

Technologiezentrum Wasser Karlsruhe  
Abteilung Umweltbiotechnologie und Altlasten

**TZW** Heico Schell, Kathrin Schmidt, Andreas Tiehm

Karlsruher Str. 84, 76139 Karlsruhe, heico.schell@tzw.de, kathrin.schmidt@tzw.de, andreas.tiehm@tzw.de

### nano Fe<sup>0</sup>-Partikel: Synergieeffekte mit Mikrobiologie

- Durch Eisenkorrosion entstandener Wasserstoff kann Gaslogging verursachen
- Der Wasserstoff kann von hydrogenotrophen Mikroorganismen als Elektronenquelle genutzt werden
- ➔ Verringerung des Risikos von Gaslogging und Stimulierung der mikrobiologischen CKW-Dechlorierung

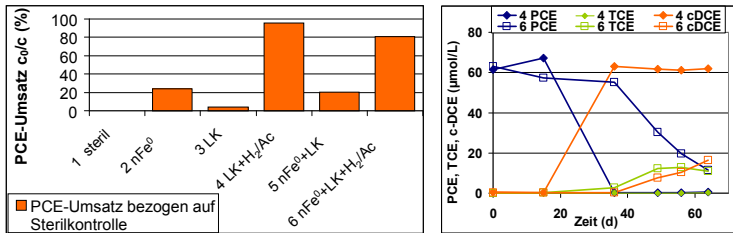
### Untersuchungsprogramm Batchversuche

- Batchversuche in Karbonat-gepuffertem Mineralmedium mit nano Fe<sup>0</sup>-Partikeln (Nanofer 25, nanoiron, Tschechische Republik)
  - Ansatz 1: Sterilkontrolle
  - Ansatz 2: nano Fe<sup>0</sup> (nFe<sup>0</sup>)
  - Ansatz 3: reduktiv dechlorierende Laborkultur (LK)
  - Ansatz 4: Laborkultur + Wasserstoff/Acetat (H<sub>2</sub>/Ac)
  - Ansatz 5: nano Fe<sup>0</sup> + Laborkultur
  - Ansatz 6: nano Fe<sup>0</sup> + Laborkultur + Wasserstoff/Acetat



### Ergebnisse – Abbau von PCE

- PCE-Umsatz sowohl im Ansatz 4 ohne nano Fe<sup>0</sup> als auch im Ansatz 6 mit nano Fe<sup>0</sup>

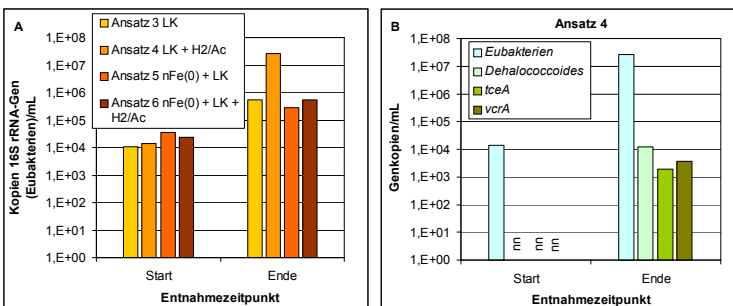


PCE Umsatz in 64 Tagen (Ansatz 4 ohne nano Fe<sup>0</sup>, Ansatz 6 mit nano Fe<sup>0</sup>)

- ➔ Mikrobiologische Dechlorierung ist auch in Anwesenheit von nano Fe<sup>0</sup> möglich

### Ergebnisse – Mikrobielle Besiedelung

- Qualitativer und quantitativer Nachweis von bakterieller DNA (Eubakterien), reduktiv dechlorierenden Mikroorganismen/Enzymen mittels PCR (polymerase chain reaction)
- Alle mit Laborkultur inkulierten Ansätze zeigten eine Zunahme bakterieller DNA (Eubakterien)
- Stärkste Zunahme biologischer Aktivität im Ansatz 4 (Laborkultur + Wasserstoff/Acetat)
- Im Ansatz 4 wurde eine deutliche Zunahme dechlorierender Mikroorganismen/Enzyme beobachtet



Ergebnisse aus der quantitativen PCR; Abb. A: Eubakterien (universelles 16S rRNA-Gen); Abb. B: dechlorierende Mikroorganismen/Enzyme in Ansatz 4

- ➔ Der molekularbiologische PCR-Nachweis ist geeignet für das Monitoring der mikrobiologischen Dechlorierung

RWTH Aachen

Institut für Umweltforschung - Ökosystemanalyse

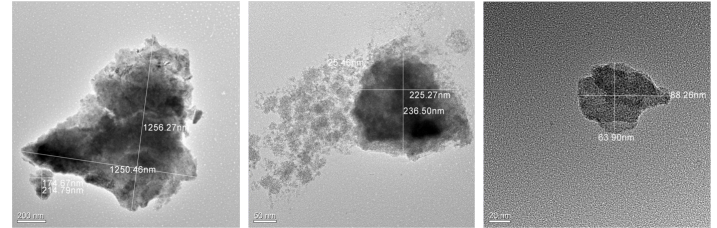


Andreas Schiwy, Hanna M. Maes, Andreas Schäffer, Henner Hollert

Worringer Weg 1, 52074 Aachen, schiwy@bio5.rwth-aachen.de, henner.hollert@bio5.rwth-aachen.de

### nano FeOx-Partikel: Charakterisierung

- Transmissionselektronenmikroskopische (TEM) Aufnahmen
- Gemahlene und oxidierte Eisenpartikel

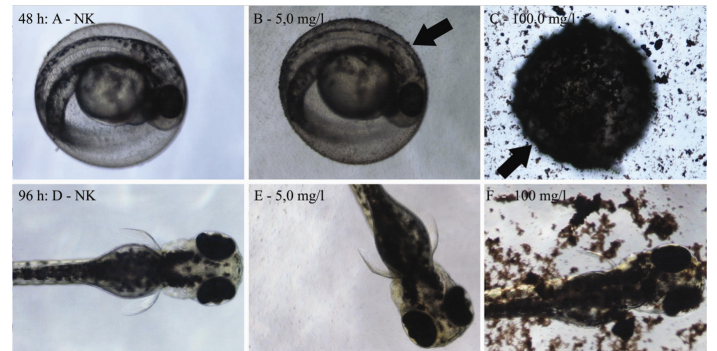


TEM-Aufnahmen der NAPASAN-Partikel aus der Mahlcharge V89. Partikel mit abnehmender Partikelgröße von links nach rechts.

### Aquatische Ökotoxikologie

#### Fischeitest

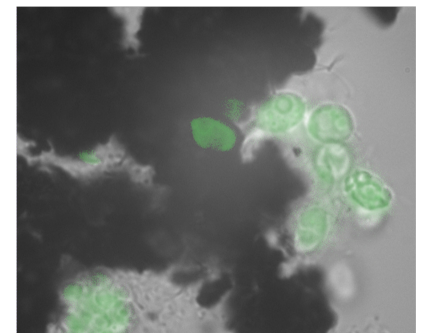
- Fischeitest (FET) nach DIN 38415-T6
- Bestimmung von Teratogenität (Schädigung des Fötus) und Embryotoxizität
- Keine Toxizität durch Fe(II,III)-Nanopartikel (Sigma Aldrich)



Aufnahmen der Fischembryonen während der Exposition mit Eisen(II,III) Nanopartikeln.

#### Algenwachstumshemmtest

- Wachstumshemmtest der Süßwasseralge (*Desmodesmus subspicatus*) nach DIN 8692
- NAPASAN- sowie Fe(II,III)-Nanopartikel bewirken eine Beschattung und dadurch eine Wachstumshemmung der Algen
- Chlorophyllsystem intakt



Beschattung der Algen durch Partikel. Fluoreszenzanregung von Chlorophyll bei 440 nm und Detektion bei 680 nm.

#### Daphnien Test

- Akuter Daphnientest nach DIN 38412
- Bestimmung der akuten Toxizität gegenüber Daphnien
- Keine akute Toxizität der NAPASAN-Partikel bei einer maximalen Konzentration von 100 mg/L
- Daphnia magna* wurde durch Partikel am Panzer bedeckt
- Nach Häutung verblieben die Partikel am gehäuteten Panzer



*Daphnia magna*