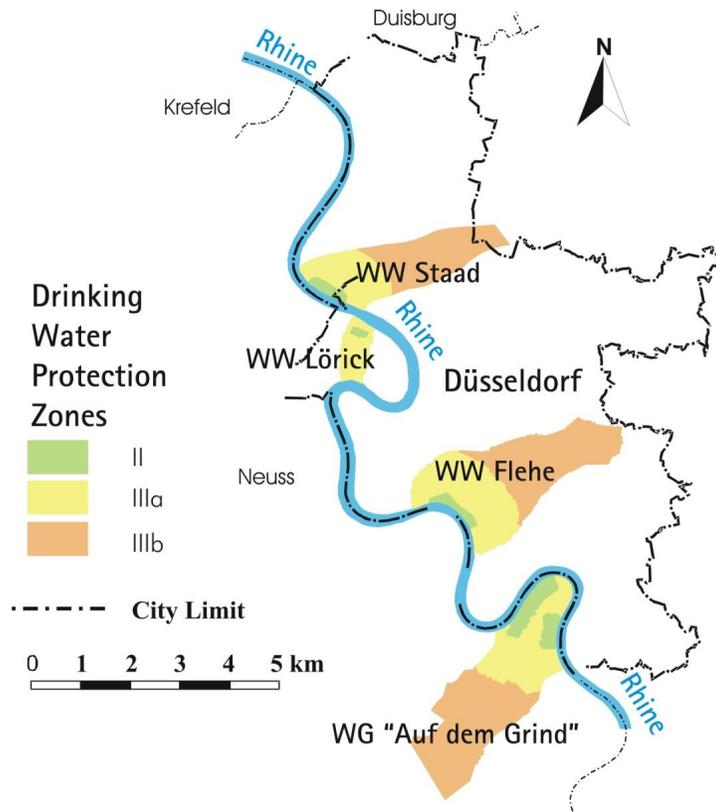


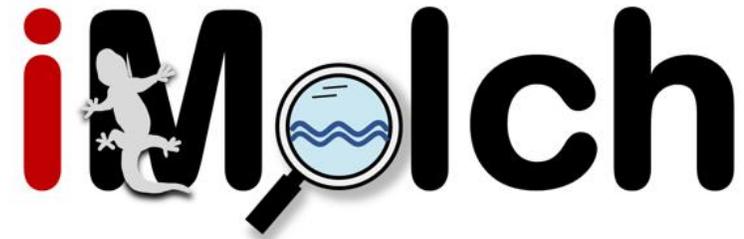
# Nachhaltige Wassermanagement-Konzepte für Deutschland mithilfe innovativer Monitoring-Strategien



**Prof. Dr. Tobias Licha**  
 AG Hydrogeologie und Hydrogeochemie  
 Ruhr-Universität Bochum

Kickoff Lurch 09./10.05.23

intelligentes und innovatives **M**onitoring ist langfristiger **S**chutz



Als **Molche** werden verschiedene, nicht unbedingt näher verwandte Amphibienarten aus unterschiedlichen Familien der Ordnung Schwanz**lurche** (Caudata oder Urodela) bezeichnet.

Quelle: Wikipedia

# Partner



Prof. Dr. Tobias Licha  
Dr. Peter Düppe  
Dr. Thomas Heinze  
Dr. Wiebke Warner



Prof. Dr. Felix Bilek  
M.Sc. Jonas Jäckel



Dr. Ferry Schiperski  
N. N.



Prof. Dr. Traugott Scheytt  
Dr. Alexandra Hellwig



*Offen im Denken*

Prof. Dr. Rainer Meckenstock  
Dr. Verena Brauer



Prof. Dr. Hans-Peter Rohns  
Dr. Björn Droste  
M.Sc. Anette Albrecht  
M.Sc. Dirk Antunovic

**Im Unterauftrag:**

**Analytisches Forschungsinstitut für Non-Target Screening GmbH**

# Was bringt uns die Zukunft?

## Klimawandel

Menschen in Deutschland werden durchschnittlich älter und sensibler

Mikrobiologische Sicherheit versus naturnahe Aufbereitung

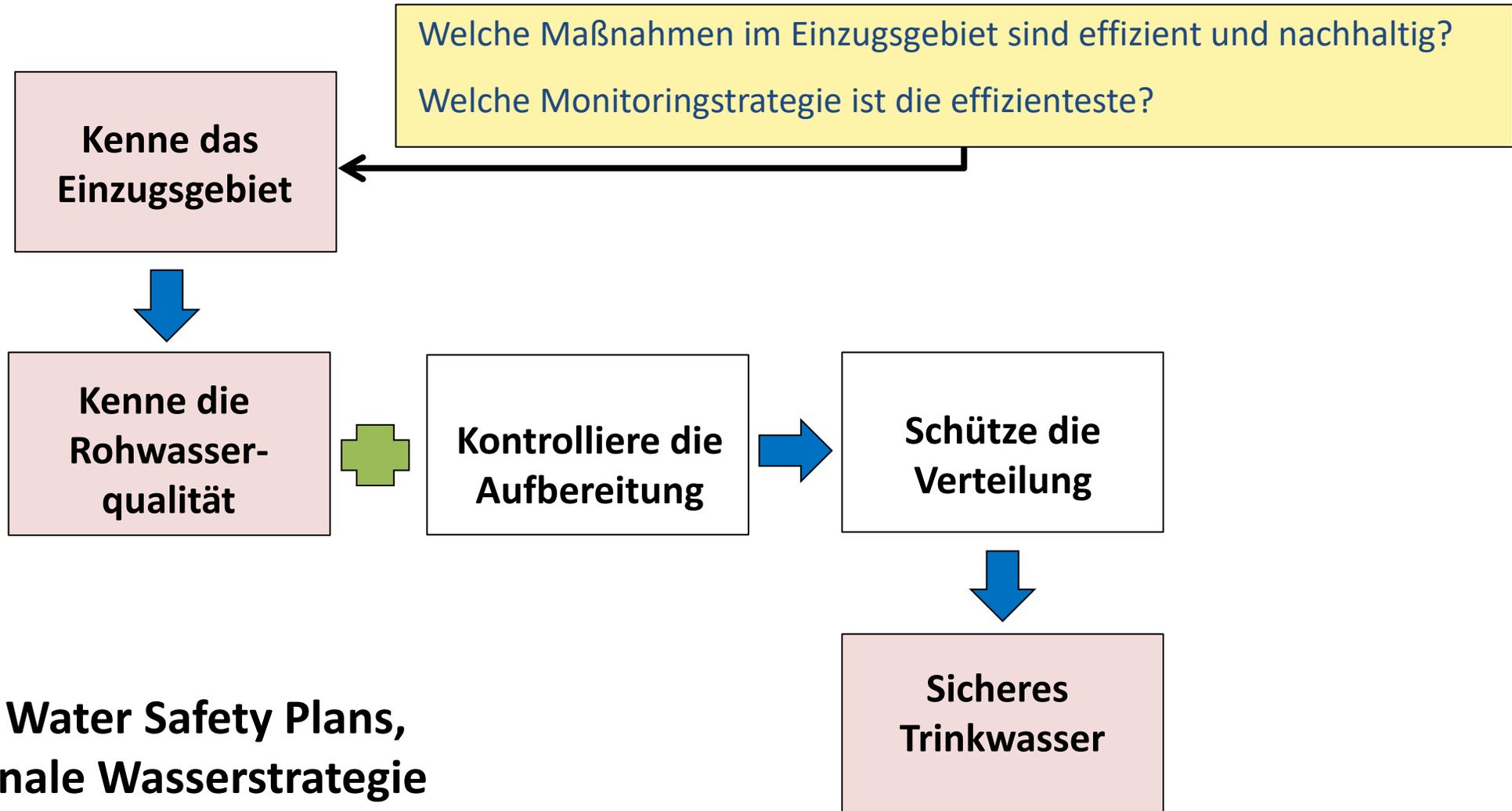
Anthropogene Spurenstoffe werden nachgewiesen und müssen gesundheitlich bewertet werden



Quelle [www.iaea.or.at](http://www.iaea.or.at)

**Trinkwasser ist ein emotionales Thema**

# Motivation



**WHO Water Safety Plans,  
Nationale Wasserstrategie**

# Wie viele Substanzen kennen wir überhaupt?

Juni 2022: **183.000.000** Substanzen bekannt

Produktionsmengen:

ca. 481 Verbindungen 1–10 t/a

ca. 2510 Verbindungen mit 1000 t/a

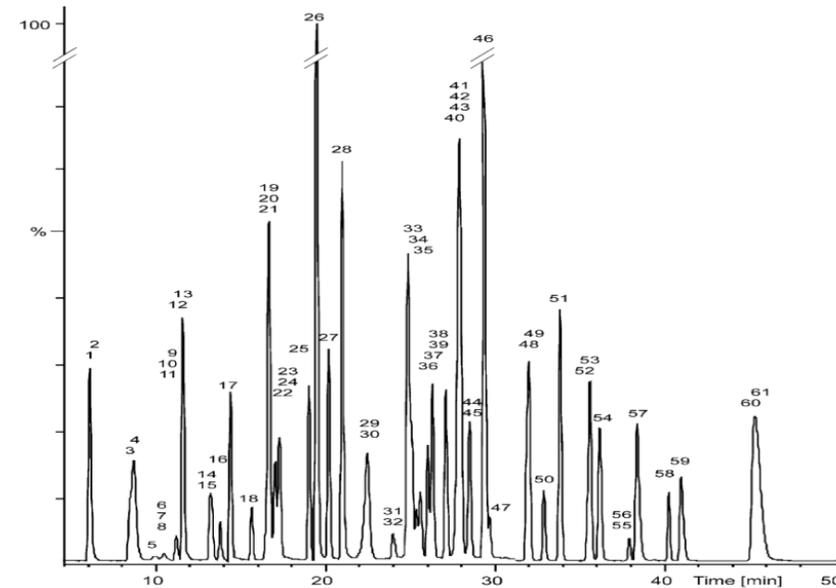
ca. **100.000** können in der aquatischen Umwelt vorkommen (angemeldet in REACH)

> 1000 sicher nachgewiesen (Schmidt, T.C. 2018)

[echa.europa.eu](https://echa.europa.eu) und [www.cas.de](https://www.cas.de)



# Wie viele Substanzen können wir analysieren?

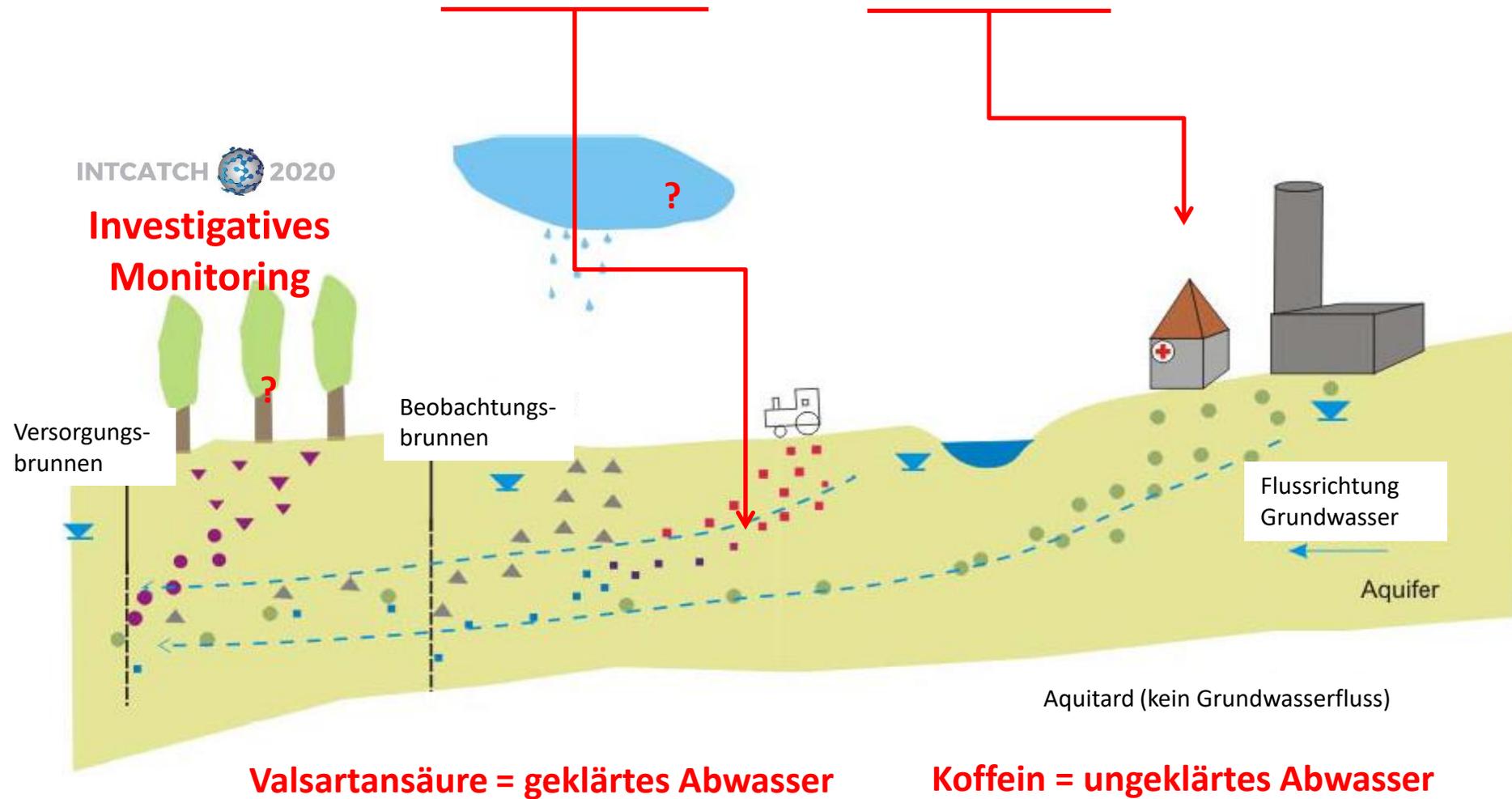


- 8000 Substanzen pro Stunde derzeit Rekord (100.000 können vorkommen)
- riesiger Kostenfaktor im Monitoring

## Lösungsansätze im iMolch

- **Non-target**
- **zeitlich und örtlich höher aufgelöstes Monitoring, optimierte Monitoringstrategien**
- **Indikatoren Chemisch, hydraulisch und biologisch/ökologisch**

# Mikroschadstoffe als Indikatoren für Prozesse und Quellen



# Mikroschadstoffe im Rohwasser (Karsteinzugsgebiet)

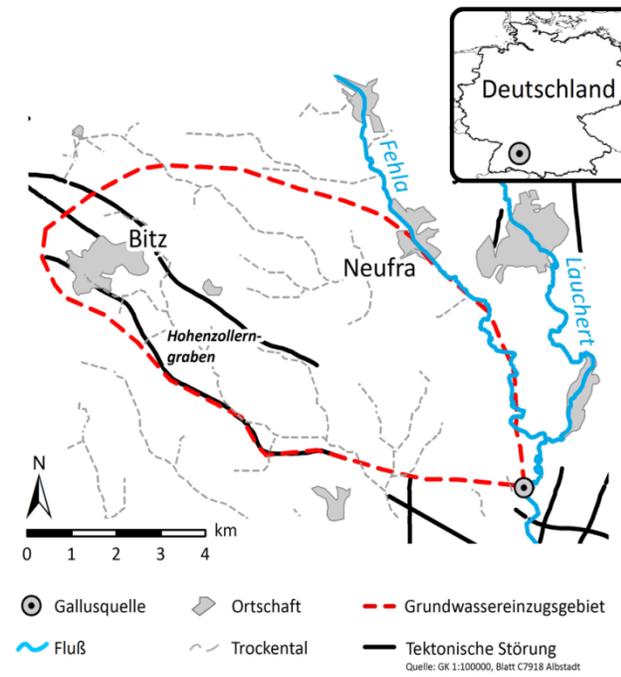
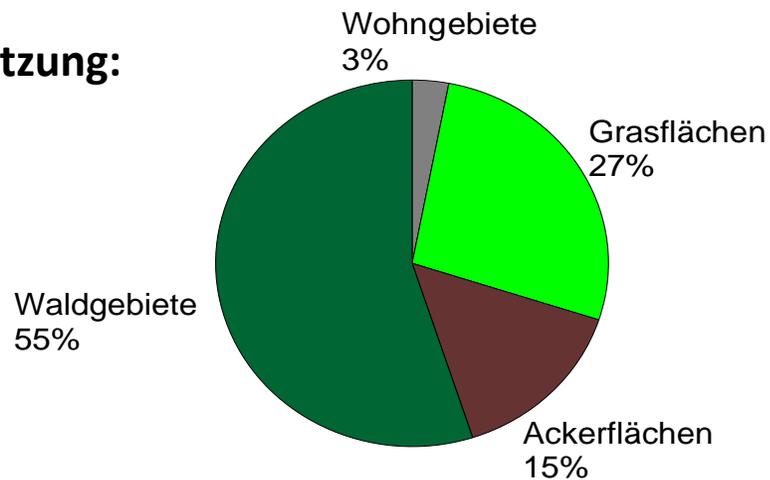


- Größe des Einzugsgebietes: 45 km<sup>2</sup>
- dünn besiedelt: ~ 4.000 EW
- Mischwasserkanalisation; Regenrückhaltebecken
- Gallusquelle  $\varnothing Q = 500 \text{ L/s}$
- **Quelle dient zur Trinkwassergewinnung für 40.000 Einwohner**
- **wiederholt belastet mit coliformen Keimen**

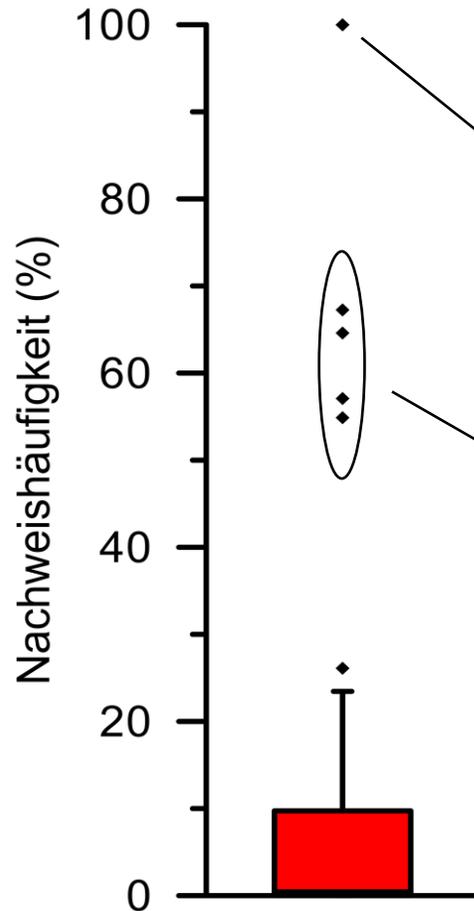
4 000 Menschen

40 000 Hühner

Landnutzung:



# Mikroschadstoffe im Rohwasser (Karsteinzugsgebiet)



- 22 von 54 Stoffen nie nachgewiesen
- 11 Stoffe in weniger als 5% der Proben (226 Quellwasserproben in 9 Monaten)

**zur Erinnerung: nur 4000 Einwohner**

Atrazin & Desethylatrazin  
(Atrazin seit 1992 in Deutschland verboten)

Coffein, Coffein-Metabolite &  
Carbamazepin

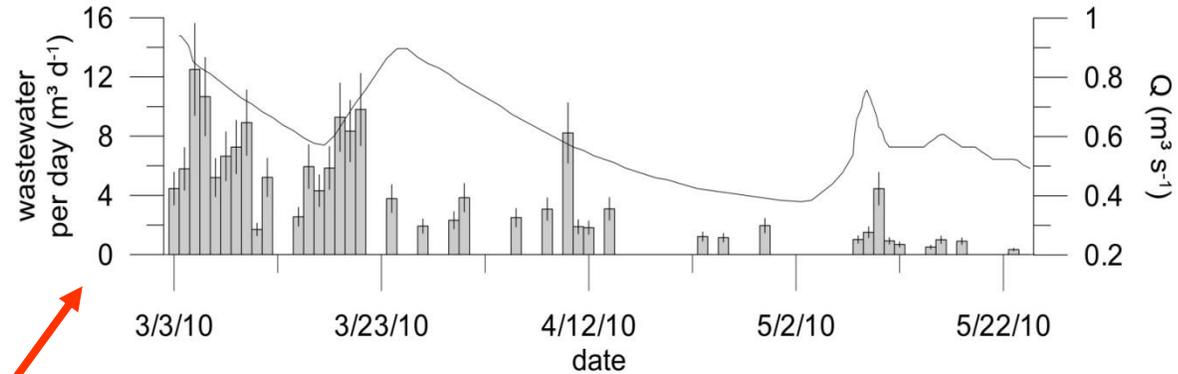
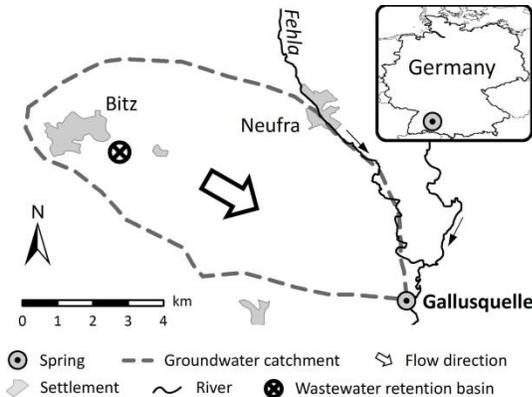
**Hohe Varianz an Karstquellen**

Reh R, Hillebrand O, Geyer T, Nödler K, Licha T, Sauter M (2014): Charakterisierung des Transports organischer Spurenstoffe in zwei Karstsystemen- Ein Vergleich. Grundwasser 19(4): 251–262.

# Quantifizierung der Abwasserbelastung einer Karstquelle mit Hilfe von Koffein



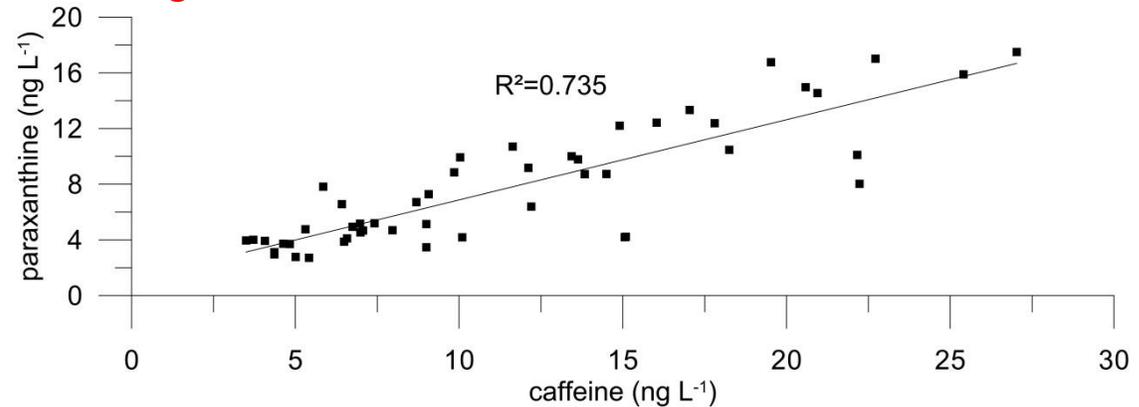
Abschätzung der Input-Funktion



positive Korrelation zwischen Koffein und Paraxanthin bestätigt **unbehandeltes Abwasser** als Quelle

$$WW = \frac{c \times WC \times Q}{I}$$

- WW: Menge an Abwasser an der Quelle pro Tag
- c: Konzentration von Koffein an der Quelle
- WC: täglicher Wasserverbrauch pro Person
- Q: Quellschüttung
- I: Belastung von Koffein im Abwasser



# Effizienteste Maßnahme zur Verbesserung der Rohwasserqualität (Gallusquelle)

Ertüchtigung von Abwassersystem und RÜB als **technische Maßnahme** im Rahmen des Risikomanagements



- Monitoring des Quellwassers auf organische Spurenstoffe  
25.02.2010 – 16.02.2011 → 356 Tage; 283 Proben
- Coffein: **67%** Detektionsfrequenz, **123 ng/L** maximale Konzentration
  - 2011-heute → 193 Proben
  - Coffein: **11%** Detektionsfrequenz, **21 ng/L** maximale Konzentration
- **Geringerer Anteil „frischen“ Abwassers in der Gallusquelle!**
- **Deutlicher Rückgang an E.coli**
- **Hühnerhof war nicht die Quelle der Verunreinigung: Einstellung des Betriebes hätte nicht zur Verbesserung der Wasserqualität beigetragen**

Hillebrand O. et al. (2012): Caffeine as an indicator for the quantification of untreated wastewater in karst systems. Water Research 46(2): 395–402.

# Mikrobielle Gemeinschaft als Indikator?

Probleme:

- 1) Identifikation von Bacs → **keine Zeigespezies für Wasserqualität**
- 2) Verwandtschaft von Bacs → bedeutet nicht gleiche Funktion
- 3) Funktionelle Redundanz → viele Bacs machen das Gleiche
- 4) Ruheformen → viele Bacs machen nix

Lösung:

- Diversitätsparameter
- Struktur der mikrobiellen Gemeinschaft

# Ökologische Indikatoren

## 1) Indikator mikrobielle Gemeinschaft

**Hypothese:** guter ökologischer Zustand → z.B. hohe Diversität, gleichverteilte Organismen, wenige Biomasse Produzenten / Destruenten...

**Messung:** DNA-Extraktion aus Wasser Amplikonsequenzierung der 16S rRNA Gene, bioinformatische Analyse

## 2) Indikator mikrobielle Aktivität

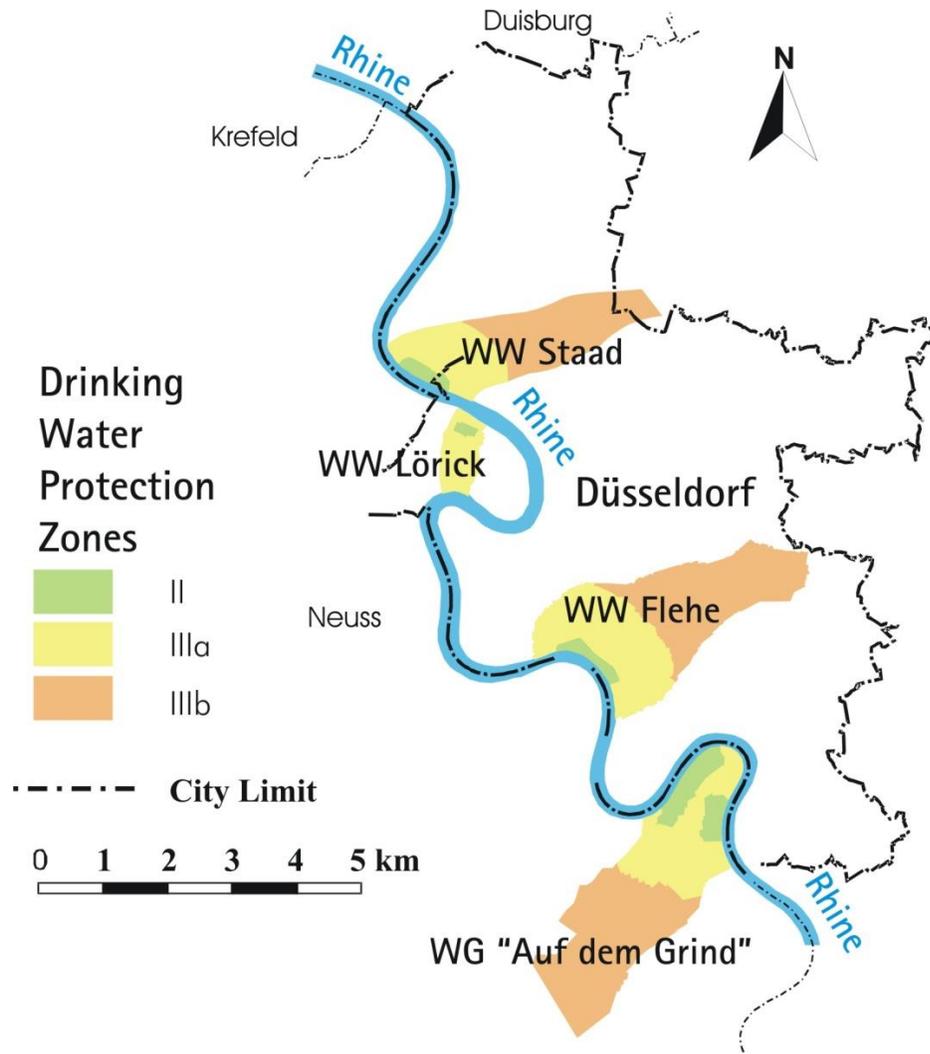
**Hypothese:** guter ökologischer Zustand → geringer C-Abbau

**Messung:** Wasserprobe aus Messtelle inkubieren, CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus DOC oder zugegebener C-Quelle, Messung mit reverse isotope labelling

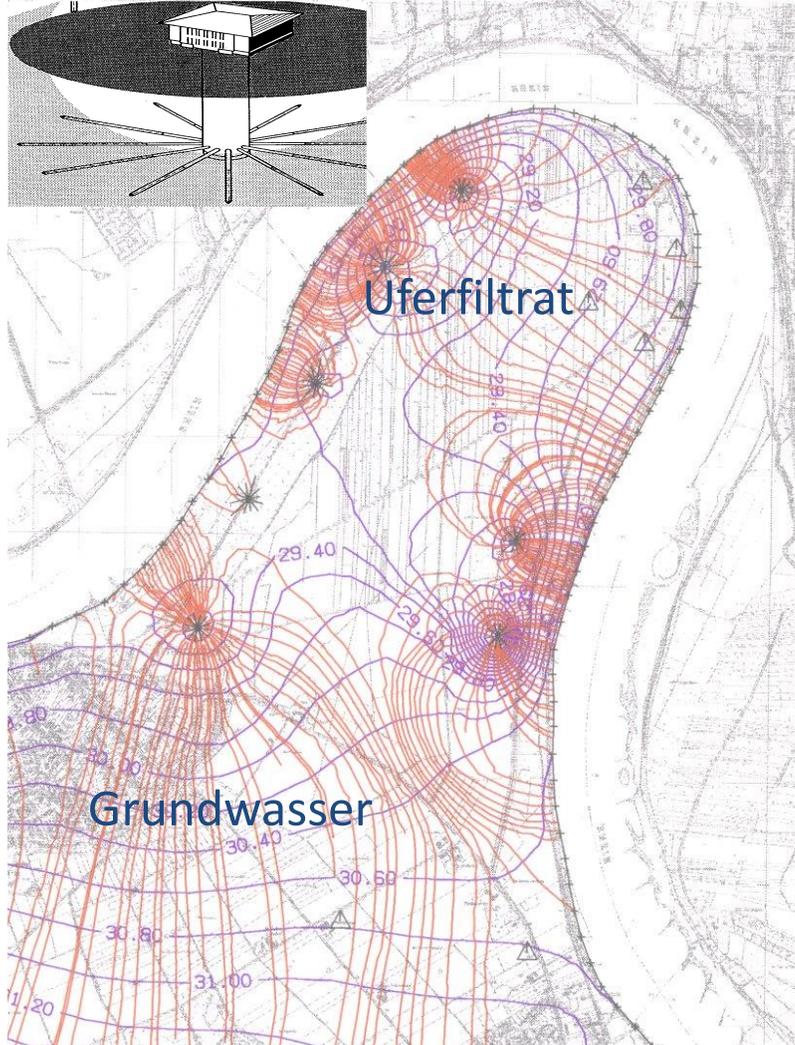
## 3) Kalibrierung der Daten

Vergleich der Indikatoren mit unterschiedlicher Landnutzung

# Untersuchungsgebiete Stadtwerke Düsseldorf

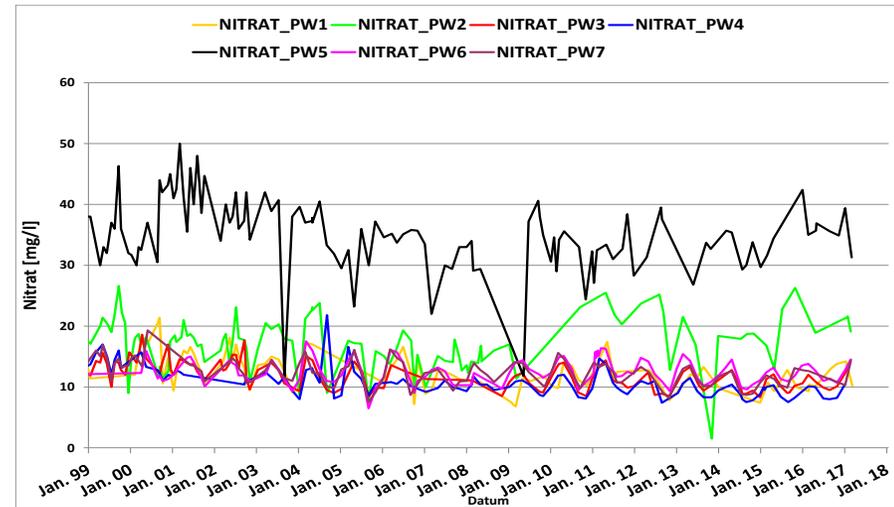


# Untersuchungsgebiete Stadtwerke Düsseldorf



Wichtig sind:

- Ausweisung von Schutzzonen
- Kooperation Landwirtschaft
- Verbandsarbeit zur Verbesserung der Rheinqualität (ARW, IAWR)
- Rheinüberwachung (LANUV, ARW) und Information
- regelmäßiges Monitoring der Einzugsgebiete



# Ziele



## (A) Innovatives Monitoring (Indikator-konzept)

- Organische Spurenstoffe target und non-target (AGRO, Intcatch; RUB/AFIN-TS)
- Spurenelemente (TUB)
- Grundwasserökologie (UDE)
- Hydrogeologie (TUBAF, SWD)

## (B) Verifizierung der Indikatoren

Testsites Stadtwerke Düsseldorf

## (C) Systemverständnis/Prognose

Modellintegration (TUBAF)

## (D) Nachhaltige Bewirtschaftungskonzepte

- GFI Grundwasser-Consulting-Institut GmbH
- Stadtwerke Düsseldorf
- zusammen mit Lurchverbänden

**Holistischer und nachhaltiger Ansatz statt End-of-the-Pipe Lösungen**



***Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !  
Wir freuen uns auf Diskussionen an den Postern***