

Multi-Indikatorenkonzept für eine qualitätsbasierte Bewertung von (Trink-) Wasserressourcen



P. M. Düppe¹, I. Erdmann², S. Bieber³, T. Letzel³, W. Warner¹, V. Brauer², R. U. Meckenstock², T. Licha¹

¹ Hydrogeologie und Umweltgeologie, Ruhr-Universität Bochum, Bochum, Deutschland

² Umweltmikrobiologie und Biotechnologie (UMB), Aquatechische Mikrobiologie, Universität Duisburg-Essen, Essen, Deutschland

³ AFIN-TS GmbH, Analytisches Forschungsinstitut für Non-Target Screening, Augsburg, Deutschland

1 Relevanz

Es sollen erstmals verschiedene Indikatoren für Wasserqualität gemeinsam betrachtet werden und in ein gemeinsames Monitoringkonzept übersetzt werden. Diese Indikatoren sind

- organische Spurenstoffe (Hot-Target Analytik mittels LC-MS),
- Muster von organischen Stoffen (Non-Target Screening Analytik mittels LC-MS), hydrogeologische Kennwerte (z. B. Wasserstände), Hauptinhaltsstoffe (z. B. Chlorid) und
- mikrobielle Ökologie (statistische Parameter berechnet mit Amplicon-Sequenzierung-Daten).

3 Methoden

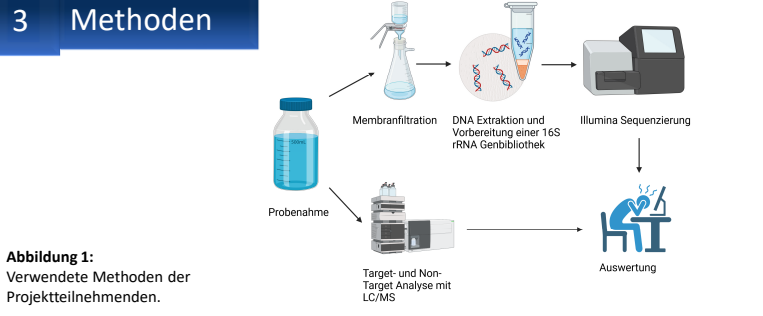


Abbildung 1: Verwendete Methoden der Projektteilnehmenden.

2 Probenahme in Düsseldorf

- Probenahme seit August 2023 alle drei Monate
- 8 Brunnen wurden zu vier Zeitpunkten beprobt → Jahresverlauf modellierbar
- Probenahme im Januar 2024 zeigt Hochwassersituation
- Stetige Steigerung der beprobten Brunnenanzahl für aussagekräftiges Gesamtbild
- Beprobung von Grundwasserbrunnen in urbanem und landwirtschaftlich genutztem Gebiet sowie Rheinwassereinfluss durch Bankfiltration von Pumpwerken

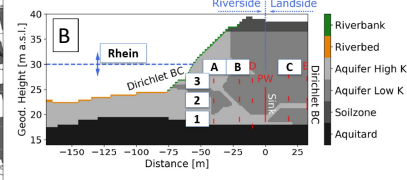
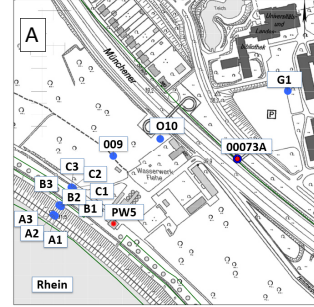


Abbildung 2: A) Probenahmeorte im urbanen Raum und B) entlang der Transekte am Wasserwerk Flehe. Das Wasser der Brunnen A-C wird in verschiedenen Höhen 1-3 gefiltert (Knabe et al., 2023).

4 Resultate

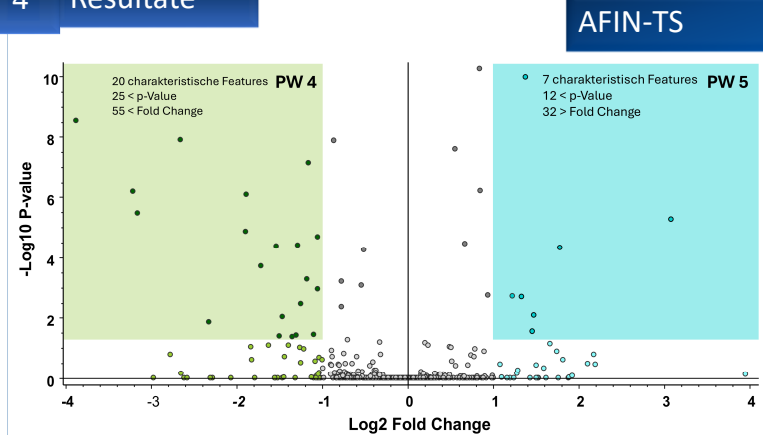


Abbildung 3: Volcano plot der April-Probenahme. In Probe PW5 zeigen sich im Vergleich zu PW4 sieben charakteristische Features. Diese weisen in Probe PW5 (statistisch signifikant) höhere Intensitäten als in PW4 auf. Im Gegenzug gibt es in Probe PW4 20 Features, welche in diesem Vergleich charakteristisch für diese sind.

UDE

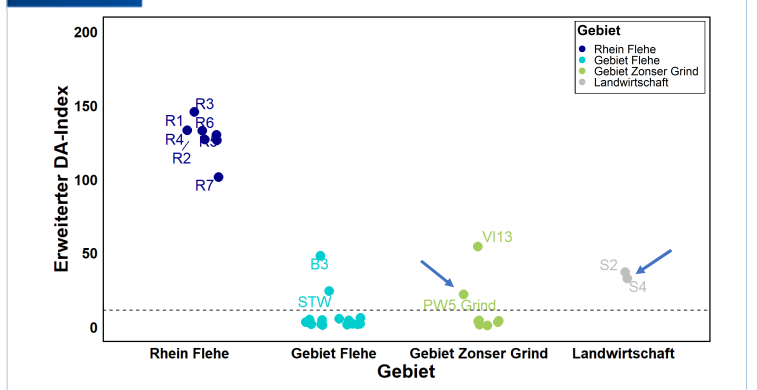


Abbildung 4: Erweiterter mikrobieller Index der April Probenahme. Basis des Index bildet der DA-Index von Fillinger et al. (2019). Ausreißer sind anhand mikrobiologischer Daten erkennbar. Die Pfeile markieren Ausreißer, welche auch in Abbildung 6 erkennbar sind.

RUB

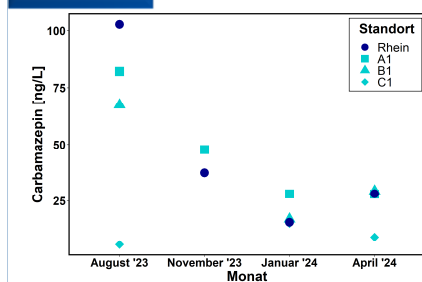


Abbildung 5: Exemplarische Darstellung von Carbamazepin (Indikator für Abwasser) aus > 115 Verbindungen der Target-Analyse. Erkennbar ist eine Abnahme durch Hochwasser (Jan24) und ein Rückhalt im vorderen Teil der Transekte.

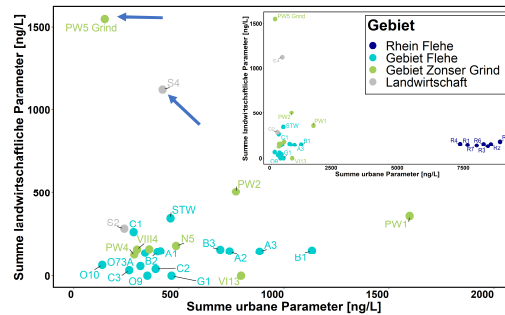


Abbildung 6: Einige Brunnen, die in der Mikrobiologie ausreißer, zeigen auch deutliche Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung. Zur Berechnung werden die Spurenstoffe der Target-Analytik zunächst nach ihrem Ursprung getrennt und jeweils aufsummiert.

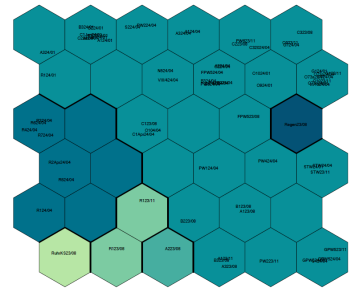


Abbildung 7: Clustering verschiedenster Probenahmeorte mittels Selbstorganisierender Karte (SOM) auf der Basis der gemessenen Spurenstoffe, welche normalisiert und standardisiert wurden. Berechnung erfolgte mit dem R Paket kohonen (2024.04.2) und 5000 Trainingszyklen.

5 Zusammenfassung

1. Eine Analyse der chemischen und biologischen Parameter zeigt Ähnlichkeiten zwischen Rheinproben, Rhein-nahen und Grundwasserproben.
2. SOM kann als ein universales Tool zur verbesserten Auswertung komplexer Datensätze für Monitoring-Strategien genutzt werden.
3. Die kombinierten Verfahren können einen guten Überblick über die sich ändernde Grundwasserqualität und den Rheineinfluss liefern.
4. Vermutlich lässt sich in Zukunft die Landnutzung der Gebiete aus den chemischen und biologischen Daten erkennen.

6 Quellen

Fillinger, L., Hug, K., Trimbach, A. M., Wang, H., Kellermann, C., Meyer, A., ... & Griebler, C. (2019). The DA-(C) index: a practical approach towards the microbiological-ecological monitoring of groundwater ecosystems. *Water research*, 163, 114902.

Knabe, D., Dwivedi, D., Wang, H., Griebler, C., & Engelhardt, I. (2023). Numerical investigations to identify environmental factors for field-scale reactive transport of pathogens at riverbank filtration sites. *Advances in Water Resources*, 173, 104389.