

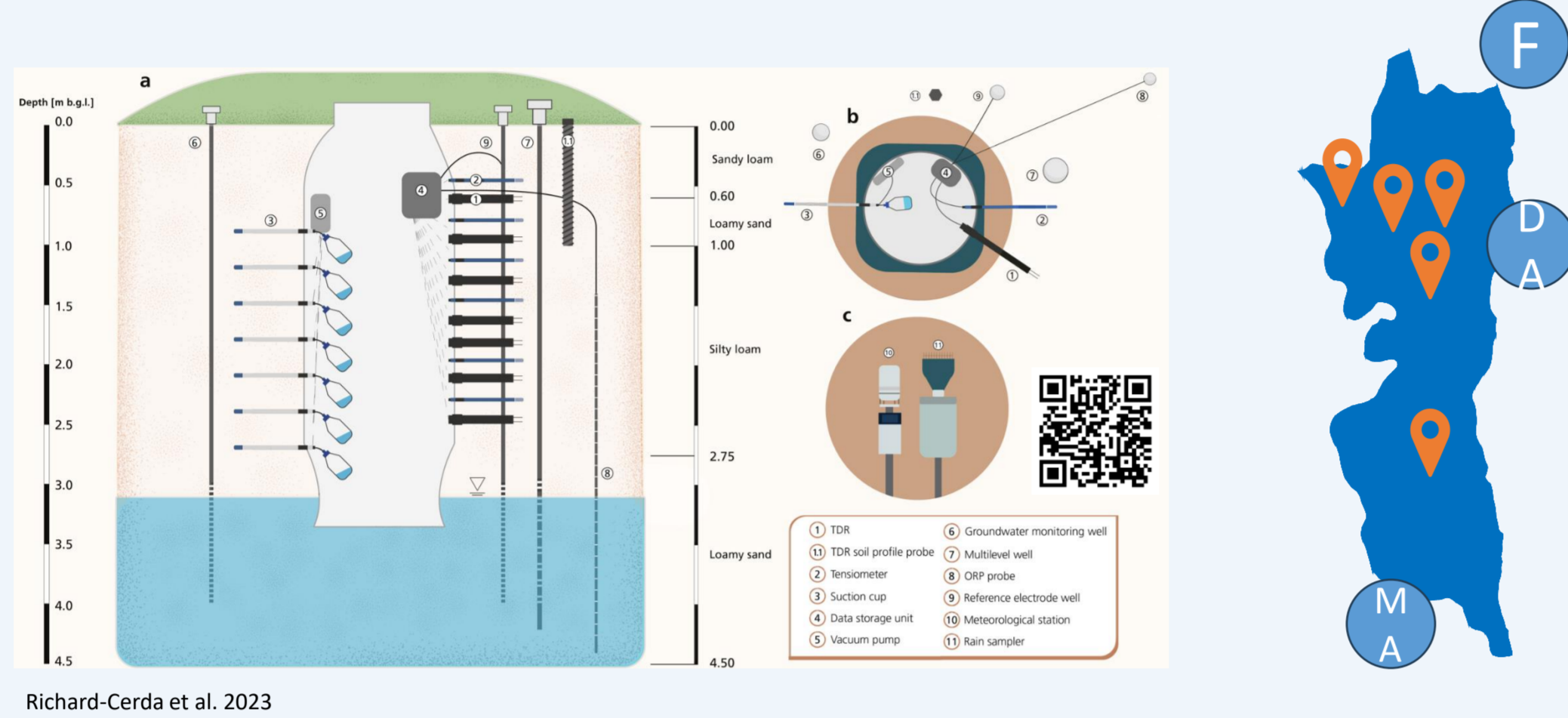
AP 2: Grundwasserqualität: Bestandsaufnahme und künftige Entwicklungen

Selina Hillmann, Georg Berthold, Christoph Kludt, Claus Nitsche, Florian Kurzius, Alexandra Pohl, Arnd Allendorf, Dominique Knapp, Matthias Bockstiegel, Juan Carlos Richard-Cerda, Stephan Schulz

Boden-Monitoringstationen

Im Rahmen des WaRM-Projektes wurden vier Boden-Monitoringstationen errichtet. Bei der Wahl der Standorte war sowohl der Bodentyp als auch die Nutzungsfläche ein entscheidendes Kriterium. Es wurden drei Stationen auf verschiedenen landwirtschaftlichen Flächen, sowie eine Station im Wald errichtet.

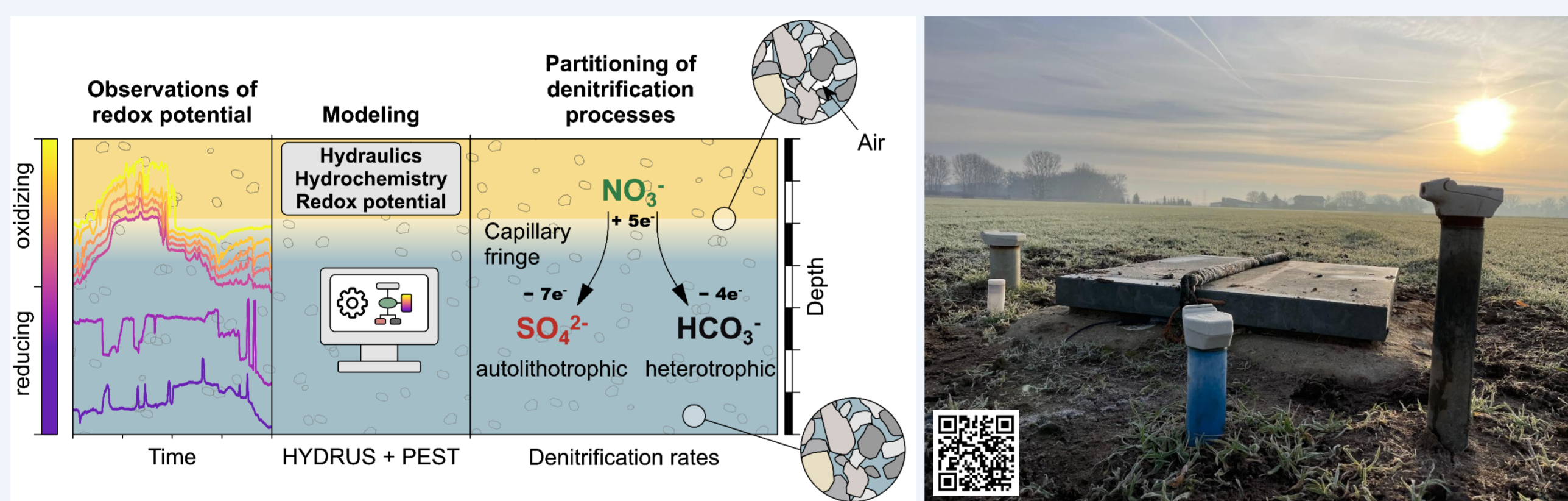
Mit Hilfe der Stationen werden kontinuierlich die hydraulischen und chemischen Prozesse in der ungesättigten und gesättigten Zone überwacht.



Richard-Cerda et al. 2023

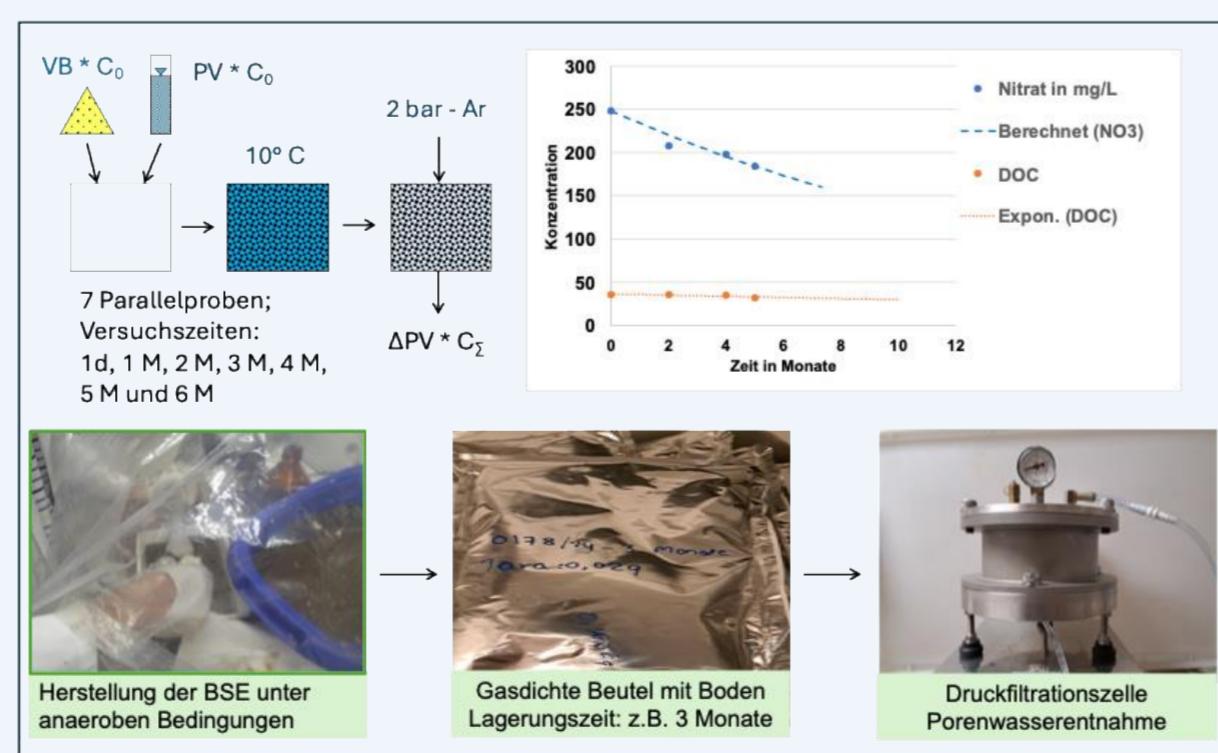
Ziel ist es, den Stoffeintrag (Nitrat, PSM) in das Grundwasser und die Transport- und Stoffumsetzungsprozesse zu quantifizieren.

Die hochauflösende hydrogeochemische Überwachung eines landwirtschaftlichen Standorts läuft bereits seit über sechs Jahren. Die gesammelten Daten wurden zur Entwicklung eines Stofftransportmodells mit Abbauraten erster Ordnung verwendet, die aus kontinuierlichen Messungen des Redoxpotenzials abgeleitet werden und eine Aufteilung der Denitrifikationsprozesse durch Elektronenbilanzen ermöglichen. Es wird eine Denitrifikationsrate von $252 \text{ kg NO}_3^- \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ und eine Oxidationsrate von $86 \text{ kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ von Eisensulfiden geschätzt. Der Hauptweg der Denitrifikation oberhalb und unterhalb der 200-mV-Isolinie unterscheidet sich, wobei die autolithotrophe Komponente $\leq 27 \%$ bzw. $\sim 60 \%$ beträgt. Insgesamt ist etwa 45 % der Denitrifikation autolithotroph. Aufgrund der begrenzten und nicht replizierbaren Verfügbarkeit von Eisensulfiden führt dies zu einer Abwärtsverschiebung der Redoxlinie und letztlich zu einem erheblichen Verlust des Denitrifikationspotenzials des Boden-Aquifersystems.



Richard-Cerda et al. 2024 (akzeptiert)

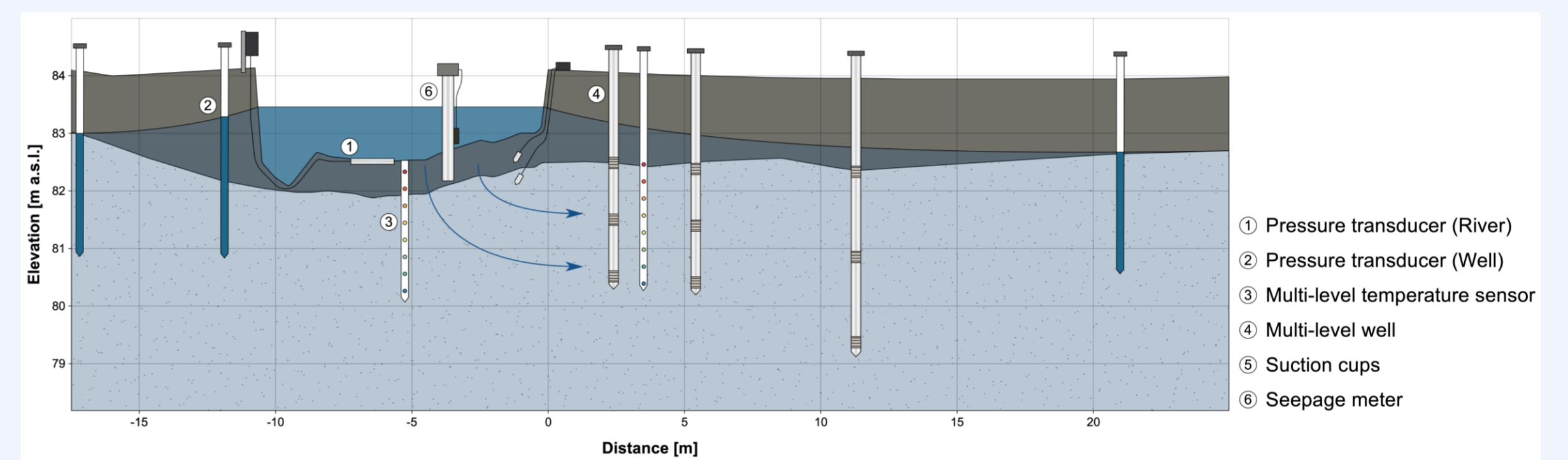
Ergänzend zu diesen In-situ-Untersuchungen werden naturnahe Laborversuche unter Wahrung der Maßstabsfaktoren zwischen Labor- und Feldbereich durchgeführt, um Denitrifikationsraten und Abbauraten ausgewählter organischer Spurenstoffe für verschiedene Bodentypen und Bodenwassergehalte selektiv ermitteln zu können.



Interaktion Oberflächenwasser-Grundwasser

Um den Eintrag von abwasserbeeinflussten Oberflächenwasser in das Grundwasser zu analysieren, wurde eine weitere Monitoringstation errichtet.

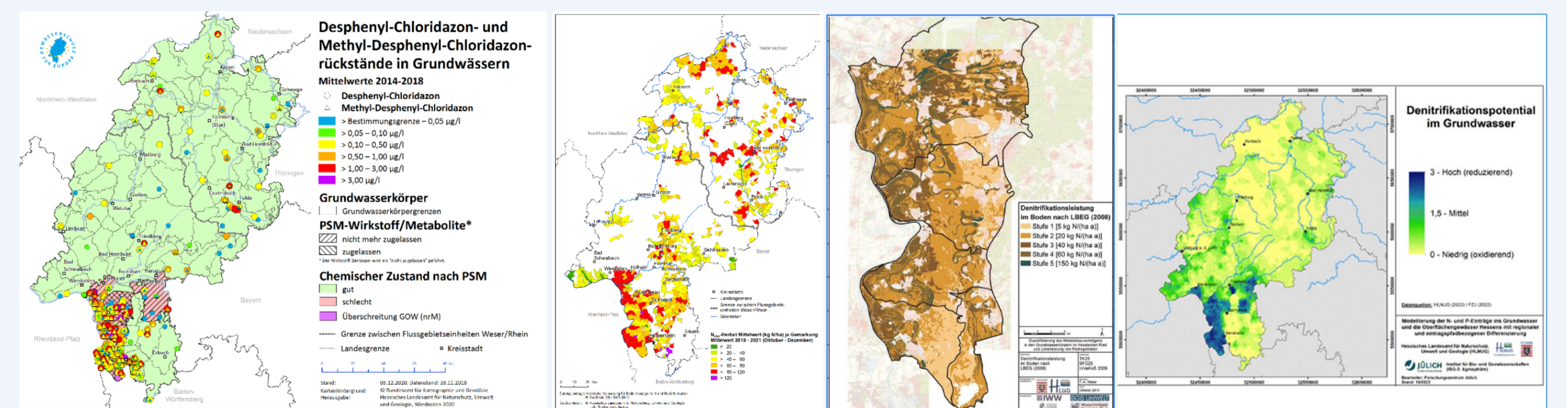
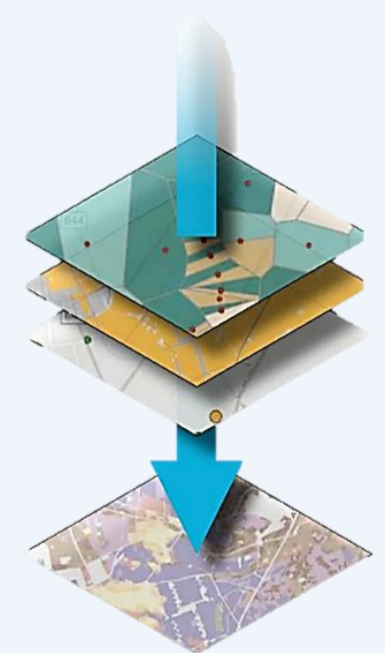
Mit Hilfe drei selbsterbauter Edelstahl-Multi-Level-Brunnen und zwei Saugkerzen kann in unterschiedlichen Tiefen und Distanzen zum Fluss Wasser entnommen werden. Des Weiteren wurden zwei Multi-Level-Temperatur-Logger für eine Wärmetransportmodellierung integriert. Die Analyse umfasst Hauptionen, Schwermetalle, seltene Erden sowie organische Schadstoffe. Die Kombination ermöglicht eine reaktive Transportmodellierung, um den Eintrag diverser Stoffe vom Oberflächenwasser ins Grundwasser quantifizieren zu können.



Projektion in die Fläche

Zur flächenhaften Projektion der Ergebnisse, werden die durch WaRM gewonnenen Daten mit den bereits vorhandenen Studien des HLNUG zur Grundwasserbeschaffenheit und -menge kombiniert. Hierzu zählen u.a. Datensätze und Ergebnisse zu:

- Landnutzung und hydrogeologische Datensätze
- N_{\min} - sowie Bodendaten
- N-Bilanzen aus der Landwirtschaft,
- Regionalisierte Nitrat- & Ammoniumkonzentrationen
- Denitrifikationspotentiale

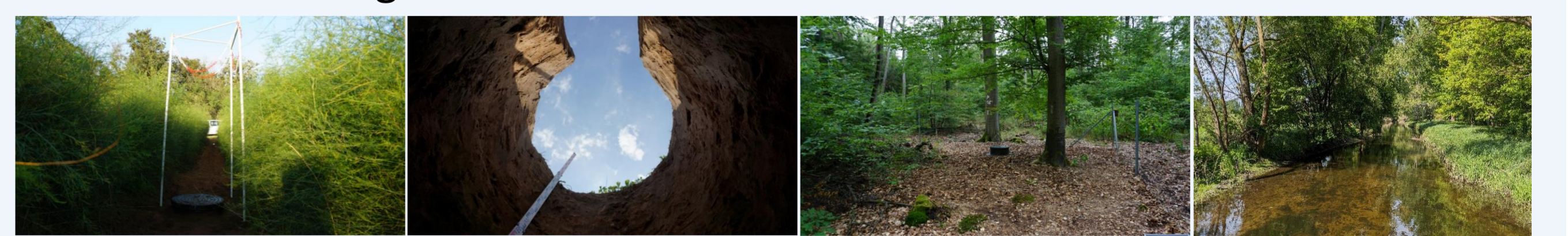


Die integrative Herangehensweise ermöglicht:

→ Abschätzung des Nitratbaubarvermögens im Grundwasserleiter und Identifizierung von Gebieten, in denen kein oder ein unvollständiger Nitratabbau stattfindet.

→ Abschätzung der Abbauleistungen von Böden für ausgewählte PSM

→ Konsequente Berücksichtigung der Auswirkungen des Klimawandels (Starkregen, Trockenphasen usw.) bei der landwirtschaftlichen Beratung und Kulturführung



- 1) Richard-Cerda, J.C., Giber, A., Muñoz-Vega, E., Kübeck, C., Berthold, G., Schüth, C., Schulz, S.: "A high-resolution monitoring station for the in situ assessment of nitrate-related redox processes at an agricultural site." *Journal of Environmental Quality* 52.1 (2023): 188-198.
- 2) Richard-Cerda, J. C., Bockstiegel, M., Muñoz-Vega, E., Knöller, K., Schüth, C., Schulz, S.: "High-resolution monitoring and redox-potential-based solute transport modeling to partition denitrification pathways at an agricultural site." *ACS ES&T Water* (2024). Accepted.
- 3) Tetzlaff, B., Ta, P., Zang, C., Michaelis, B., Zacharias, M.: "Modellierung der Nährstoffeinträge ins Grundwasser und die Oberflächengewässer Hessens mit regionaler und eintragspfadbezogener Differenzierung" (2024).
- 4) Zacharias, M., Müller, L., Berthold, G., Raffelsiefen, L.: "Bewertung der gewässerschutzorientierten landwirtschaftlichen Beratung 2011 bis 2021 zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Hessen" (2021).

PROJEKTPARTNER:



ASSOZIIERTE PARTNER:



Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung