumig z.T. leichte Anisotropien

Hauptabstrom aber klar nach NE

Kontaminations-Situation

LHKW-Anstrom aus Südwest

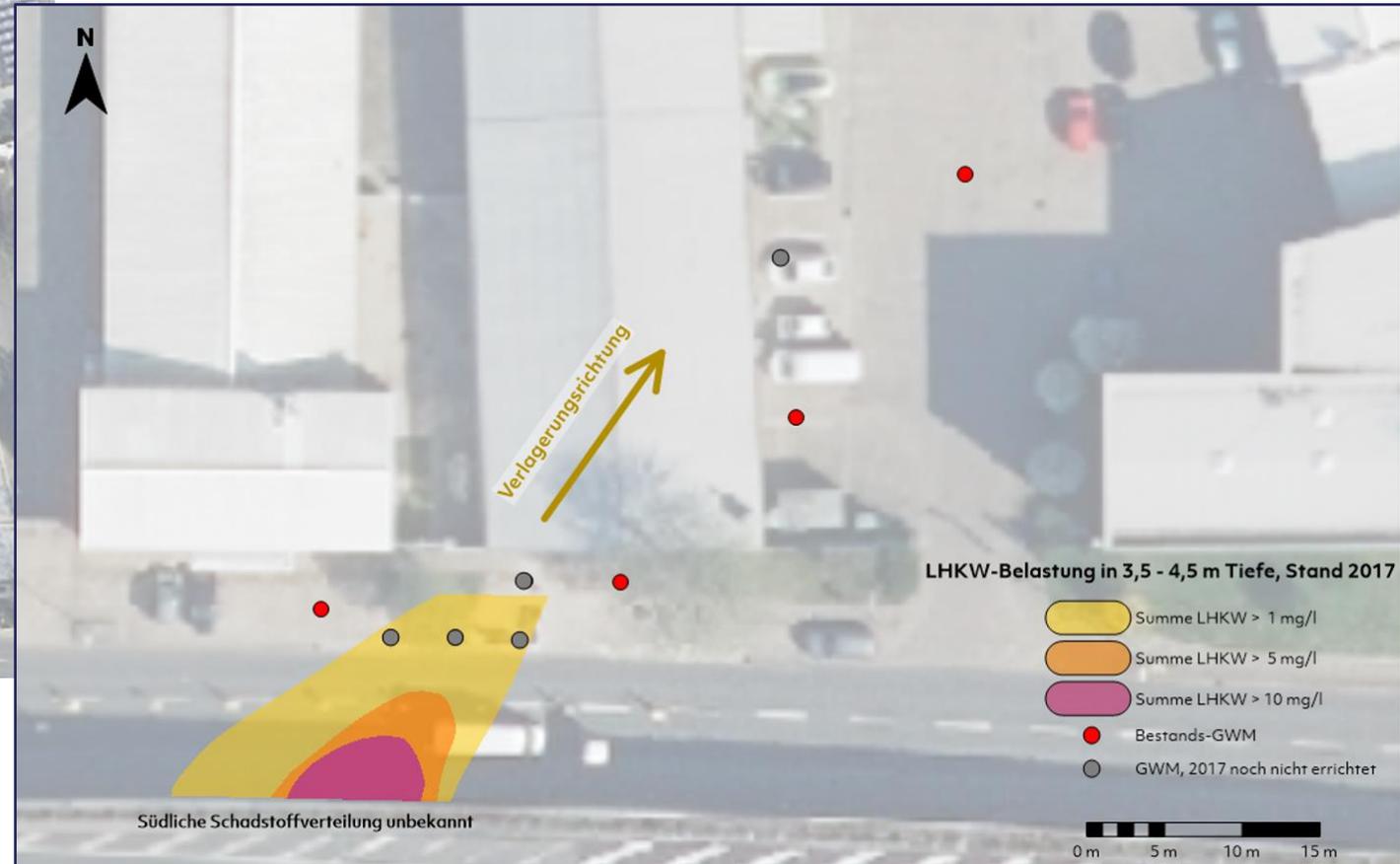
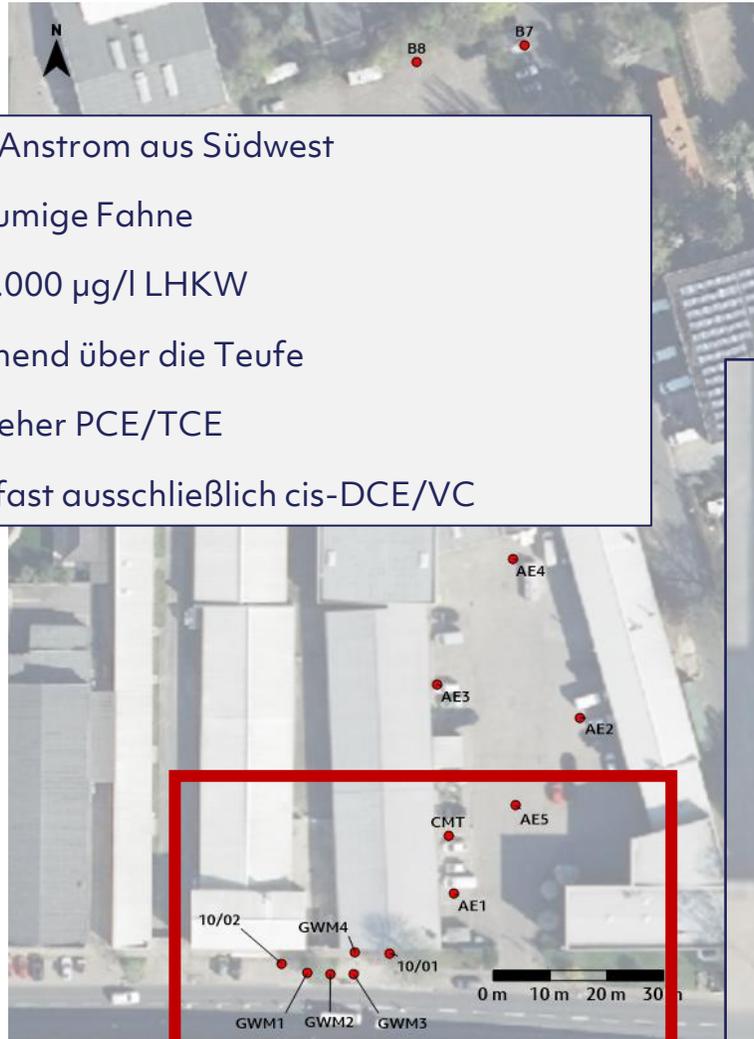
Kleinräumige Fahne

Max 31.000 $\mu\text{g/l}$ LHKW

Abnehmend über die Tiefe

Quelle: eher PCE/TCE

Fahne: fast ausschließlich cis-DCE/VC



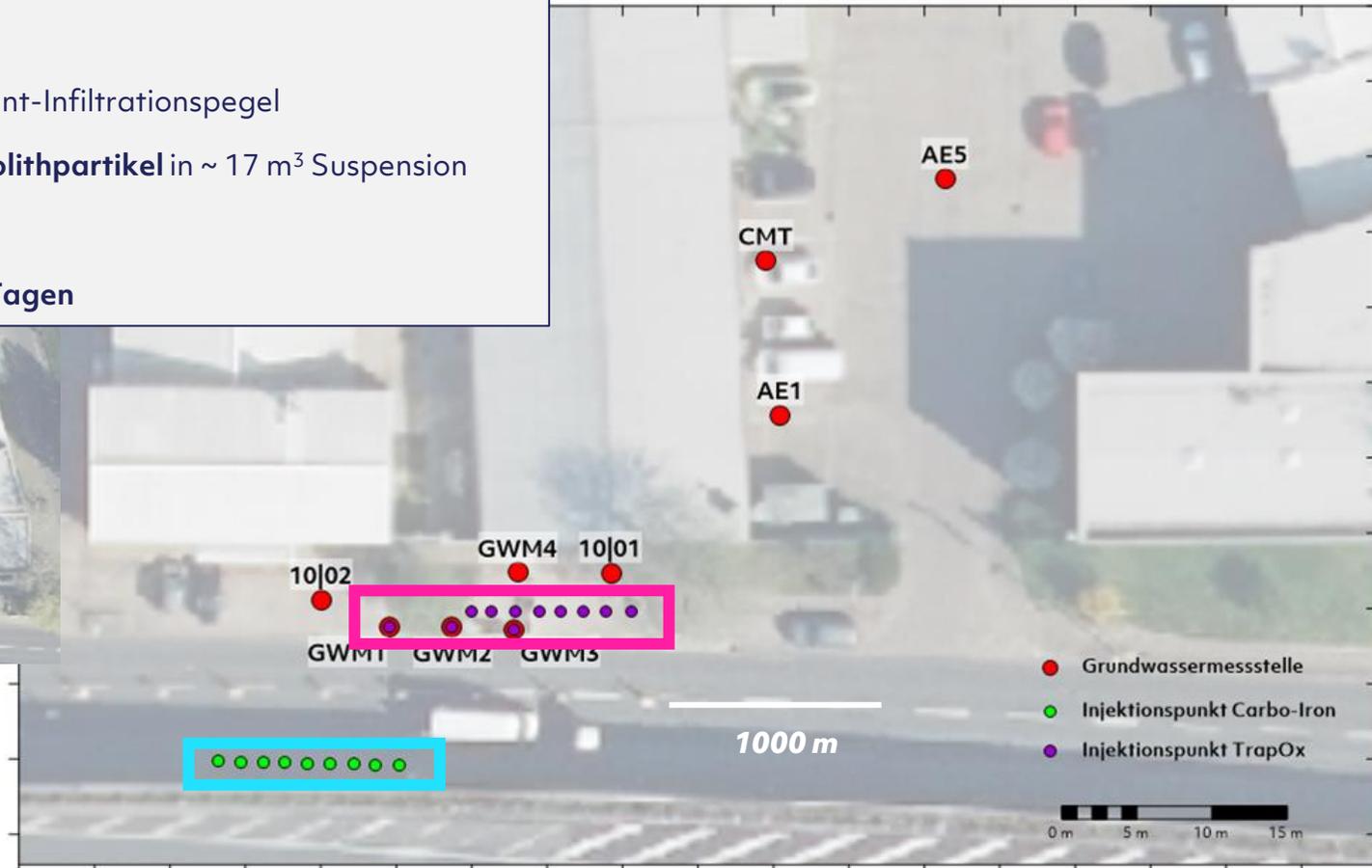
In situ Maßnahmen:

1. reduktive Dechlorierung von PCE/TCE:

1. Direct-Push Injektion
2. 90 kg **Carbo-Iron®** in ~ 9m³ Suspension
3. in 1.5 – 7.0 m GOK

2. Oxidation von DCE/VC

1. Eingabe über Permanent-Infiltrationspegel
2. 170 kg **Intrawhite® Zeolithpartikel** in ~ 17 m³ Suspension
3. in 1.5 – 7.0 m GOK
4. Plus H₂O₂ nach ~ 200 Tagen



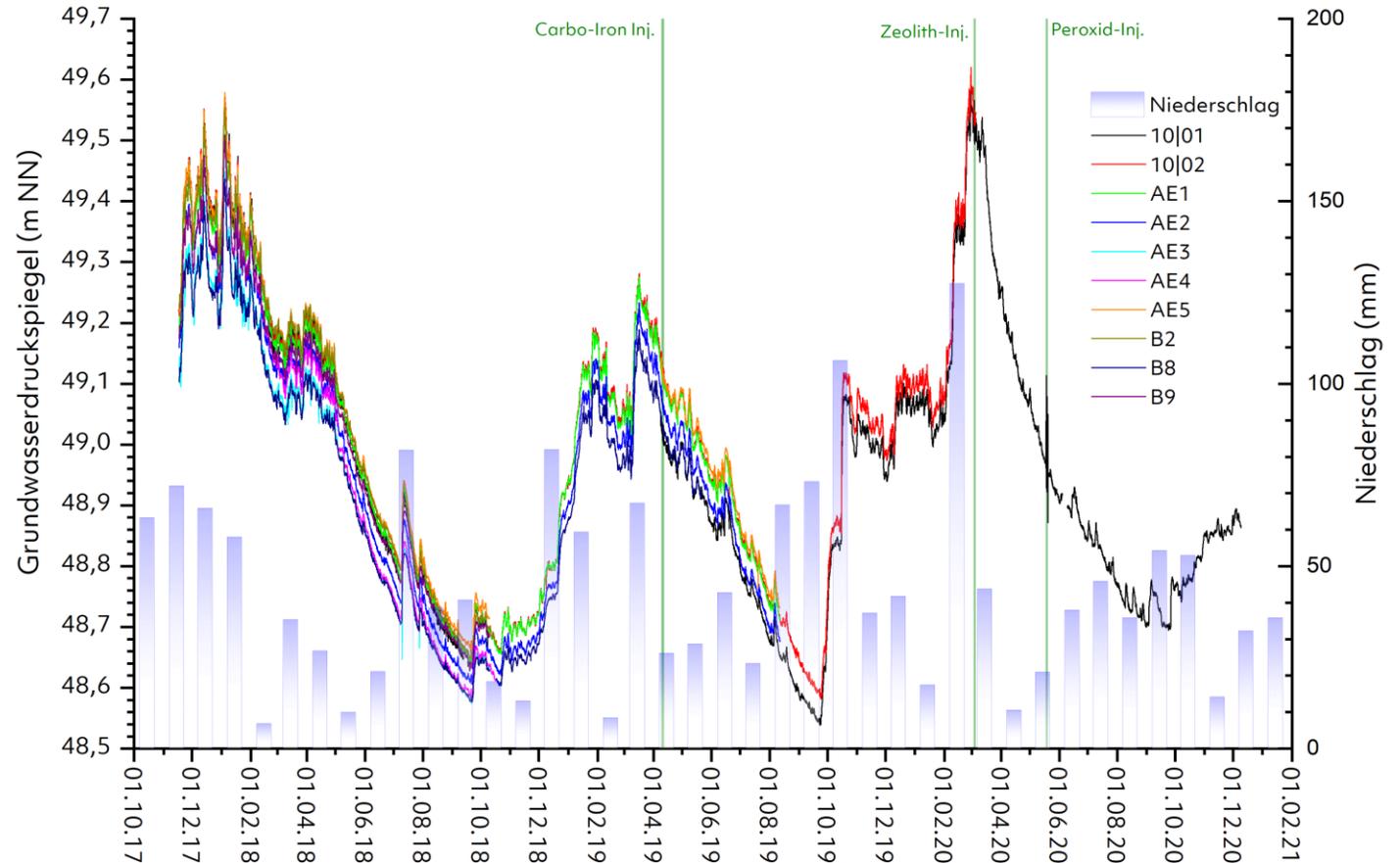
Hydrodynamik & Hydraulik

Einsatz von bis zu 9 Datenloggern im oberflächennahen Bereich

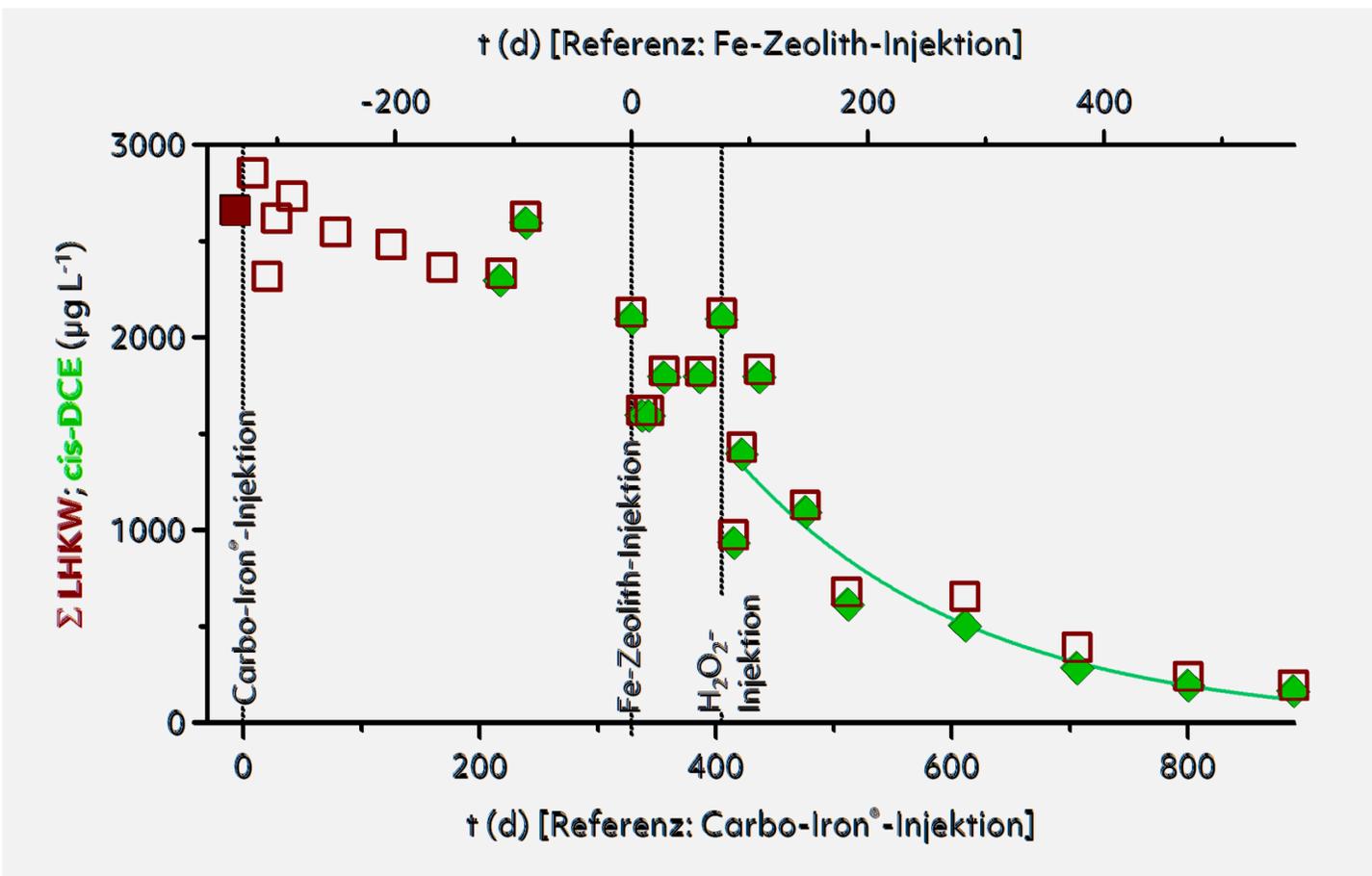
Schwankungsbreite des GW-Druckspiegels ca. 1 m

Schnelle Reaktion auf Niederschläge (südlich unversiegelte Flächen)

Keine bzw. nur sehr kurzfristige Beeinflussung der Hydraulik durch die Injektionen, keine Verblockung des Aquifers



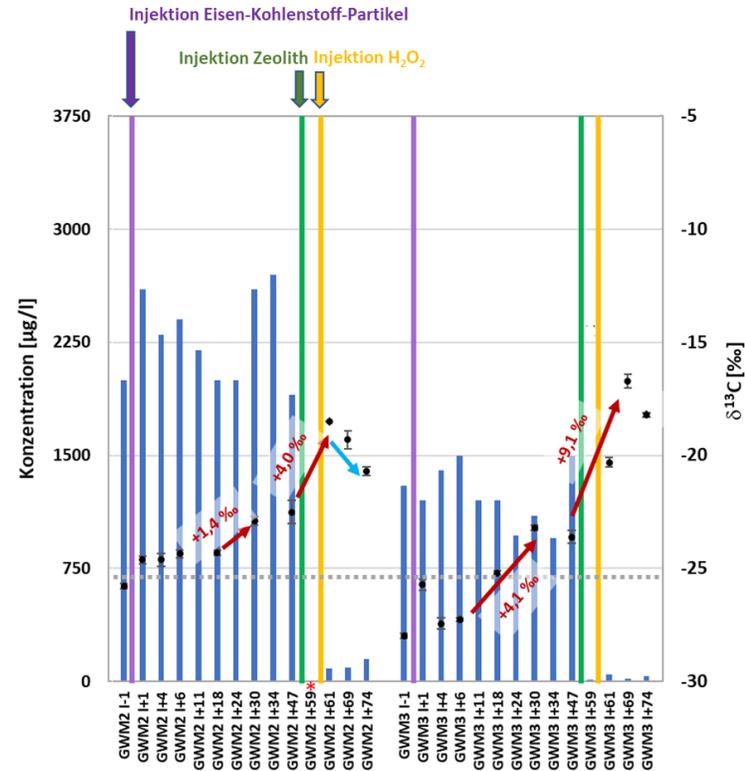
Ergebnis



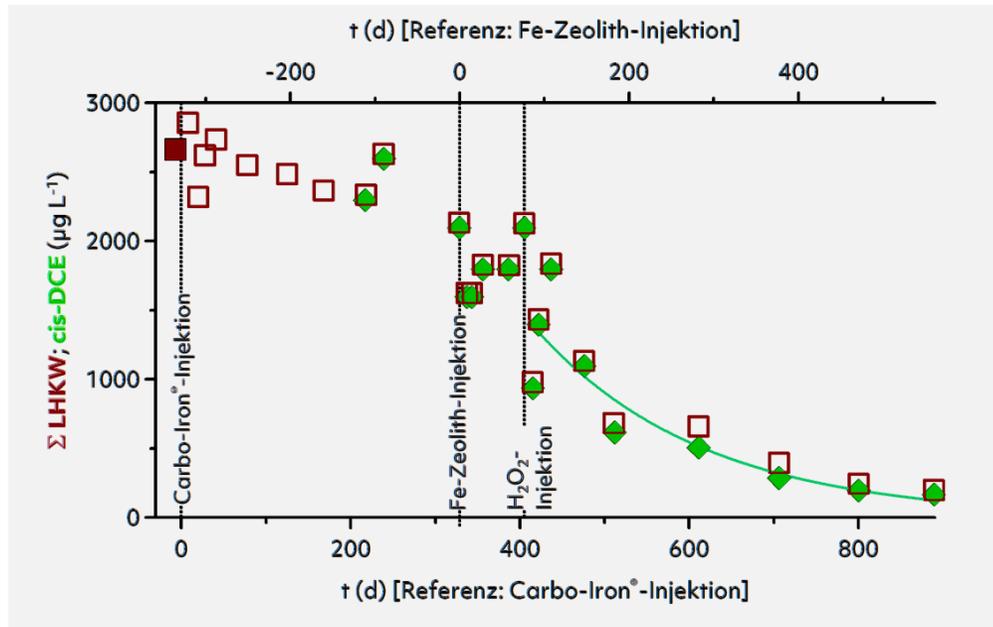


Isotopenanalyse

cDCE



Zunehmend positiver werdende Isotopenwerte belegen den abiotischen TCE & cDCE-Abbau



Mechanismus

- Vollständige reduktive Dehalogenierung des anströmenden PCE/TCE durch das Carbo-Iron®
- Dadurch strömt ausschließlich cis-DCE in die mit Zeolithen behandelte reaktive Zone
- Zeolithe adsorbieren cis-DCE, der Hauptabbau findet aber durch die katalytische Aktivierung des Eisenkerns mit H₂O₂ statt

- Die nachhaltige Schadstoffreduktion (~ 400 Tage) kann nicht allein H₂O₂ auf zurückzuführen sein (zu geringe Halbwertszeit)
- Denkbar ist eine tiefgreifende Veränderung der kleinräumigen Physikochemie, weg von den reduzierenden Verhältnissen.
- CSIA-Analysen deuten auf abiotischen Effekt hin, aber möglicherweise sind mikrobielle Vorgänge beteiligt.
- Wahrscheinlich ist eine Überlagerung aller Effekte – biotisch, abiotisch, katalytisch im Bereich der Zeolithe.



Zusammenfassung der integrierten Carbo-Iron® / Intrawhite® Zeolith-Anwendung

- Gutes Handling der Materialien und kostengünstige, rasche Anwendung
- Deutliche Schadstoffreduktion von ~ 3.000 µg auf ~ 200 µg, vor allem DCE
- Zeolithe verstärken, konzentrieren und verlängern den Effekt des H₂O₂
- Nachhaltige Schadstoffreduktion: ~ 900 Tage seit Anwendung

Contasorb



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Sarah Sühnholz
Hendrik Noll
Dr. Johannes Bruns
Dr. Julian Bosch



Dr. Anko Fischer
Dr. Kevin Kuntze



Dr. Anett Georgi
Dr. Katrin Mackenzie
Prof. Dr. Frank-Dieter Kopinke



T +49 201 858 958 0

[intrapore.com](https://www.intrapore.com)

Essen | Leipzig | Jena

In situ Sanierung

