



# Stimulation autotropher denitrifizierender mikrobieller Populationen in flachen, porösen Grundwasserleitern zur Trinkwassergewinnung

Felix Pfaff\*, Tillmann Lüders

Universität Bayreuth, Lehrstuhl für ökologische Mikrobiologie, Deutschland

\*Felix.Pfaff@uni-bayreuth.de

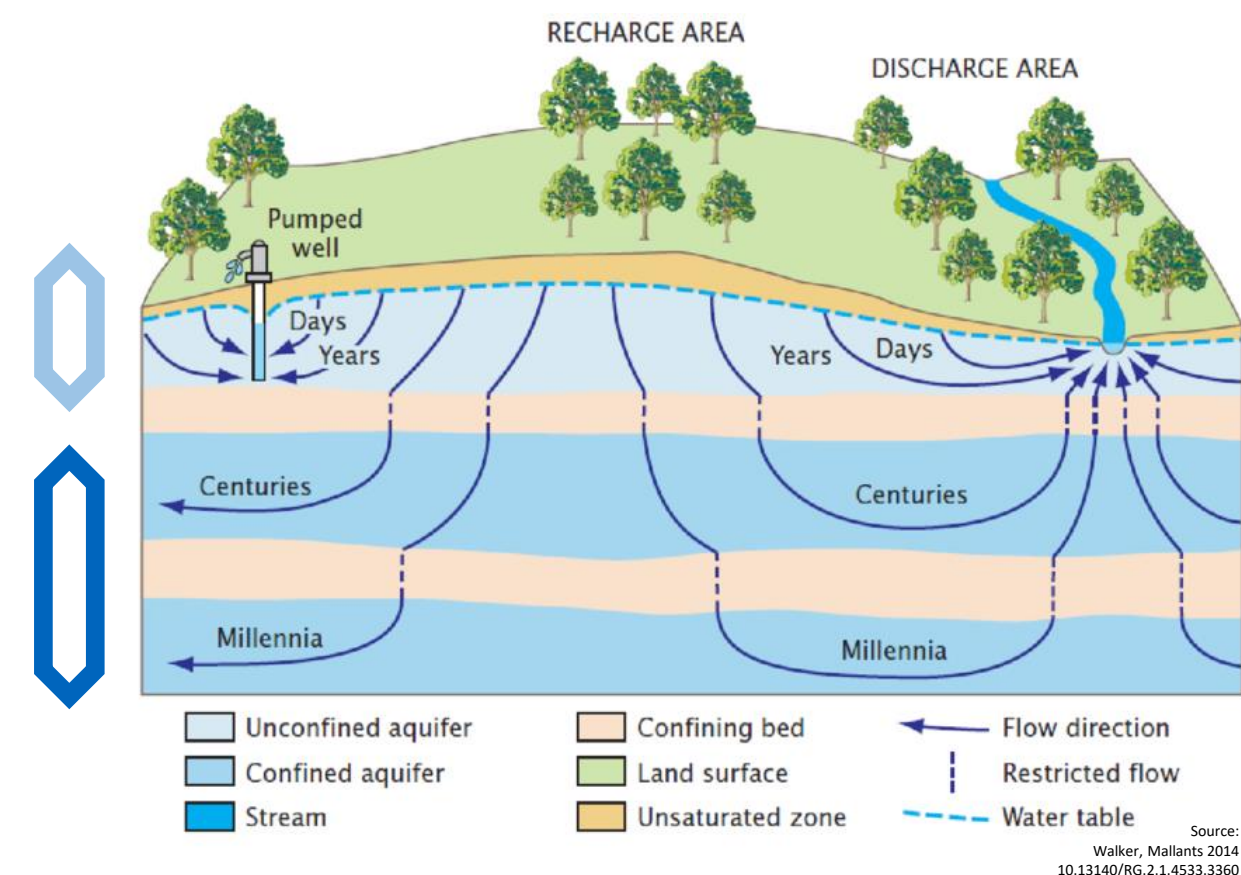
## Motivation

### Flache Grundwasserleiter:

- **schnelle** Regenerationsraten
- **Hohe Anfälligkeit** für anthropogene Kontaminanten

### Tiefe Grundwasserleiter:

- **langsame** Regenerationsraten
- **Unberührt** von anthropogenen Kontaminanten



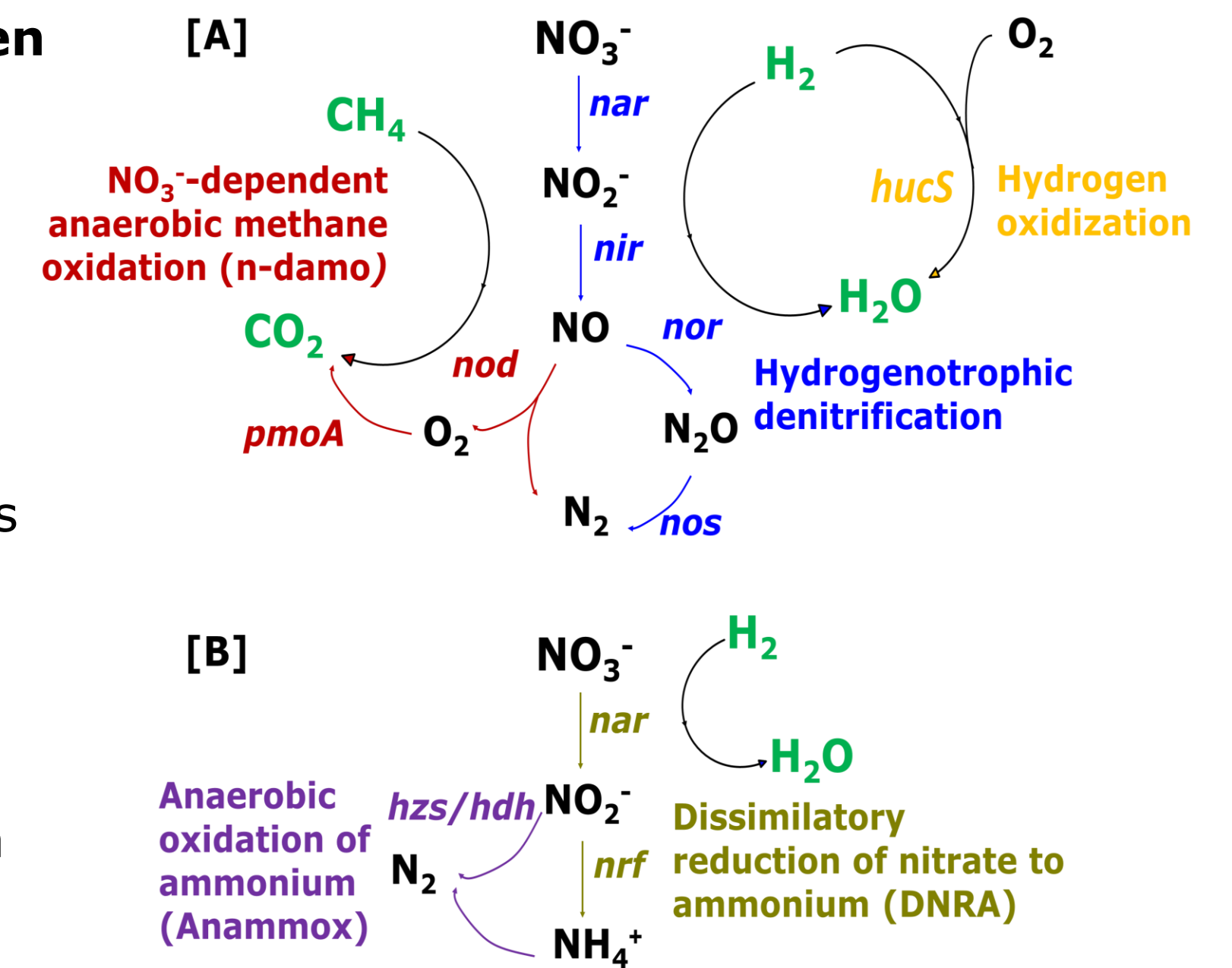
**Erhöhte Einbringung** von bioverfügbarem Stickstoff in Ökosysteme resultiert in erhöhter Eintragung und Akkumulation von  $\text{NO}_3^-$  in Grundwasser

- reduziert **Nutzbarkeit** der flachen Grundwasserleiter als Trinkwasserquellen
- Teure physikalische und chemische Maßnahmen zur Nitrat-Entfernung notwendig
- Tiefe Grundwasserleiter als nitrat-unbeeinflusste, aber **ökologisch fragwürdige** Bezugsquelle für Trinkwasser

## Forschungsfrage

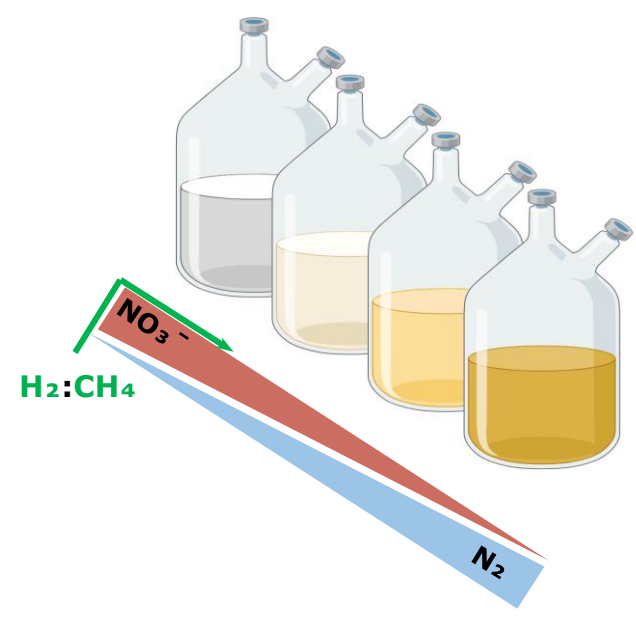
Kann durch Zugabe anorganischer, gasförmiger  $e^-$ -Donoren ( $\text{H}_2$ : $\text{CH}_4$ ) autochthon vorkommende mikrobielle Gemeinschaften des Aquifers zur Denitrifikation stimuliert werden?

- Welche **mikrobiellen** und **ökologischen Prozesse** können angeregt werden?
- Welche **Faktoren** beeinflussen das **Denitrifizierungspotenzial** autochthoner **mikrobieller Gemeinschaften** eines porösen Aquifers?
- Kann durch **Inokulation** ein andernfalls nicht denitrifizierendes Grundwassersystem zu **Nitratabbau** stimuliert werden?
- Wie **ökonomisch** umsetzbar und **ökologisch** vertretbar ist Gas-Injektion von  $\text{CH}_4$  und  $\text{H}_2$  zur Remediation und Bioaugmentation nitrat-belasteter Grundwasser?



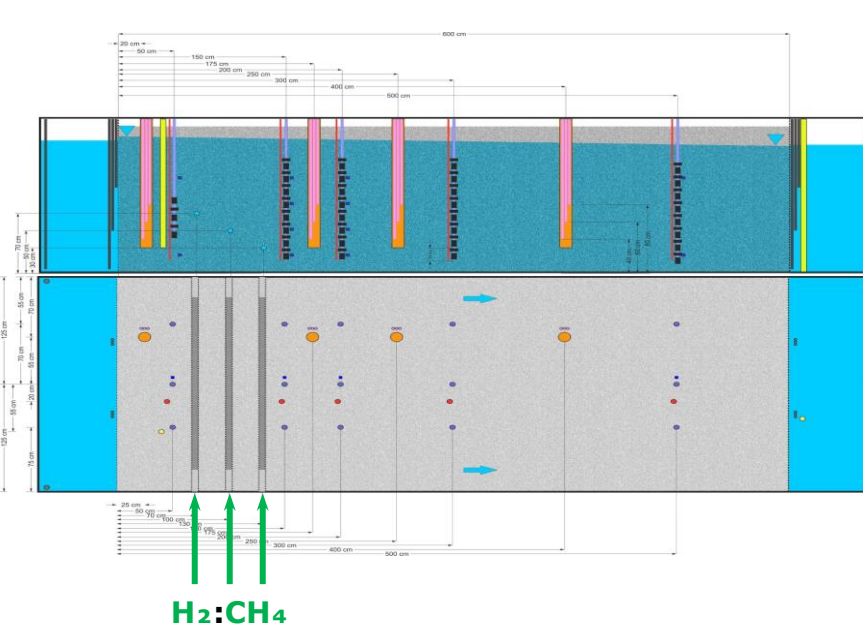
## Übersicht der geplanten Experimente

### 1. Mikrokosmen und Anreicherungskulturen



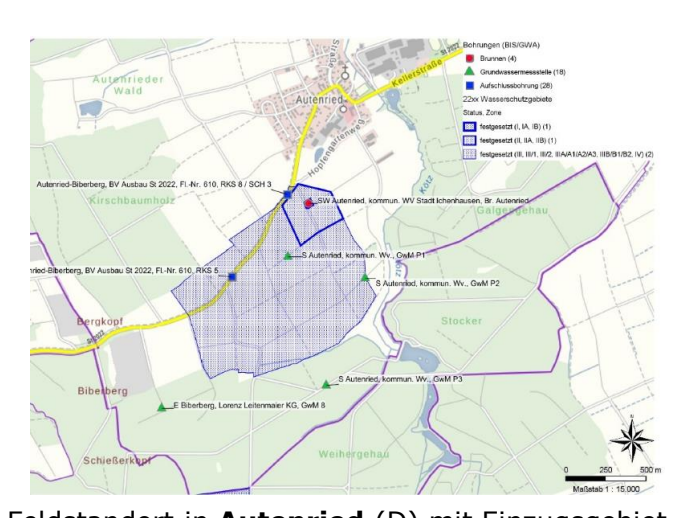
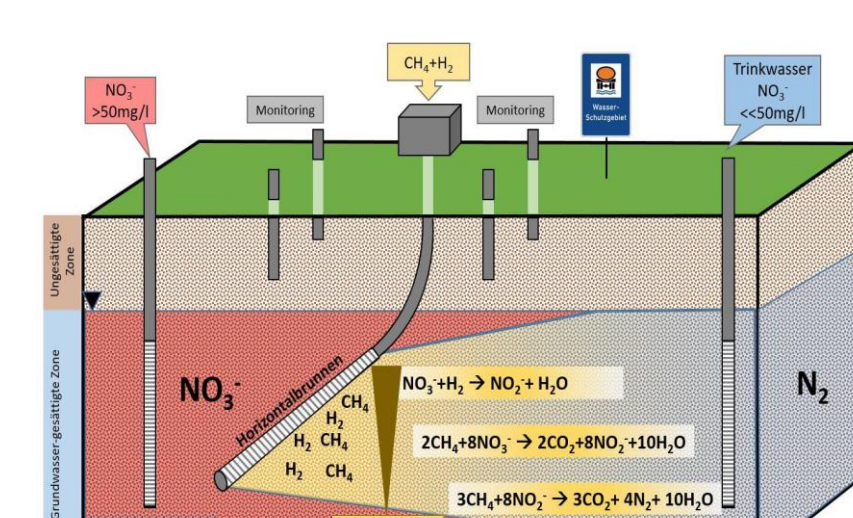
Statische Anreicherungskulturen in oligotrophem, mit Nitrat angereichertem Medium; Gasphase mit zugesetztem Wasserstoff und Methan

### 2. Mesokosmen und in-situ Ansatz



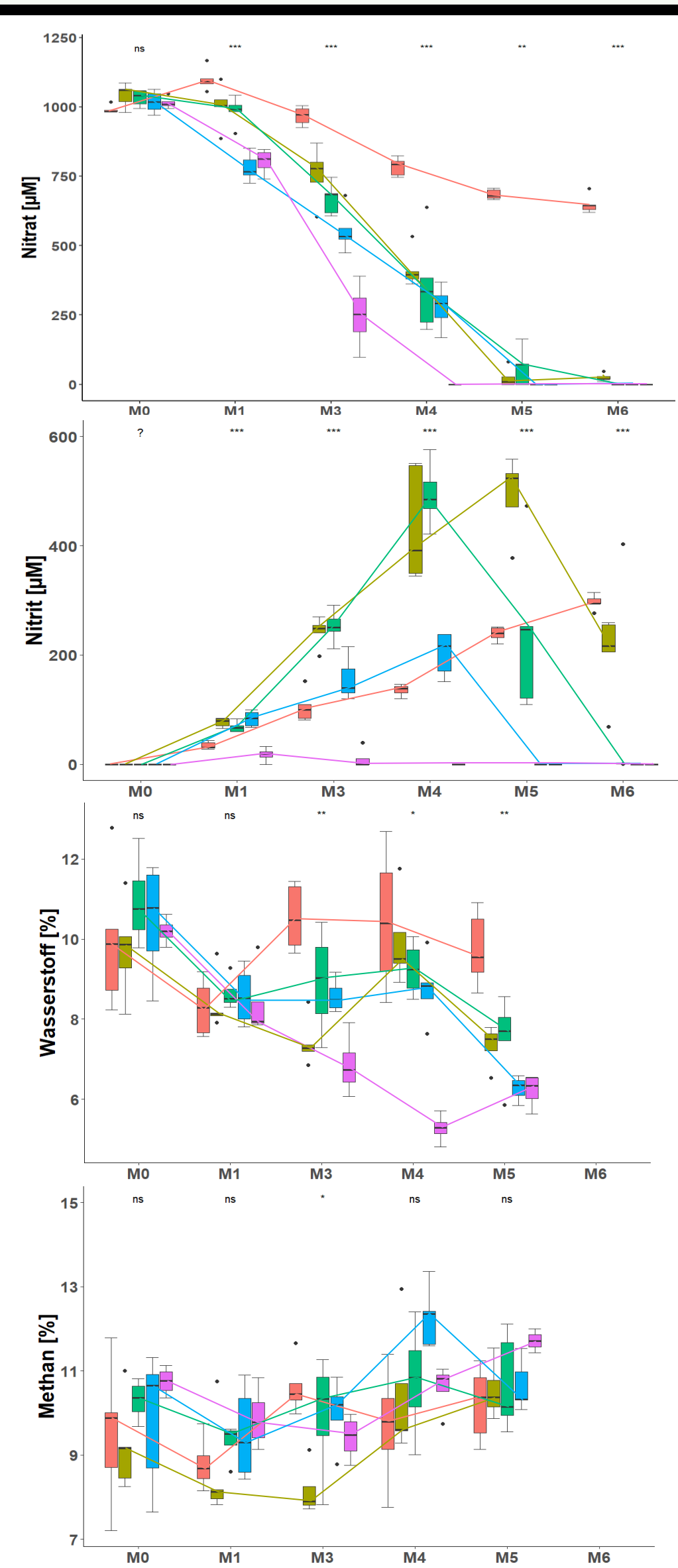
Aufbau des in-situ Versuchs in einem künstlichen porösen Aquifer in Obernach (D)

### 3. Feld-Versuch



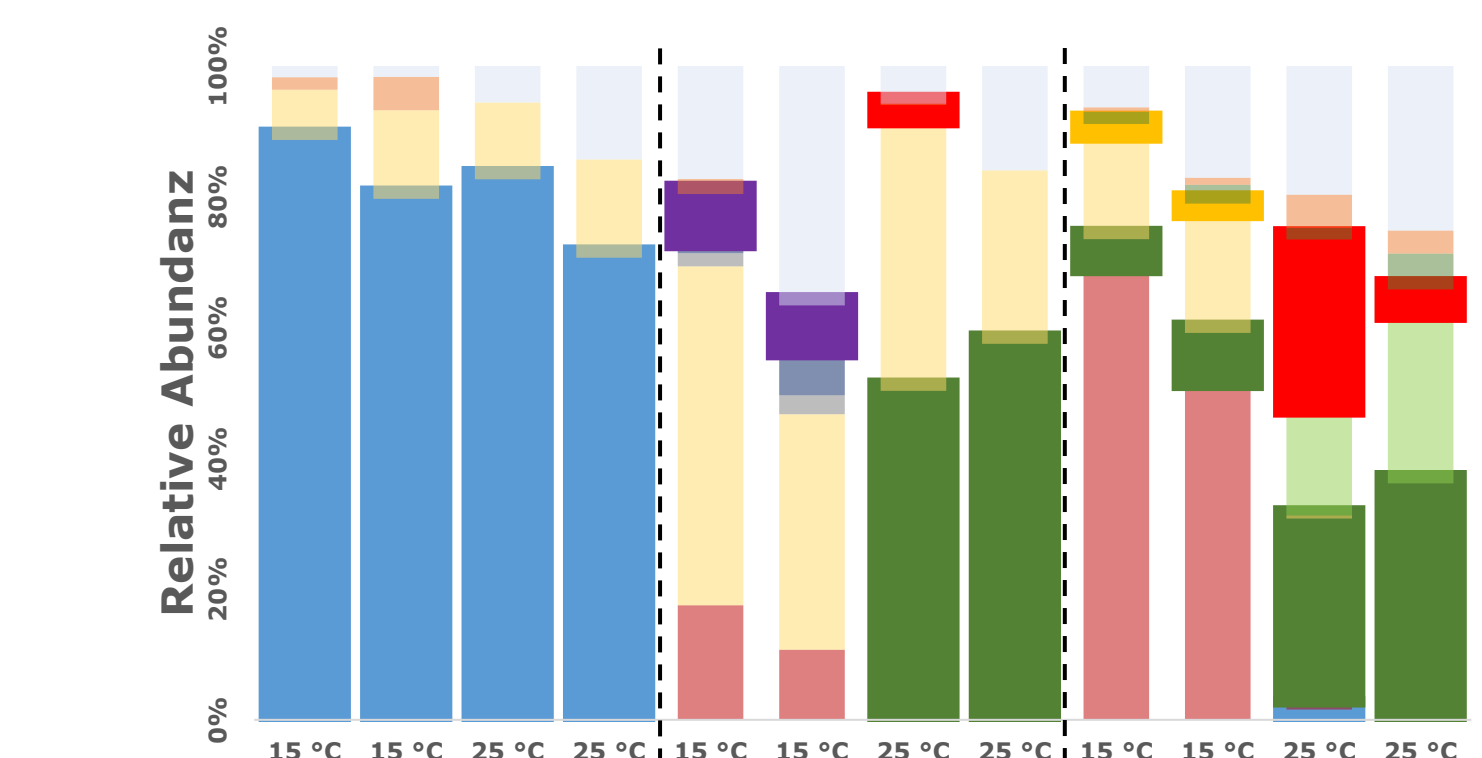
Feldstandort in Autenried (D) mit Einzugsgebiet und Remediations-Zone eines historisch Nitratbelastetem flachen porösen Grundwasserleiters zur Trinkwasserproduktion

## Temperaturabhängige Denitrifikation



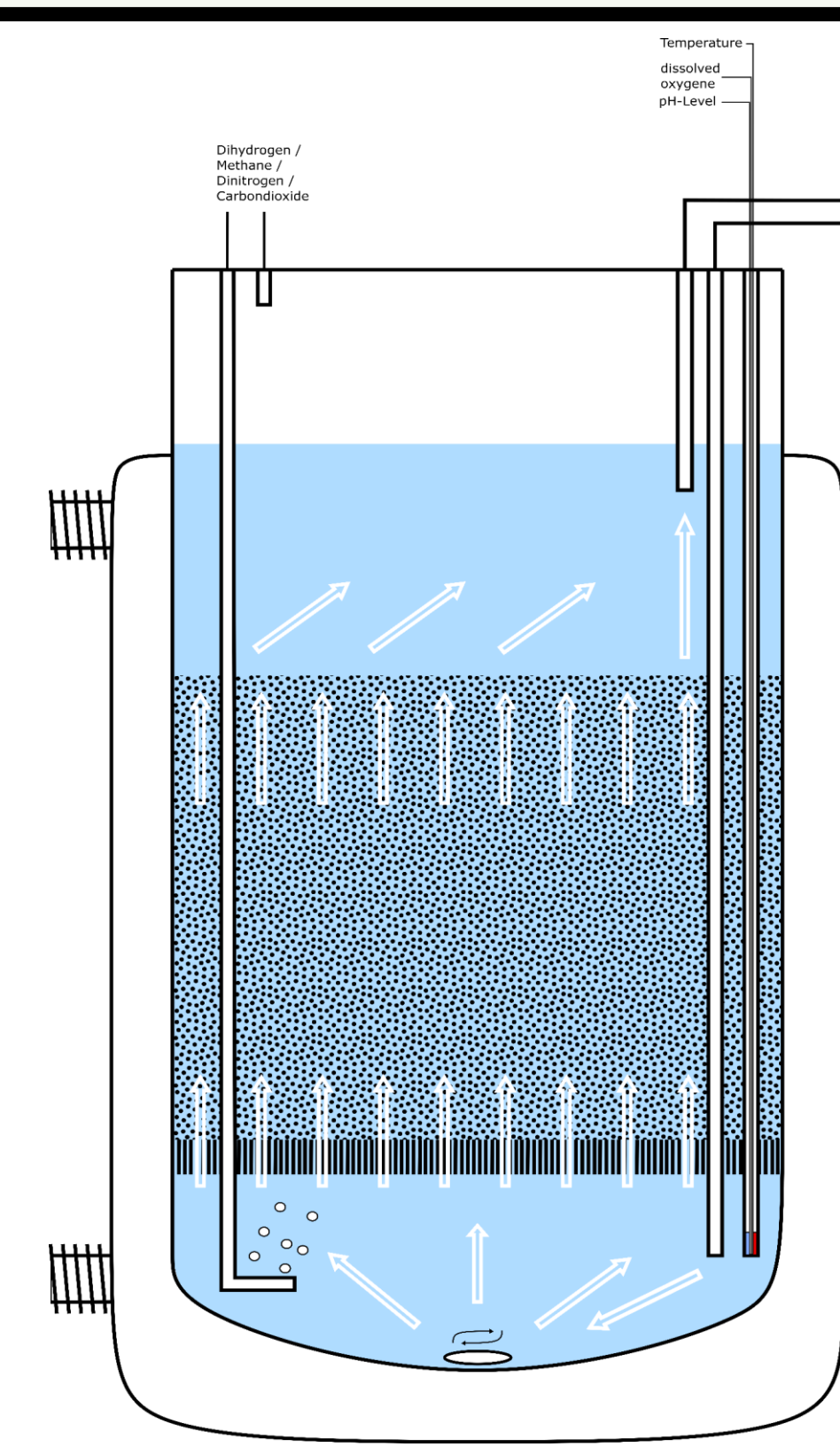
- **Mikrobielle Denitrifikation** von Sedimenten des geplanten **Pilotanlage in Autenried** bei Wasserstoff- und Methan-Behandlung
- **Temperaturabhängige** Nitratabbauraten und Prozesse
- Mikrobielle Denitrifikation auch in **nativen Temperaturbereichen** (12 – 15°C) beobachtet
- **Vollständiger Abbau** von  $\text{NO}_3^-$  über  $\text{NO}_2^-$ ;  $\text{N}_2\text{O}$  zu  $\text{N}_2$
- **keine** Akkumulation von Intermediaten
- **Starke Zehrung** von **Wasserstoff**, teilweise **Methanoxidation**
- **Anreicherung** stabiler denitrifizierender mikrobieller Populationen
- **Temperatur- und Standort-**abhängige Zusammensetzung der mikrobiologischen Gemeinschaften

Nitrat, Nitrit, Wasserstoff und Methan-Konzentrationen von Anreicherungskulturen (n=4) in µM, µM, % und % über die Zeit in Tagen; Kulturen wurden bei 5, 12, 15, 20 und 25 °C inkubiert und täglich wurde die Gasphase sowie die Wasserphase analysiert

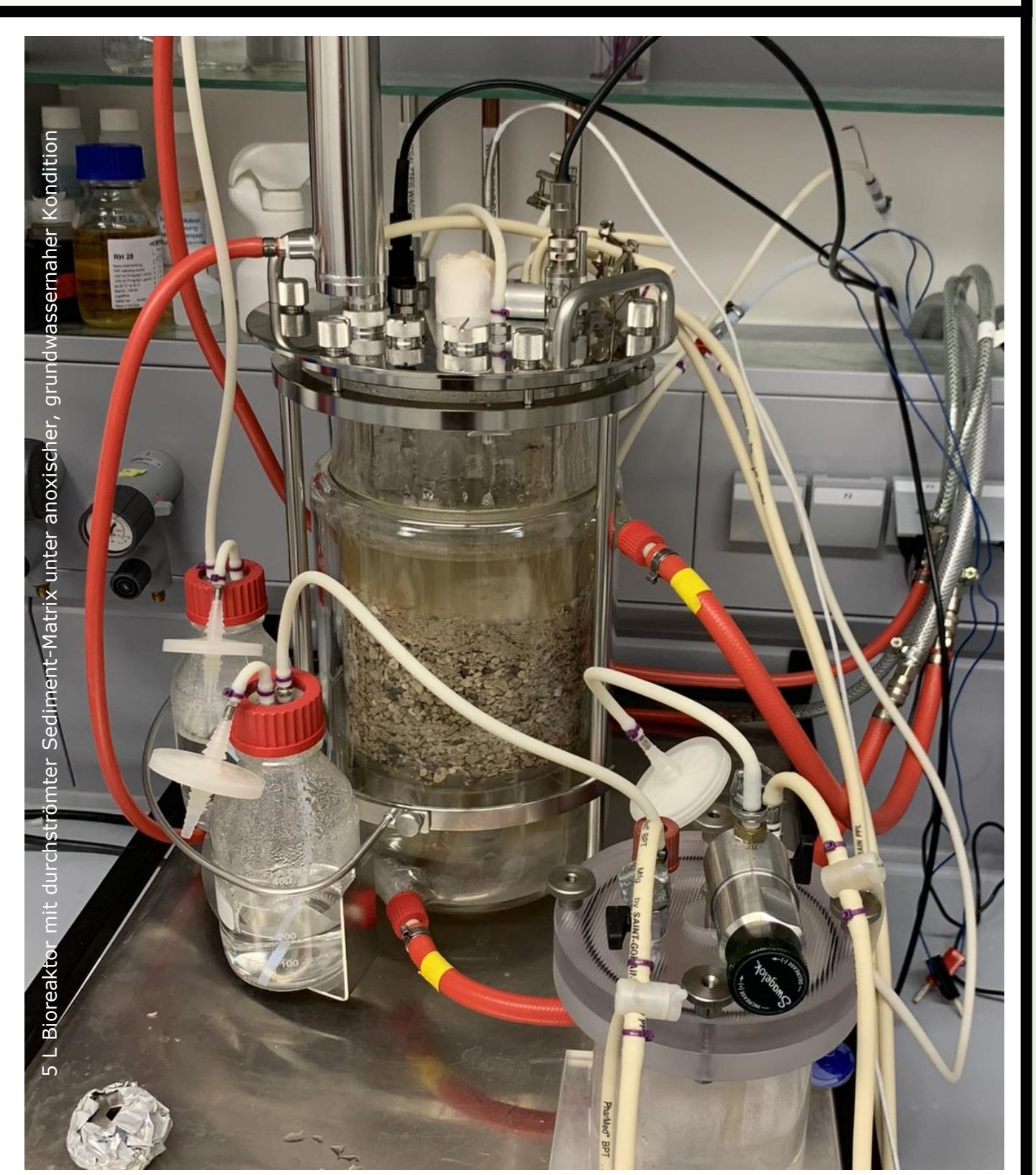


- Others < 5%
- Enterobacteriales
- Pseudomonadaceae; Pseudomonas
- Xanthomonadaceae; Thermomonas
- Rhodocyclaceae; Ferribacterium
- Rhodocyclaceae; Methyloversatilis
- Comamonadaceae
- Comamonadaceae; Hydrogenophaga
- Rhodocyclaceae; Azoarcus
- Comamonadaceae; Aquabacterium
- Pseudomonadaceae
- Pseudomonadaceae
- Rhodocyclaceae
- Comamonadaceae
- Acidovorax

## Skalierungs- und Inokulationsversuche



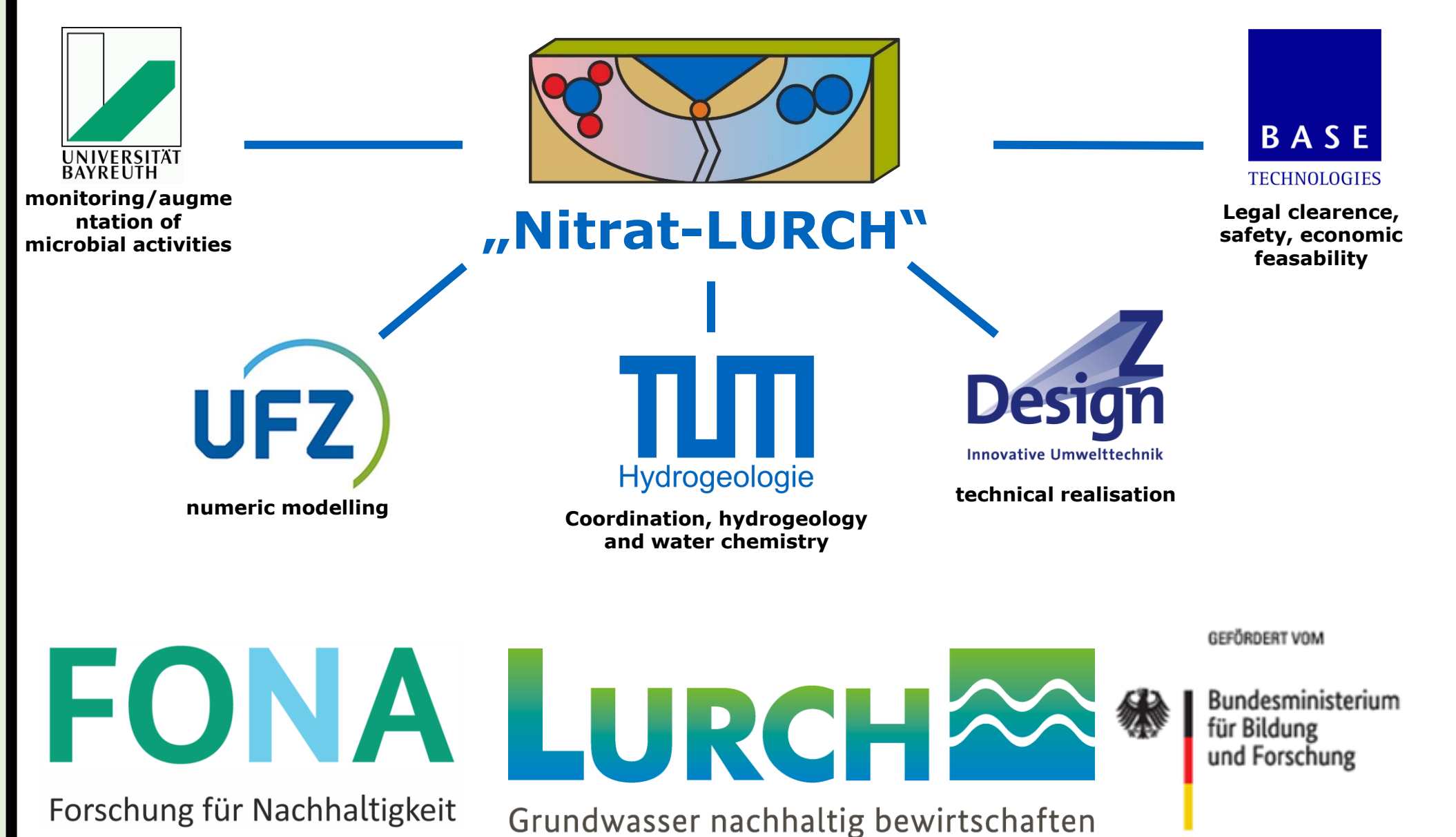
- Etablierung stabiler mikrobieller Denitrifikationsprozesse durch **Inokulation** mit aktiver Anreicherungskultur bei **aktiver Begasung**
- Prozess in **in-situ-nahem**, großskaligen, durchströmten Sedimentkörper umsetzbar



## Take-Home:

- ✓ Mikrobielle Denitrifikation durch **Gaszugabe** von  $\text{H}_2$ : $\text{CH}_4$  unter **in-situ-Bedingungen** **stimulierbar**
- ✓ **Vollständiger** Nitratabbau bei **Wasserstoffzehrung** beobachtet

## Projekt-Partner und Finanzierung:



**FONA LURCH**  
Forschung für Nachhaltigkeit Grundwasser nachhaltig bewirtschaften

gefördert vom  
Bundesministerium für Bildung und Forschung