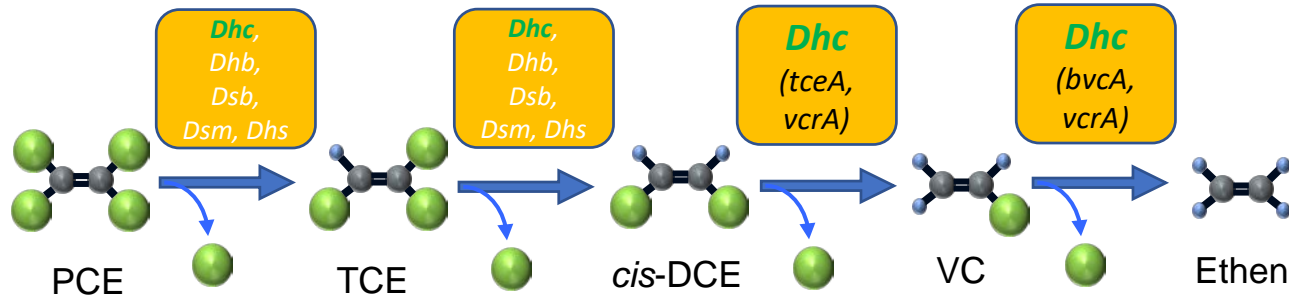


UNTERSTÜTZUNG DER MIKROBIEELLEN REDUKTIVEN DECHLORIERUNG VON PCE MIT NULLWERTIGEM EISEN (ZVI) – LABOR- UND FELDVERSUCHE

Thomas G. Reichenauer & Regine Patek



MIKROBIELLE REDUKTIVE DECHLORIERUNG („CHLORORESPIRATION“)



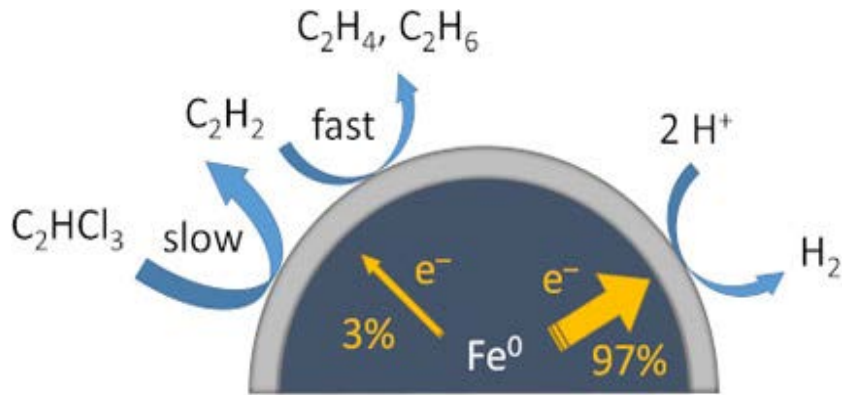
- Hydrogen
- Carbon
- Chlorine

Dhc: Dehalococcoides

Dhb: Dehalobacter; Dhs: Dehalospirillum;

Dsm: Desulfuromonas; Dsb: Desulfitobacterium

REDUKTIVE DECHLORIERUNG MIT NULLWERTIGEM EISEN



Brumovsky et al. (2020) ACS Applied Materials & Interfaces 12, 35424-35434

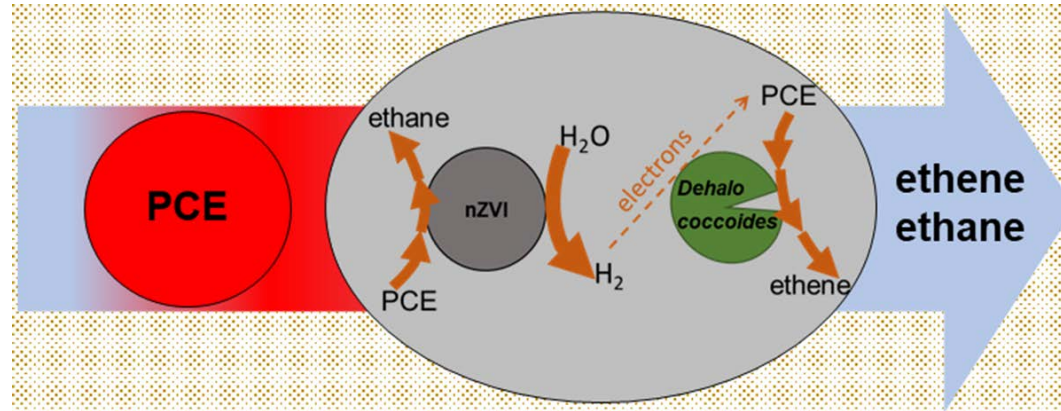
Mögliche Nachteile bei der Anwendung von ZVI

- Reaktion mit Wasser: bis zu 97% der Elektronen werden durch die Korrosion verbraucht
- Agglomeration → Sedimentation
- Adsorption an die Bodenmatrix

Eisenpartikel adsorbieren an einem Sandkorn

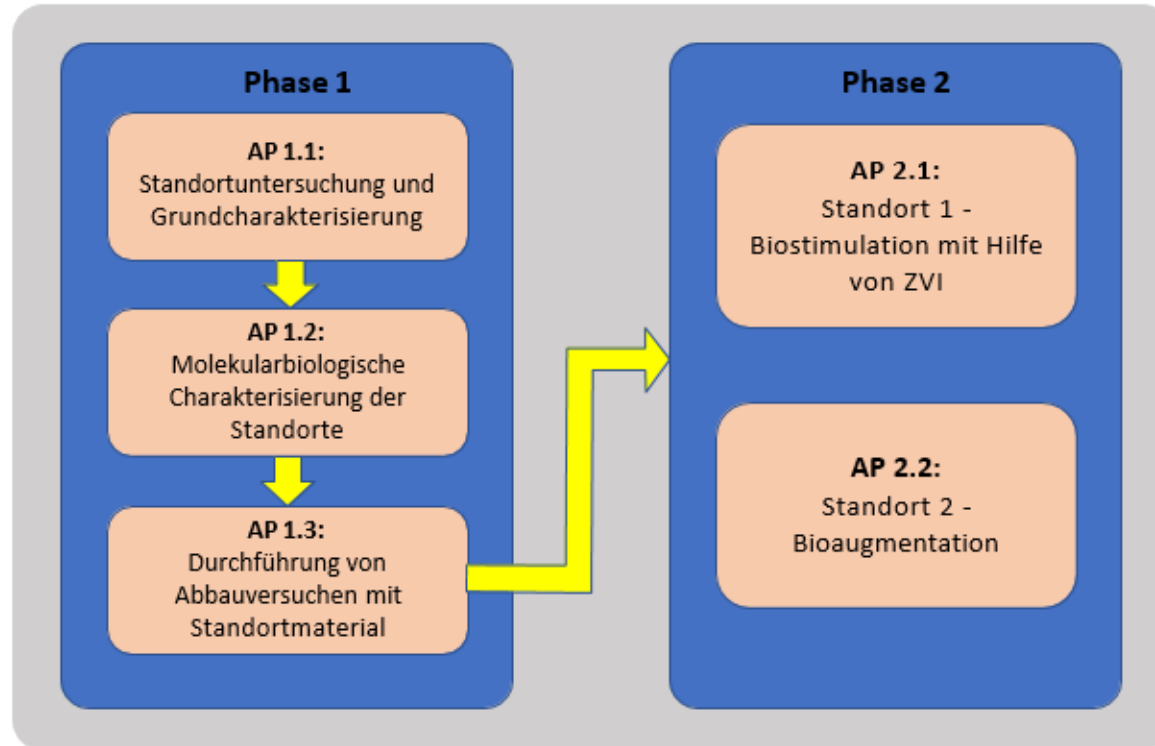
40 μm

UNTERSTÜTZUNG DER MIKROBIELLEN DECHLORIERUNG DURCH EINE EISENSUSPENSION



- Auswahl eines geeigneten Standortes
- Mikrokosmosexperimente im Labor
- Pilotversuch im Feld

PROJEKTRUKTUR



PROJEKTPHASE 1 – STANDORTSUCHE

Auswahl nach:

- ✓ Schadstoffbelastung, Fahne, homogener Grundwasserleiter, ev. Sicherung
- ✓ Anaerob, Abbauprodukte von LHKW bereits vorhanden
- ✓ Informationen über Hydraulik & Hydrogeologie
- ✓ Gute Erreichbarkeit von Wien, positiv gestimmte Grundstückseigentümer....

Folgende 5 Standorte wurden für die Grundcharakterisierung ausgewählt:

- Altlast W24 – Putzerei Counde
- Altlast N29 – MKE Heidenreichstein
- Altlast N51 – Berndorf
- Altlast O43 – Putzerei Lengauer
- Altlast O70 – Trilager Lederfabrik

AUSWAHL VON O70, W24

O70 – Auswahl für Biostimulation (ZVI):

- ✓ LHKW bis 940 µg/l (PCE, TCE), hohe Gehalte an VC; O₂-Gehalt sehr gering (0,10 - 1,35 mg/l)
- ✓ bakterielle DNA nachgewiesen
- ✓ Land OÖ/ BH Rohrbach kooperationsbereit

W24 – Auswahl für Bioaugmentation:

- ✓ Perchlorethen bis > 4.000 µg/l; Spuren von Abbauprodukten; O₂-Gehalt sehr gering (0,18 - 3,58 mg/l)
- ✓ Keine Nachweise von *Dehalococcoides mccartyi*
- ✓ Stadt Wien/ MA45 kooperationsbereit

PROBENAHME UND TRANSPORT VON ANAEROBEM AQUIFERMATERIAL



Container mit Aquifermaterial
wird mit Stickstoff gespült



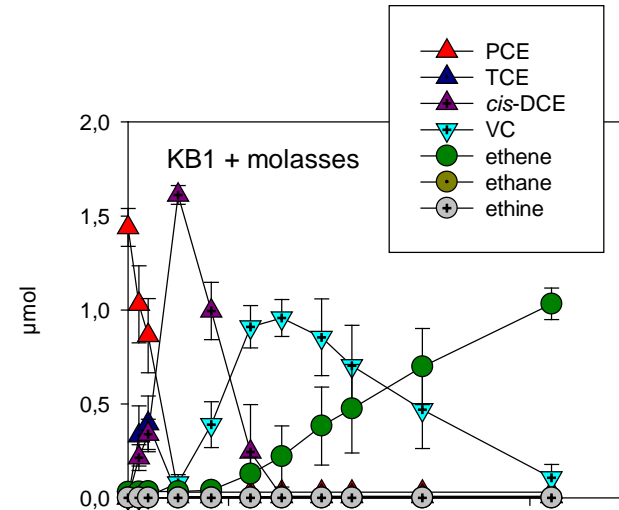
Liner mit Aquifermaterial wird mit
Wachs versiegelt

DURCHFÜHRUNG VON MIKROKOSMOS EXPERIMENTEN

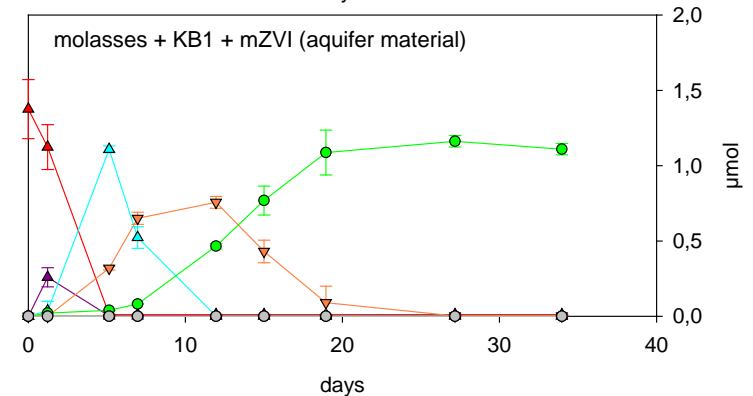
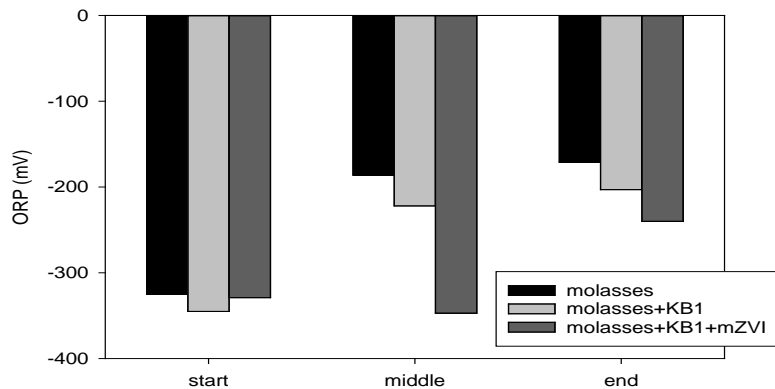
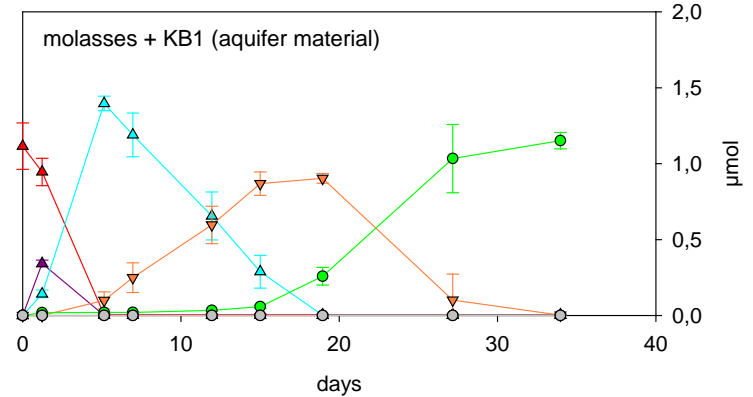
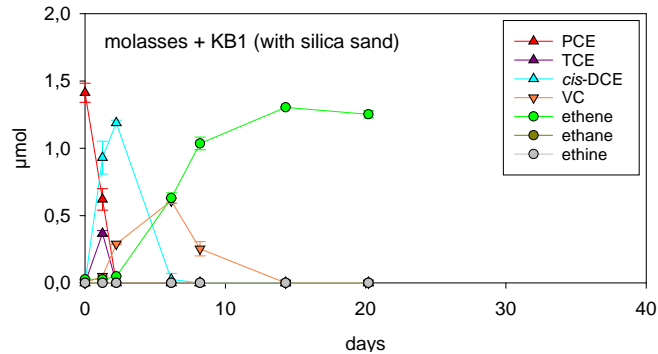
Glovebox with Argon-Atmosphäre



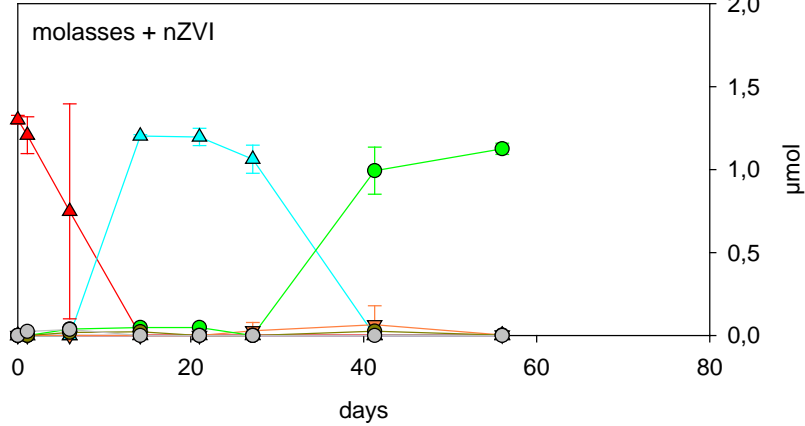
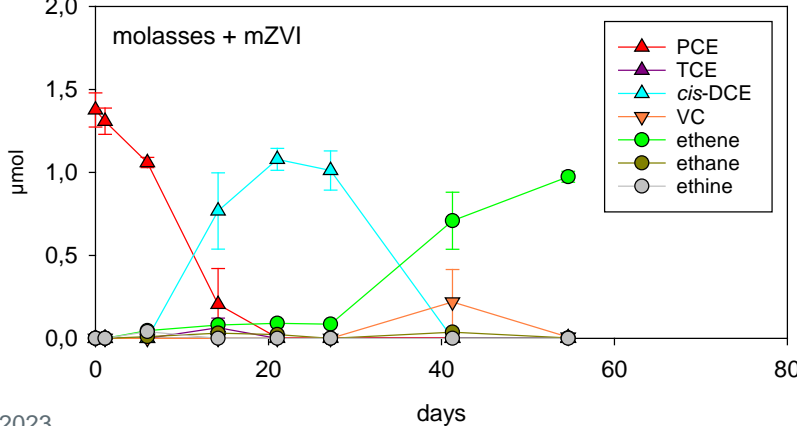
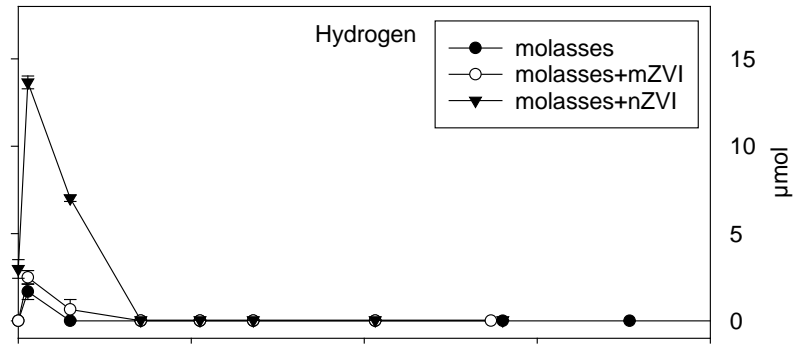
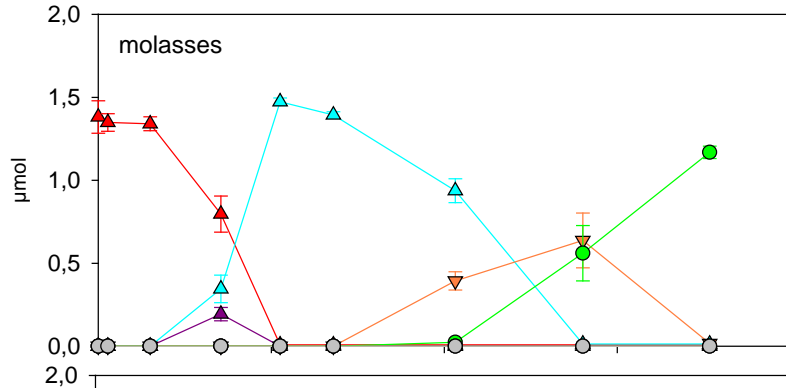
Anaerobe
Mikrokosmen



EFFEKTE VON ZVI AUF DIE MIKROBIELLE DECHLORIERUNG DURCH KB1



EFFEKTE VON ZVI AUF DIE DECHLORIERUNG DURCH DIE AUTOCHTONOUS BAKTERIEN-POPULATION



PROJEKTPHASE 2 - FELDVERSUCHE

Tracerversuche

An beiden Standorten - konservativer Tracer (Natriumchlorid)

- hydraulische Verbindung
- Grundwasser-Abstandsgeschwindigkeit

Ergebnisse:

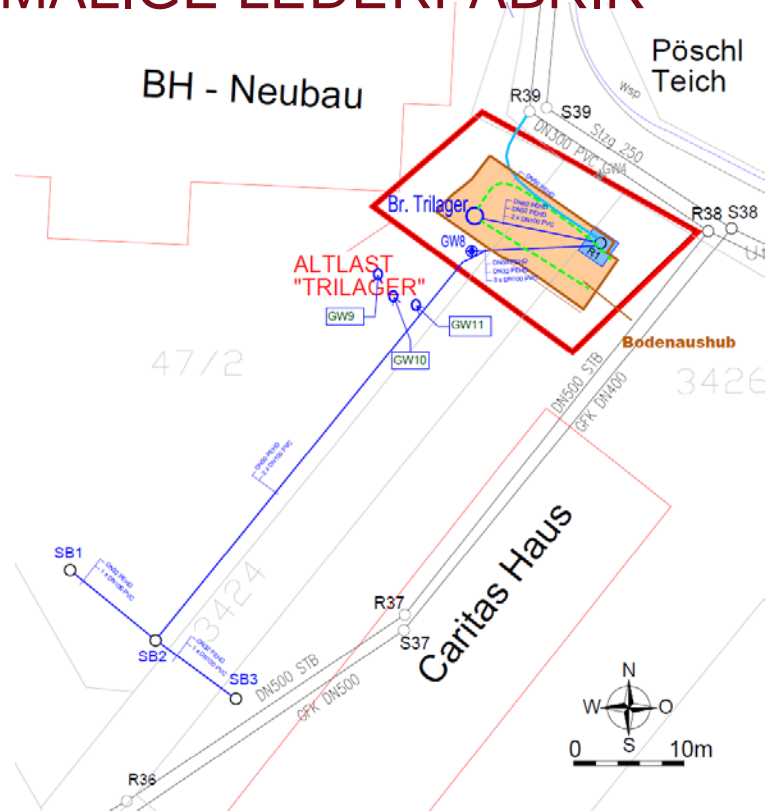
O70 – hydr. Verbindung gegeben, 10 d Abstandsgeschwindigkeit

W24 – stationäre Verhältnisse, keine bzw. kaum GW-Strömung

für W24 sind Pumpmaßnahmen erforderlich, dies würde eine neue wasserrechtliche Bewilligung bedeuten

daher: Feldversuch nur an O70!

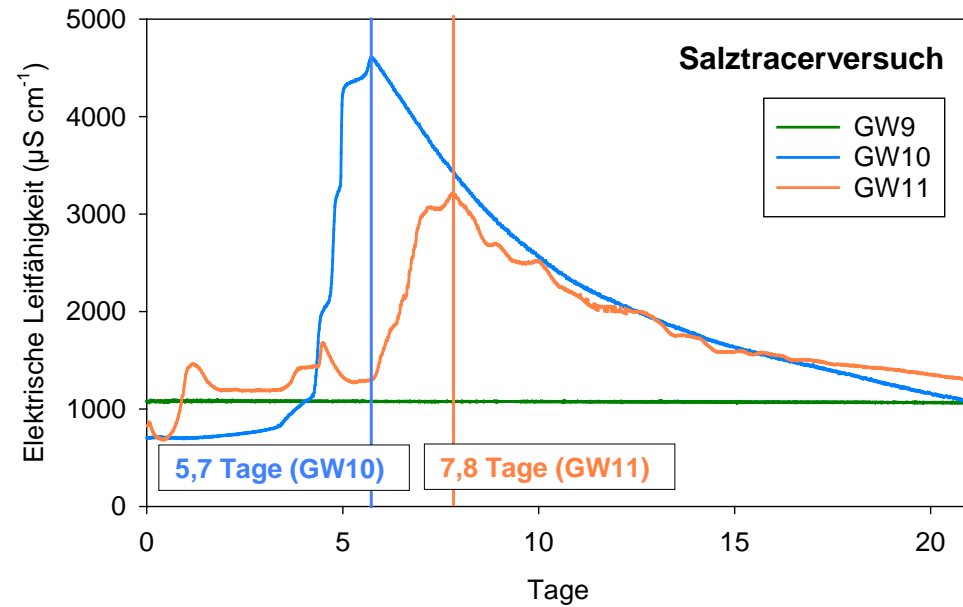
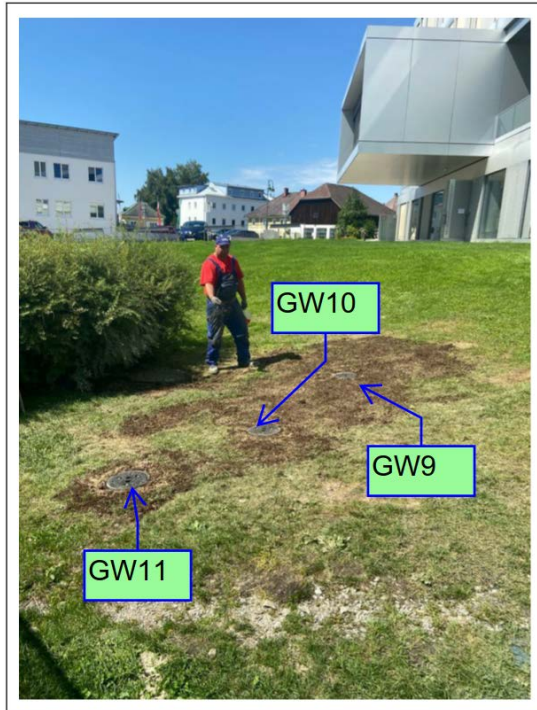
EHEMALIGE LEDERFABRIK



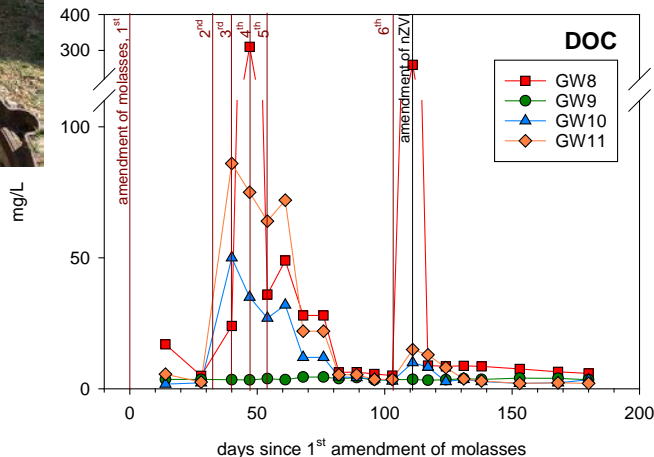
Standorteigenschaften:

- Kluftaquifer (Granit)
- Abstandsgeschwindigkeit: ca. 1m/d (über Klüfte)
- Vinylchlorid: 40-104 µg/L
- Redoxpotenzial: -156 mV

SALZTRACERVERSUCH (O70)



MELASSE UND EISENZUGABE

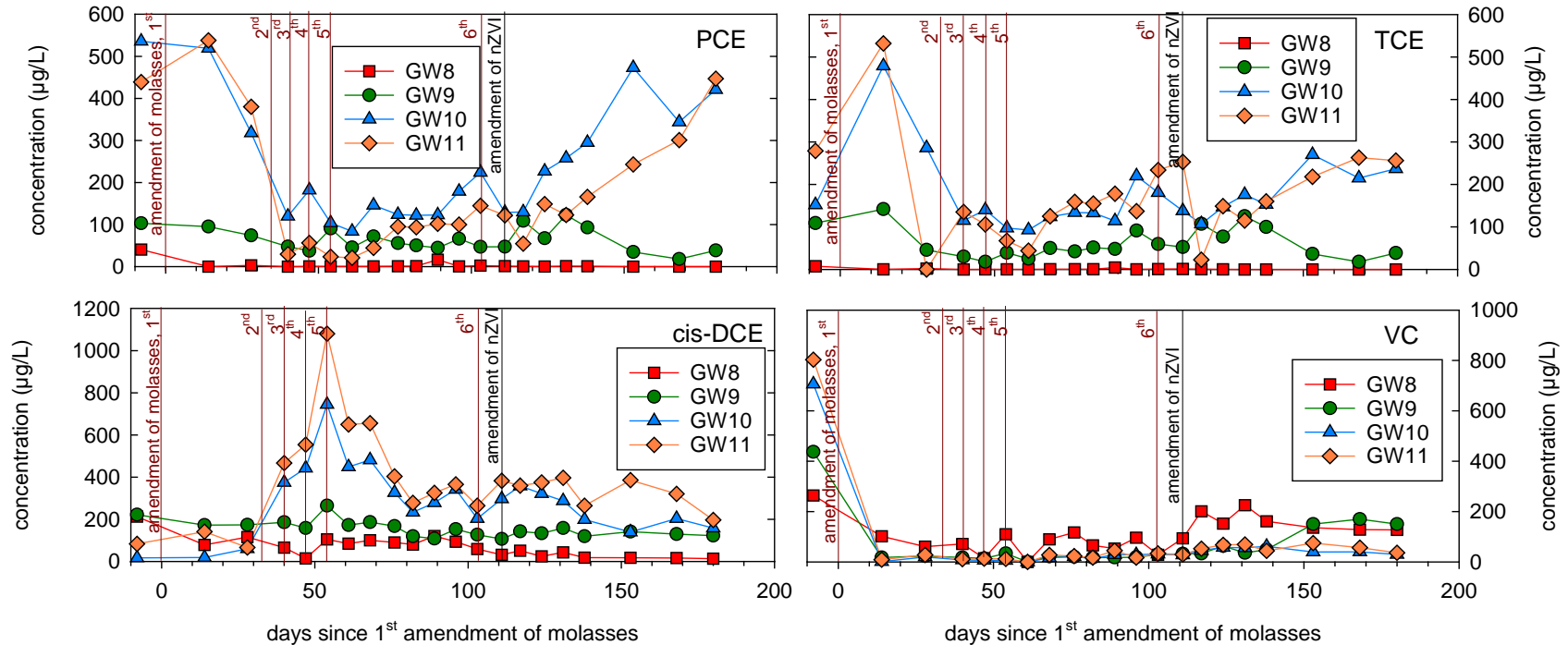


Probenahme: wöchentlich

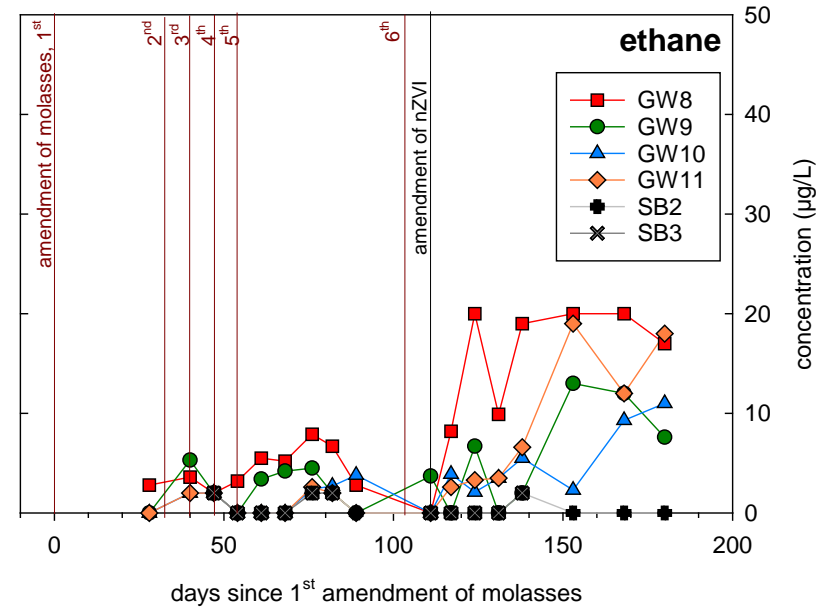
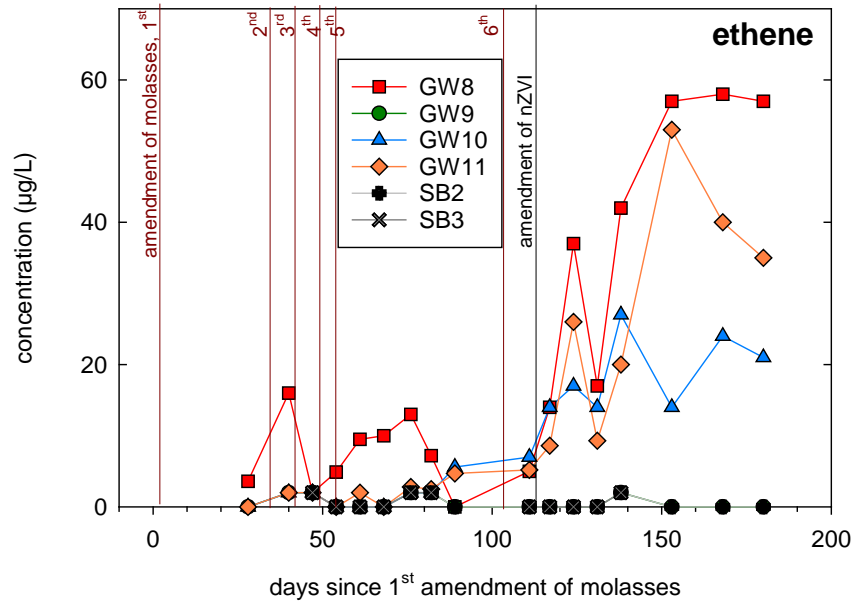
Dotierungen:

- **Einfache Melassezugabe:**
1 x 90 Liter 5%-ige Melasselösung
- **Wiederholte Melassezugabe:**
4 x 90 Liter 3%-ige Melasselösung
(mit je einer Woche Abstand)
- **Melasse- und Eisenzugabe:**
1 x 90 Liter 3%-ige Melasselösung
1 x 3 kg NanoferStar (in Suspension)
(mit einer Woche Abstand)

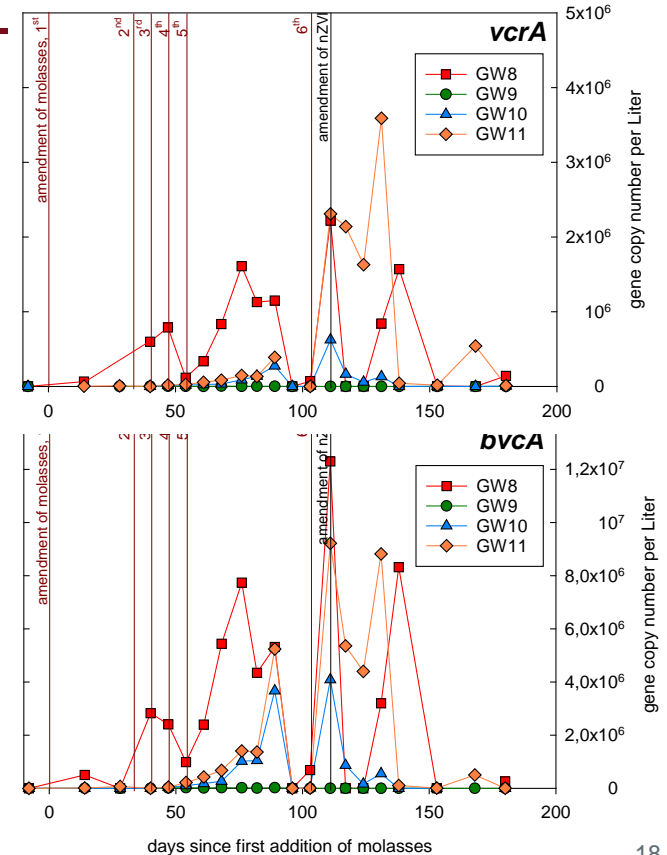
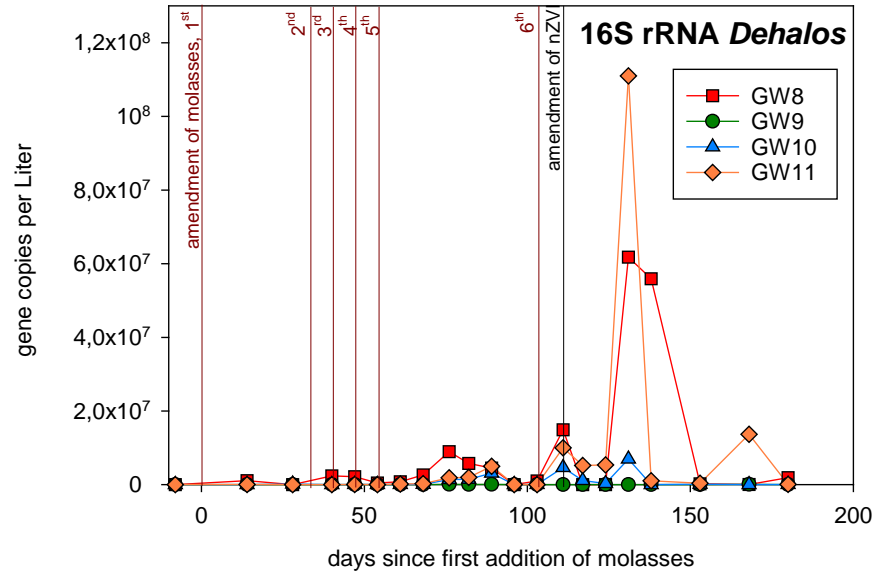
FELDVERSUCH – CHLORIERTE ETHENE



ZEITLICHER LAUF VON DECHLORIERTEN ENDPRODUKTEN



ZEITLICHER VERLAUF VON DEHALO-ZELLZAHL UND GEN-KOPIEN



ZUSAMMENFASSUNG - MIKROKOSMOSEXPERIMENTE


- Nullwertiges Eisen (ZVI) beschleunigte die vollständige reduktive mikrobielle Dehalogenierung von PCE durch KB1 mit Standortmaterial von O70.
- Vollständige reduktive Dechlorierung konnte durch Zugabe von Melasse zu Standortmaterial induziert werden → autochtones mikrobielles Konsortium
- Nullwertiges Eisen beschleunigte die vollständige reduktive mikrobielle Dehalogenierung von PCE durch das autochtone mikrobielle Konsortium.

ZUSAMMENFASSUNG – PILOTVERSUCH (O70)

- Im Dotationsbrunnen (GW8) lagen [PCE] und [TCE] meist unter 1µg/L. [cis-DCE] war nach wiederholter Melassezugabe etwas erhöht, [VC] war nach Dotation von Melasse+Eisen etwas erhöht.
- In den abstromigen Brunnen (GW10 und GW11) war [cis-DCE] nach der wiederholten Melassezugabe eindeutig erhöht, jedoch nicht nach Melasse+Eisen-Zugabe.
 → **Effekte auf Basis der CKW-Messungen schwierig zu interpretieren**
- Die wiederholte Zugabe von Melasse und die Zugabe von Melasse+Eisen führten zu einer vergleichbaren Erhöhung der Anzahl von Genkopien von katabolischen Genen (*bvcA* und *vcrA*).
- GW8 und GW11: Dotation von Melasse+Eisen führte zu einer reversiblen Depression der Zellzahlen von *Dehalococcoides* gefolgt von einem starken Anstieg der Zellzahl.
- [Ethen] und [Ethan] waren nach Dotation von Melasse+Eisen stärker erhöht, als nach der wiederholten Melassezugabe.

DANKSAGUNG

Das Projekt STIMBAK wurde aus Mitteln des BMK gefördert

 **Bundesministerium**
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Fördermanagement by Kommunalkredit Public Consulting

