

# Die novellierte Trinkwasserverordnung – Ökologische Risikobewertung

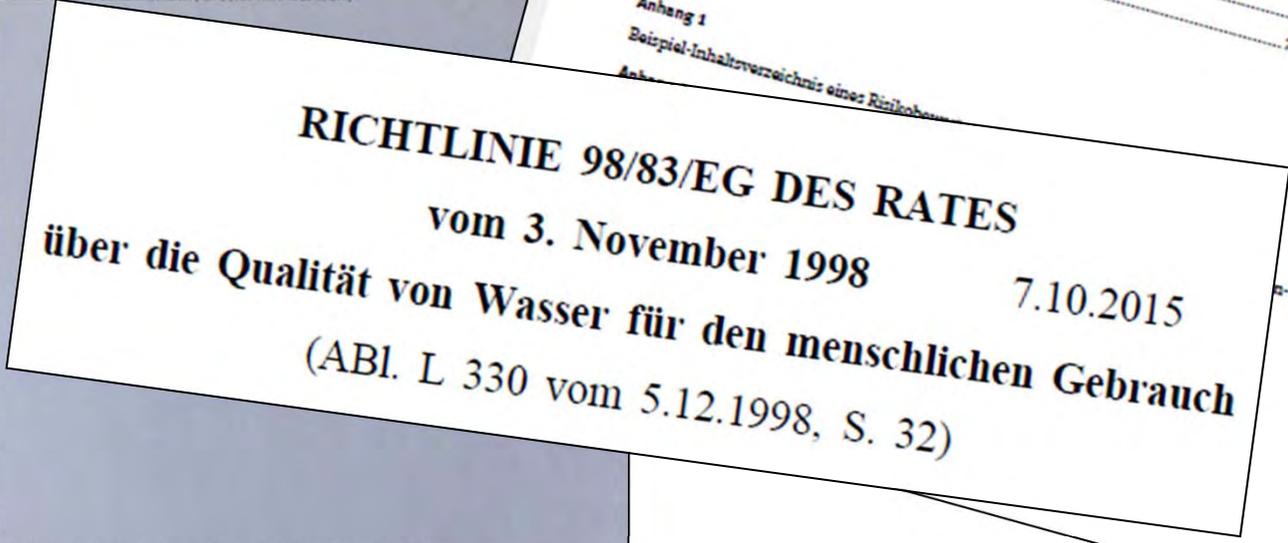
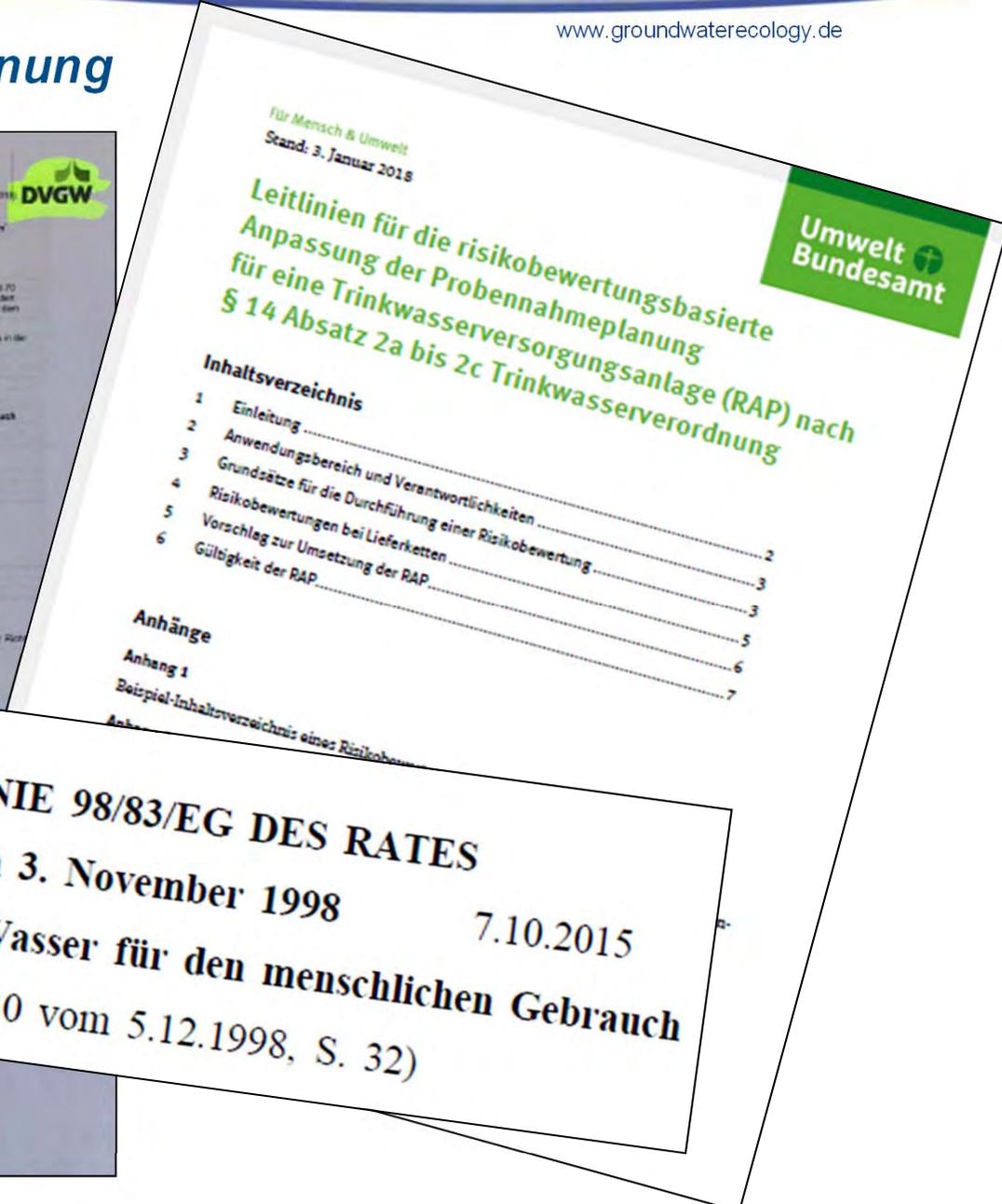
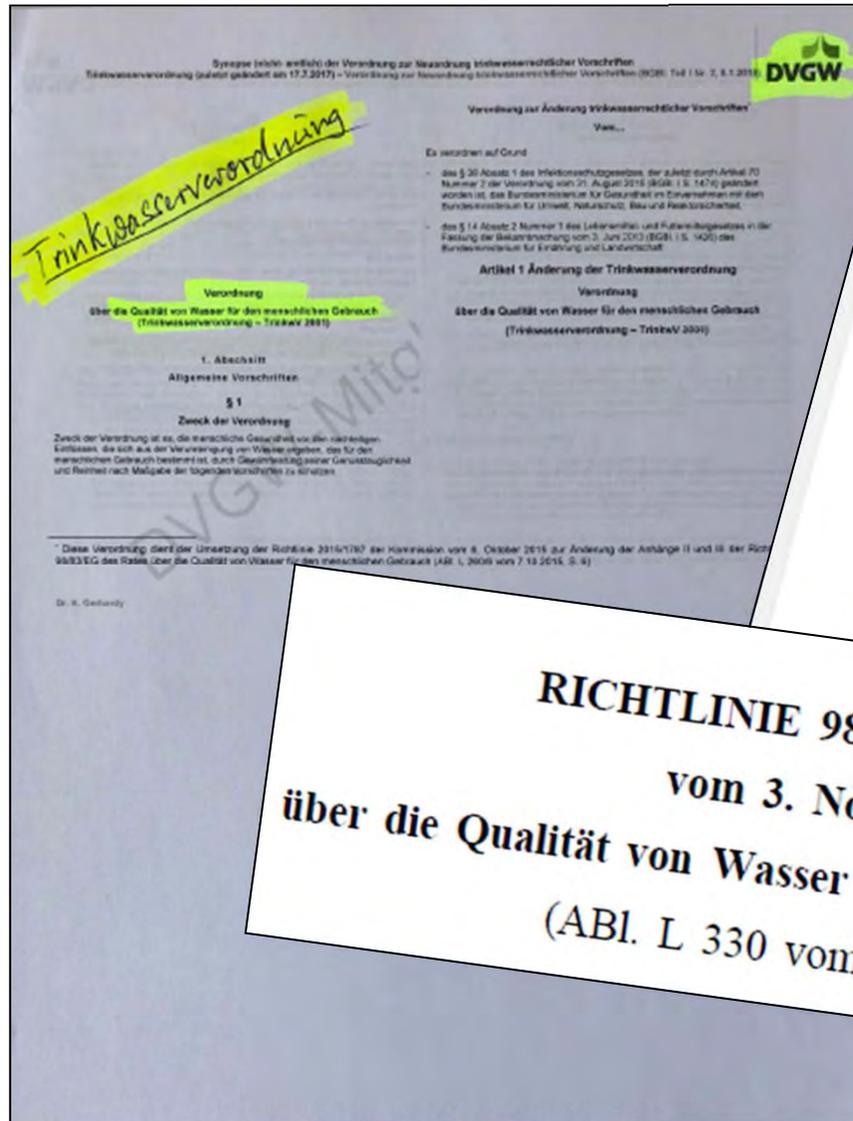


Hans Jürgen Hahn

Landauer Fachtreffen 2018, 14. Juni



# Die novellierte TrinkwVerordnung



## Risikobasierter Ansatz der EG-Trinkwasserrichtlinie/Novelle

Vorschlag für eine

RICHTLINIE DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES  
über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung)

neu

Artikel 7

### Risikobasierter Ansatz für Sicherheit in der Wasserversorgung

1. Die Mitgliedstaaten tragen dafür Sorge, dass für die Versorgung, Aufbereitung und Verteilung von Wasser für den menschlichen Gebrauch ein risikobasierter Ansatz angewendet wird, der Folgendes umfasst:
  - (a) eine Gefahrenbewertung der Wasserkörper, die für die Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch genutzt werden, gemäß Artikel 8;
  - (b) eine Risikoanalyse der Wasserversorgung durch die Versorgungsunternehmen zur Überwachung der Qualität des von ihnen bereitgestellten Wassers gemäß Artikel 9 und Anhang II Teil C;
  - (c) eine Risikobewertung von Hausinstallationen gemäß Artikel 10.
2. Die Gefahrenbewertungen sind bis [drei Jahre nach dem äußersten Termin für die Umsetzung dieser Richtlinie] durchzuführen. Sie werden alle drei Jahre überprüft und bei Bedarf aktualisiert.
3. Die Risikobewertungen der Wasserversorgung sind von sehr großen und großen Versorgungsunternehmen bis [drei Jahre nach dem äußersten Termin für die Umsetzung dieser Richtlinie] und von kleinen Versorgungsunternehmen bis [sechs Jahre nach dem äußersten Termin für die Umsetzung dieser Richtlinie] durchzuführen. Sie werden regelmäßig in Abständen von höchstens sechs Jahren überprüft und bei Bedarf aktualisiert.
4. Die Risikobewertungen von Hausinstallationen sind bis [drei Jahre nach dem äußersten Termin für die Umsetzung dieser Richtlinie] durchzuführen. Sie werden alle drei Jahre überprüft und bei Bedarf aktualisiert.

## ***Neues Konzept: Von den Gewinnungsgebieten zu den Hausanschlüssen***

### **Wichtigste Neuerungen:**

- Gilt auch für Wassergewinnungsanlagen (§ 3, Abs. 2; § 4, Abs. 1,1)
- Definition Gefährdungsanalyse ergänzt (§ 3, Abs. 15)
- Risikobewertung (§ 14, Abs. 2a) → RAP

Rechtl. Grundlage: EG-Trinkwasserrichtlinie, „Allgemein anerkannte Regeln der Technik“

***EZG → Wassergewinnung → Wasseraufbereitung → Wasserverteilung***

## ***RAP: riskobasierte Anpassung der Probennahmeplanung für eine Trinkwasserversorgungsanlage***

### **Idee/Merkmale :**

- Freiwillig
- Ermittlung des Risikopotentials um Überwachungsaufwand ggf. reduzieren zu können
- ggf. Verminderung der Probennahmehäufigkeit
- ggf. Flexibilisierung der Parameterauswahl (außer Mikrobio)

Rechtl. Grundlagen: WHO-TW-Leitlinien, EG-Trinkwasserrichtlinie, EG-WRRL, DIN EN 15975 Teil 2 (Sicherheit in der TW-Versorgung)

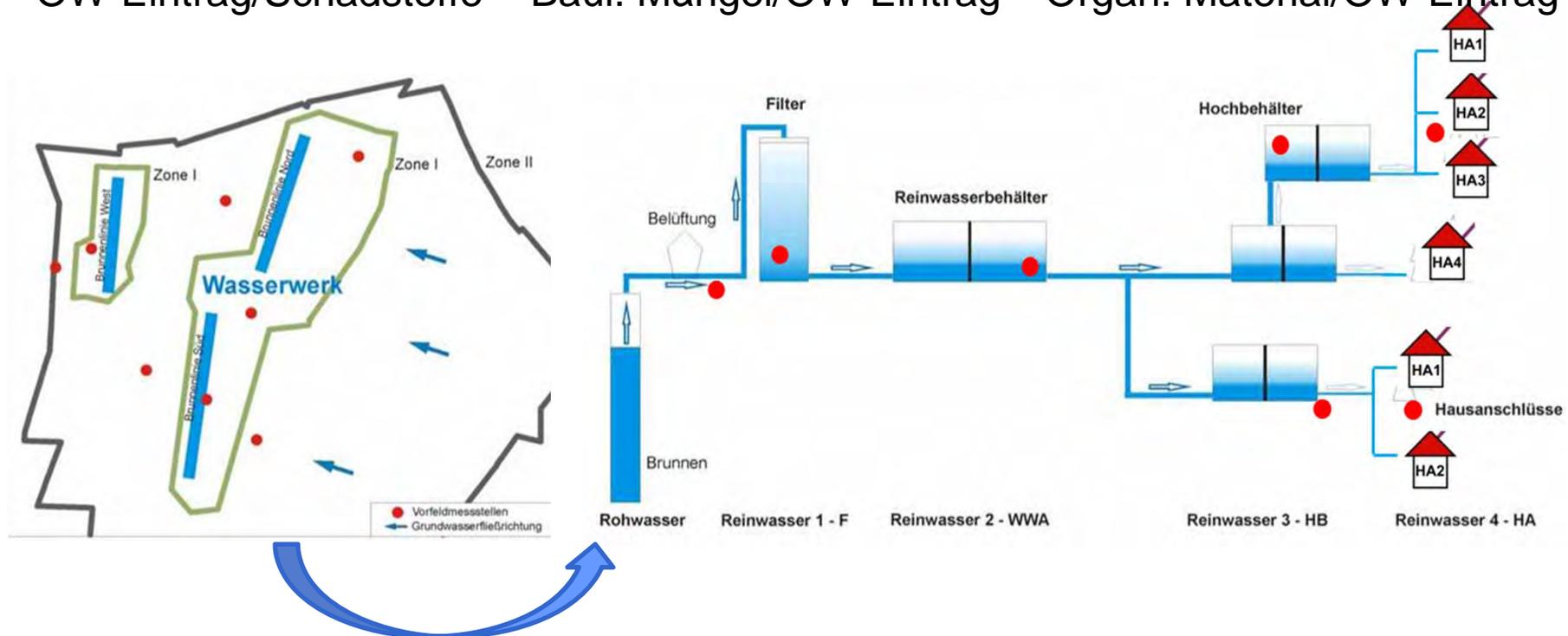
***EZG → Wassergewinnung → Wasseraufbereitung → Wasserverteilung***

## Riskobasierte Anpassung der Probennahmeplanung für eine Trinkwasserversorgungsanlage

EZG/Rohwasser:  
OW-Eintrag/Schadstoffe

Gewinn.-Anlagen:  
Baul. Mängel/OW-Eintrag

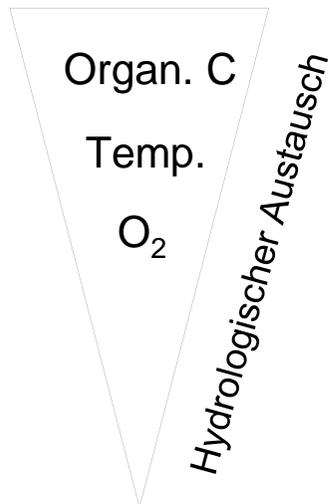
Aufbereitung/Netz:  
Organ. Material/OW-Eintrag



**EZG → Wassergewinnung → Wasseraufbereitung → Wasserverteilung**

## Hauptrisiko: Oberflächenwassereinfluss

Oberflächenwasser

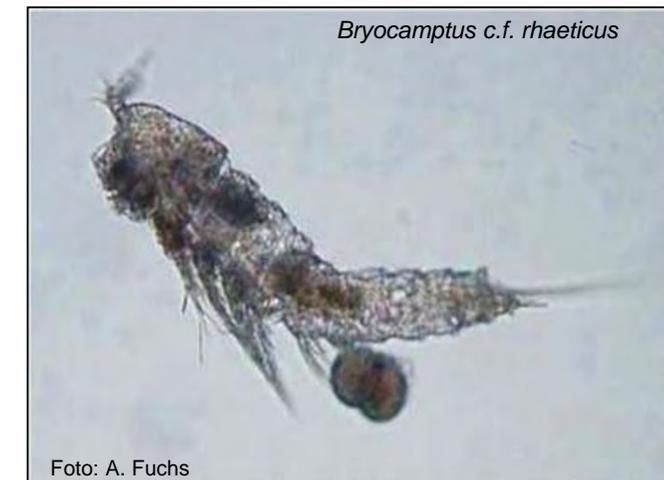
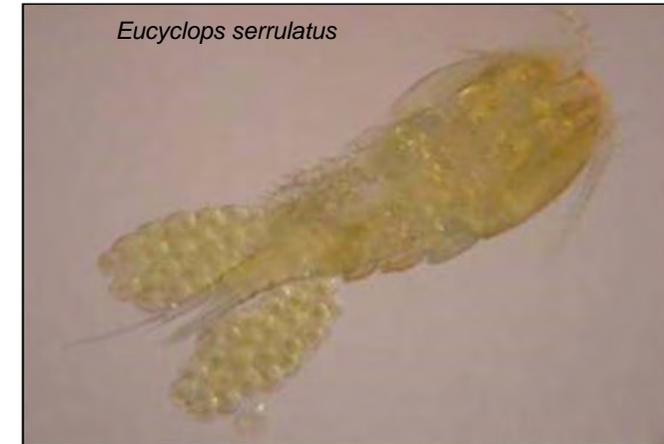


Grundwasser

Stygoxene

Stygophile

Stygobionte



**Invertebraten reagieren auf OW-Einfluss sehr sensibel !**

## Risiko: OW-Eintrag im EZG und Bauliche Mängel der Fassung

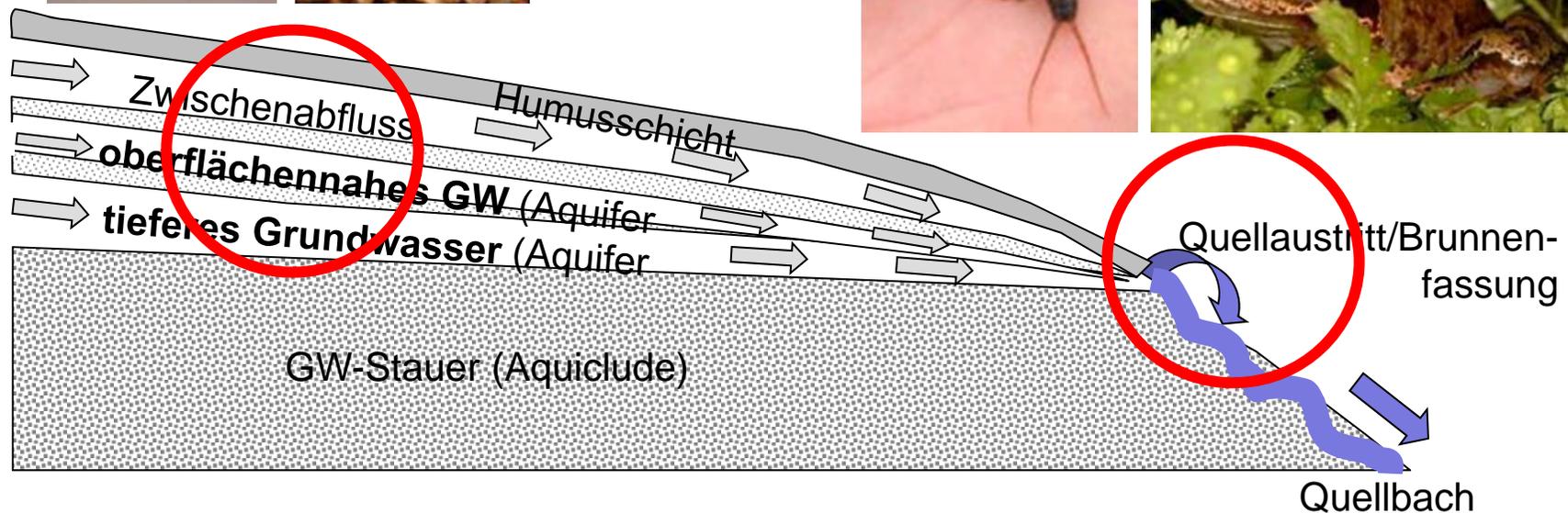
Zwei Fauna-Typen:

### Gewinnungsanlagen, Beispiel Quellen

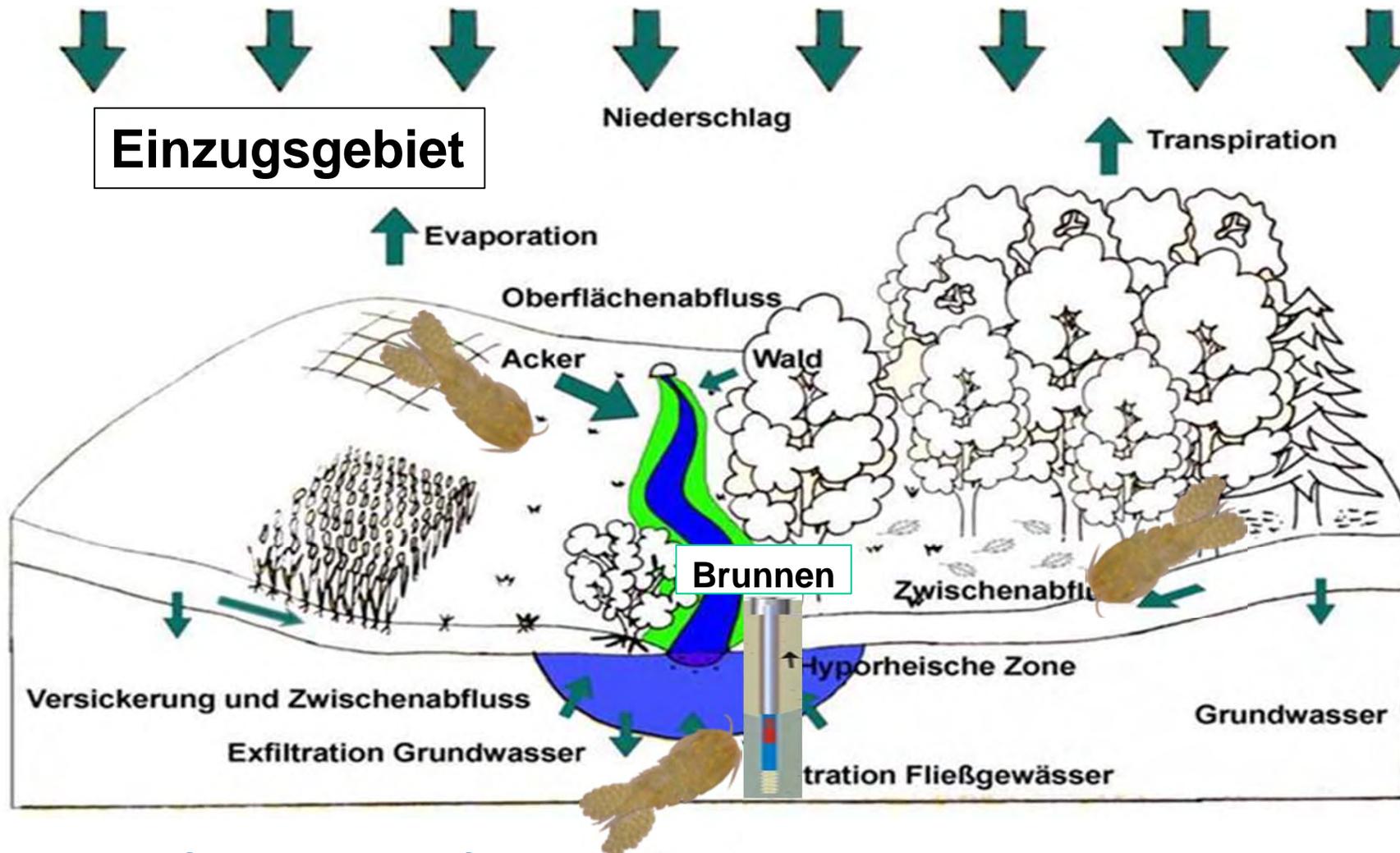
1.) Fauna in der Trift, im GW



2.) eigentl. Quellfauna, Oberflächenfauna am Brunnen



## Risiko: unzutreffend abgegrenztes EZG/Schadstoffeinträge u. OW



**StygoTracing®: Invertebraten sind Biologische Tracer !**

## Risiko: Organisches Material

### Aufbereitung/Netz

Oberflächenwasser

Organ. C  
Temp.  
O<sub>2</sub>

Hydrologischer Austausch

Organ. Material

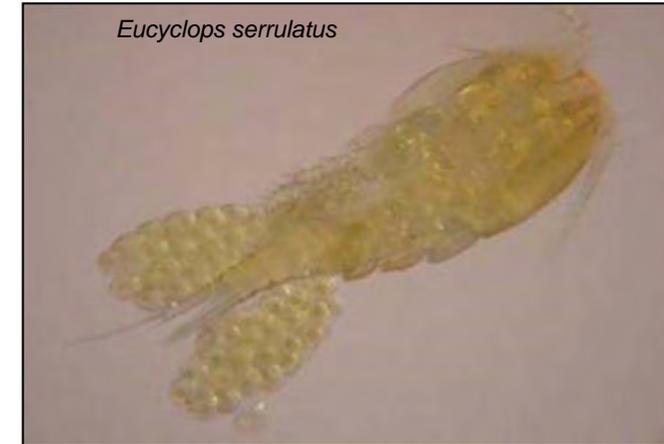
Grundwasser

Stygoxene

Stygophile

Stygobionte

*Eucyclops serrulatus*



*Bryocamptus c.f. rhaeticus*

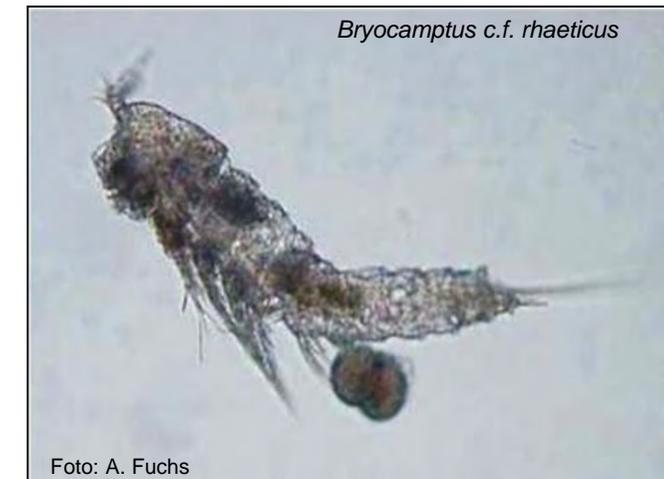


Foto: A. Fuchs

**Invertebraten sind Indikatoren für organisches Material !**

## Ökologische Risikobewertung: Bioindikation

### Klassische Taxonomie



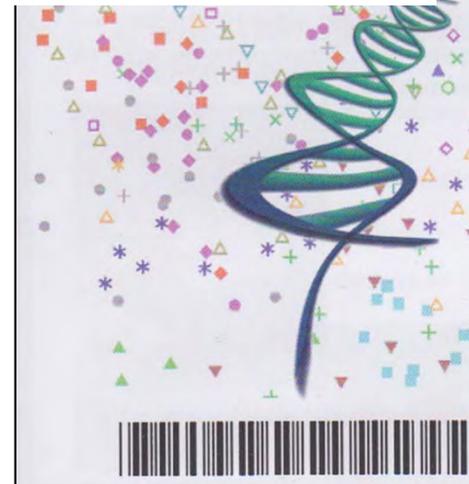
#### Indikation:

- OW-Eintrag
- Baul. Zustand d. Gewinn.-Anl.
- Organ. Material

### Genetik/StygoTracing®

#### Indikation:

- Herkunft des Wassers
- Eintragspfade & Herkunft der Tiere



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

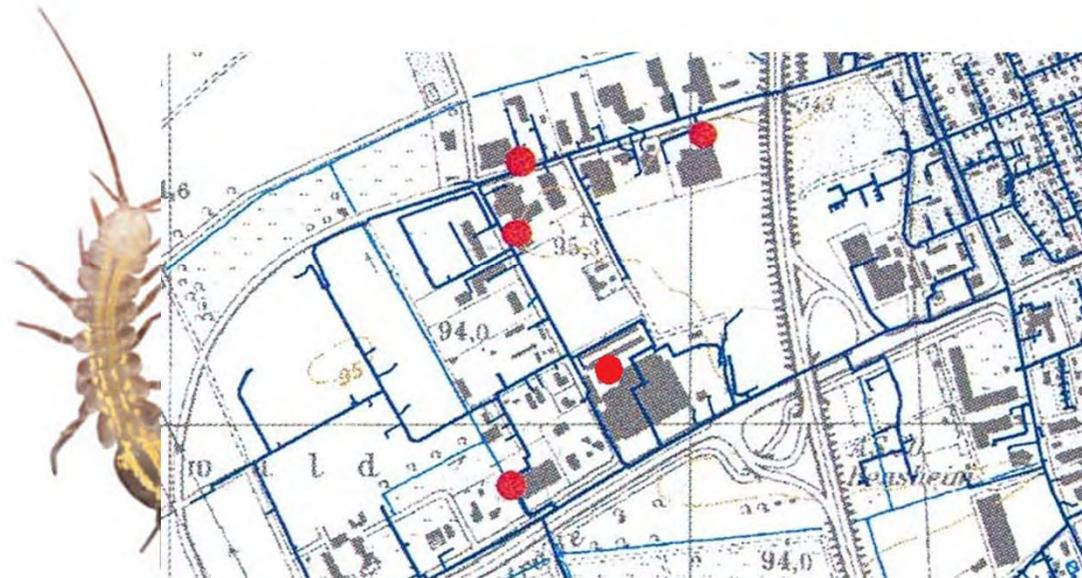
## ***Novellierte Trinkwasserverordnung***

### **Relevanz für Ökologische Risikobewertung:**

- verbindlicher, risikobasierter Ansatz wird kommen
  - W 271 ist „Allgemein anerkannte Regel der Technik“
  - RAP, DIN EN 15975 und Gefährdungsanalyse (TrinkwV § 3, 15) sind sehr allgemein gehalten
  - „alle Informationen zählen“
  - Faunistische Bewertung mit Gesundheitsamt abstimmen
- Biologischer Rahmen- und Maßnahmenplan („BioPlan“)

***EZG → Wassergewinnung → Wasseraufbereitung → Wasserverteilung***

# W 271: Konzept - Von den Gewinnungsanlagen bis zum Hausanschluss

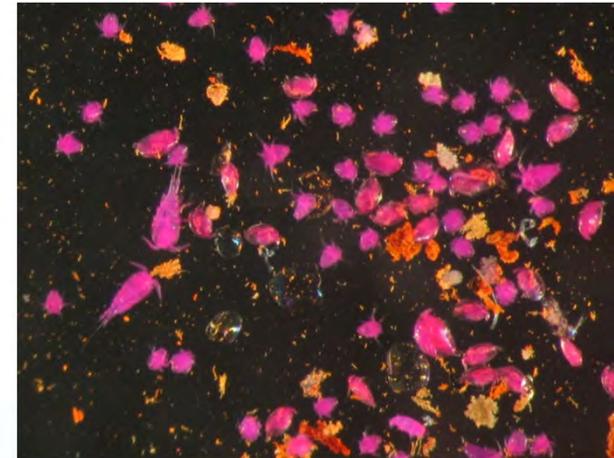


Sven Berkhoff

Landauer Fachtreffen 2018, 14. Juni

## Das DVGW-Arbeitsblatt W271

Deutscher Verein des  
Gas- und Wasserfaches e.V.



[www.dvgw-regelwerk.de](http://www.dvgw-regelwerk.de)

### Technische Regel – Arbeitsblatt **DVGW W 271 (A)** April 2018

**Invertebraten in Wasserversorgungsanlagen;  
Vorkommen und Empfehlungen zum Umgang**

Invertebrates in Water Supply Facilities;  
Occurrence and Recommendations for Dealing with

***Tiere als Indikatoren für den  
Zustand des Rohwassers &  
der Trinkwasser-  
versorgungsanlagen***

WASSER

## Bioindikation



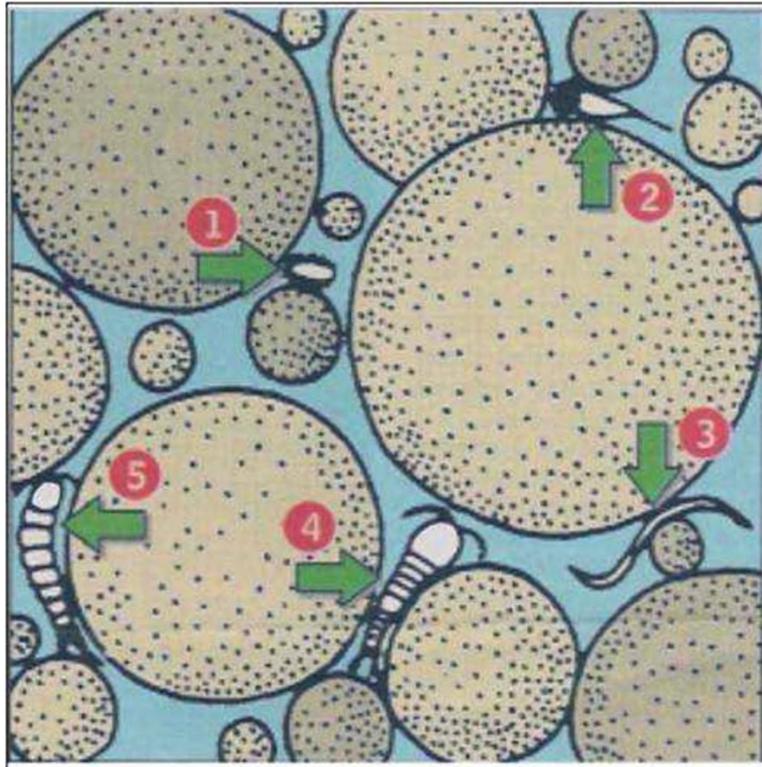
## ***Bioindikatoren***

***Lebewesen reagieren in ihrem Auftreten und  
ihrem Verhalten auf ihre Umwelt.***

***Damit zeigen sie die Umweltbedingungen an.***



## Lebensraum Grundwasser: GW-Tiere



### **Anpassung an Dunkelheit & Lückenraum**

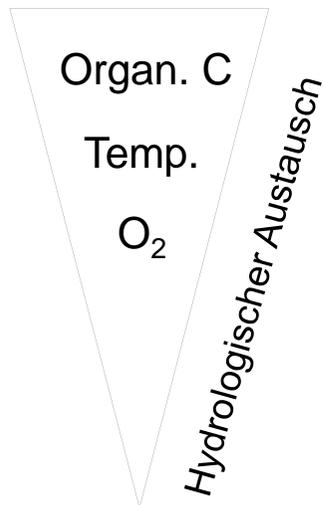
klein & schmal  
blind  
pigmentlos

### **Anpassung an begrenztes Nahrungsangebot**

reduzierter Stoffwechsel  
geringe Fortpflanzungsraten  
lange Lebensdauer

## Ökologische Schlüsselparameter Grundwasser

Oberflächenwasser



Grundwasser

OW-Arten

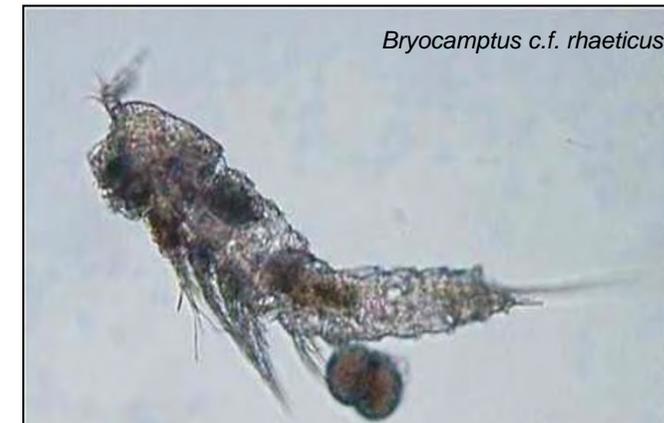
*Eucyclops serrulatus*



Hohes Potential für Massenvorkommen

GW-Arten

*Bryocamptus c.f. rhaeticus*



Geringes Potential für Massenvorkommen



***Fauna reflektiert hydrologischen Austausch***

## Ökologische Schlüsselparameter TW-Versorgungsanlagen

Organisches Material

Temperatur

Sauerstoff

- *DOC → Biofilme*
- *POM: Stagnationszonen im Netz*



***Optimierung der Lebensbedingungen für  
Oberflächenarten!***

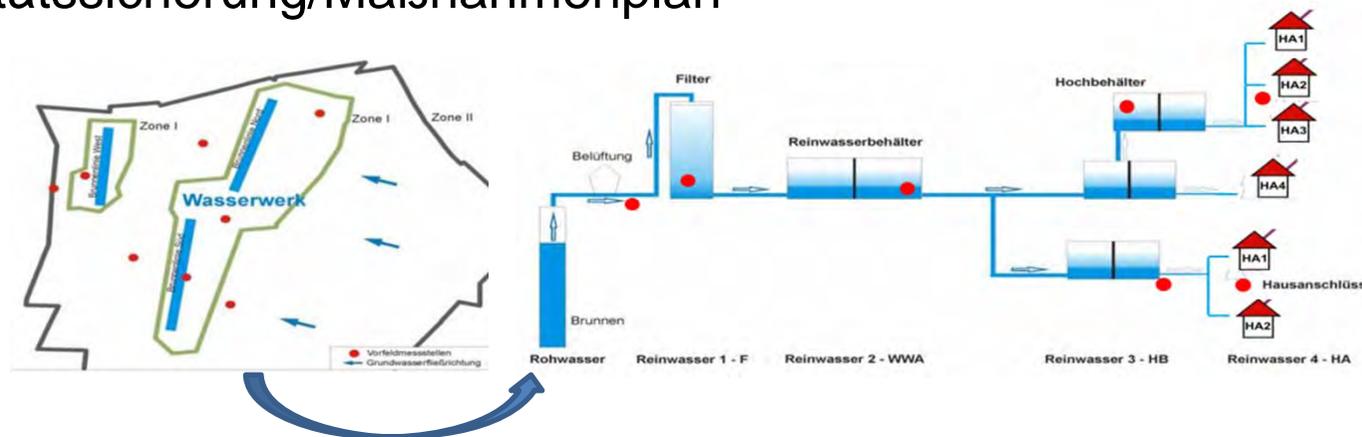
***Entscheidend ist das Nahrungsangebot!***

## Arbeitsblatt W 271- Konzept

### Von den Gewinnungsgebieten zu den Hausanschlüssen

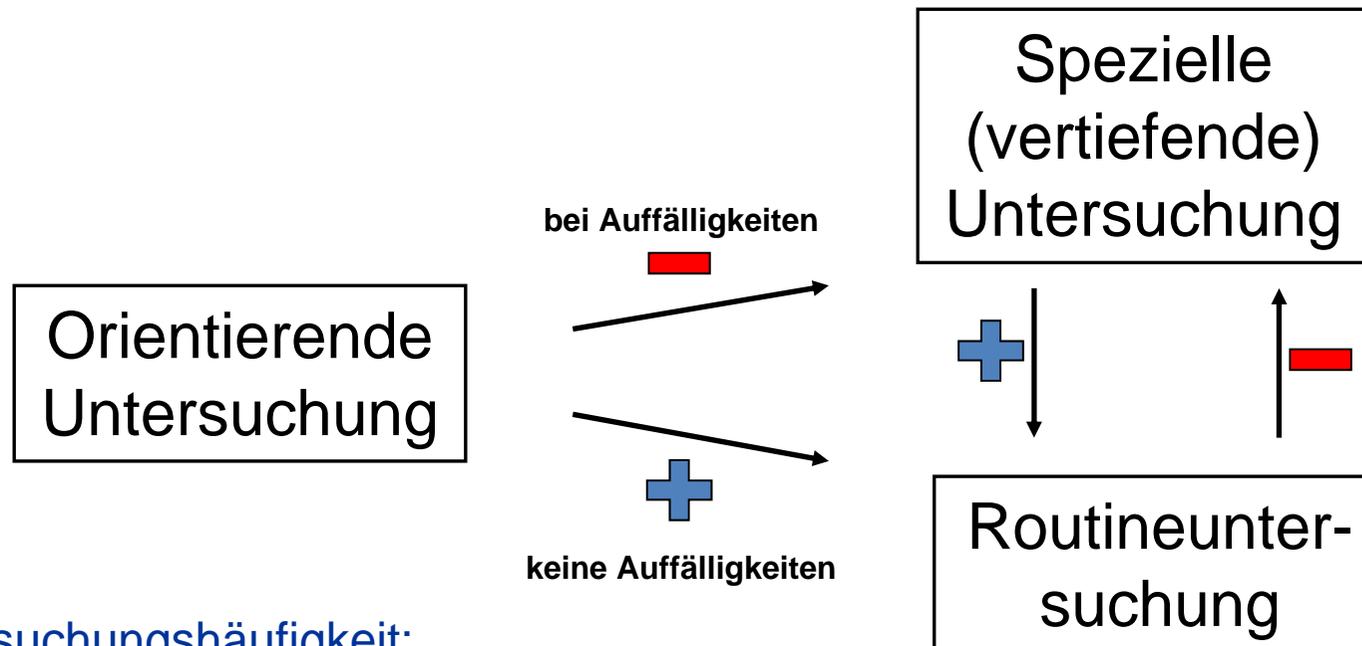
#### Ziel: Ökol. (Risiko-) Management der Fauna

- Nutzung Invertebraten als Indikatoren
- Faunistische Bewertung der TVA:
  - aktueller Eintrag von Tieren: Risiko Verkeimung
  - systemintern: Tierdichte, Organisches Material im TVA
- Qualitätssicherung/Maßnahmenplan



**EZG → Wassergewinnung → Wasseraufbereitung → Wasserverteilung**

## Arbeitsblatt W 271- Probennahmekonzept



verändert nach DVGW

### Untersuchungshäufigkeit:

- Jährlich (OW-WW: monatl.)
- Saisonale Schwankungen: quartalsweise über 1 Jahr

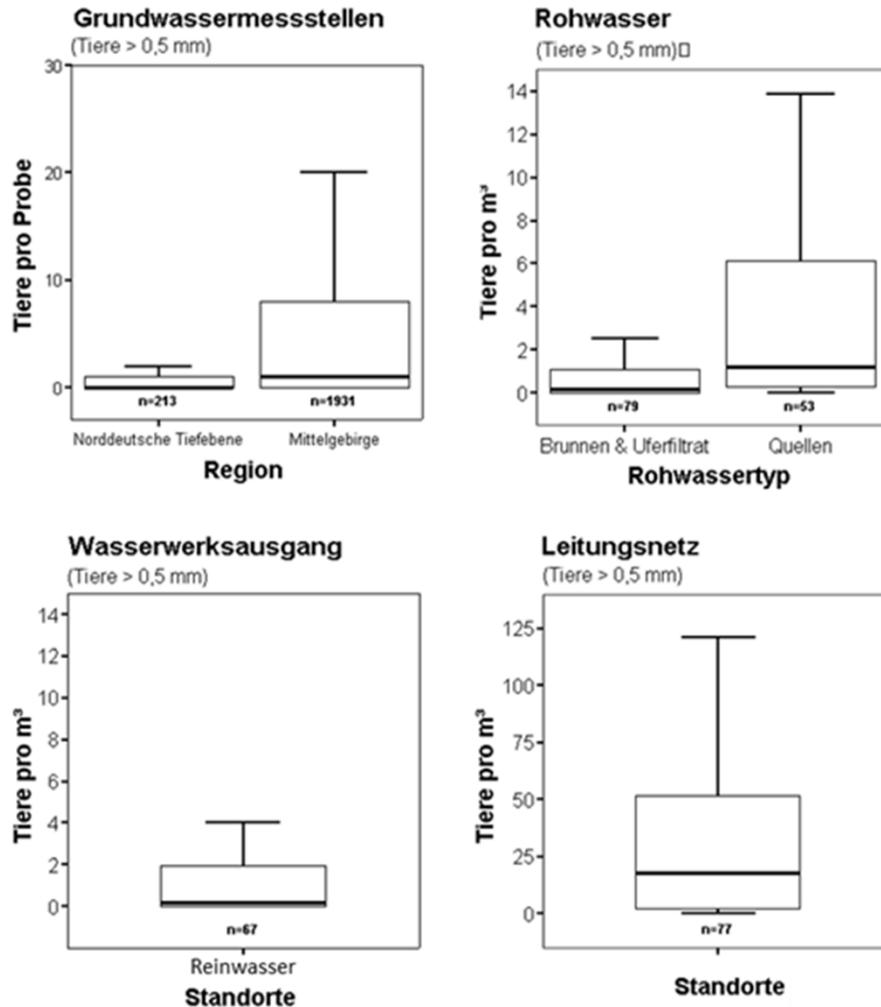
**EZG → Wassergewinnung → Wasseraufbereitung → Wasserverteilung**

## Arbeitsblatt W 271- Methodik

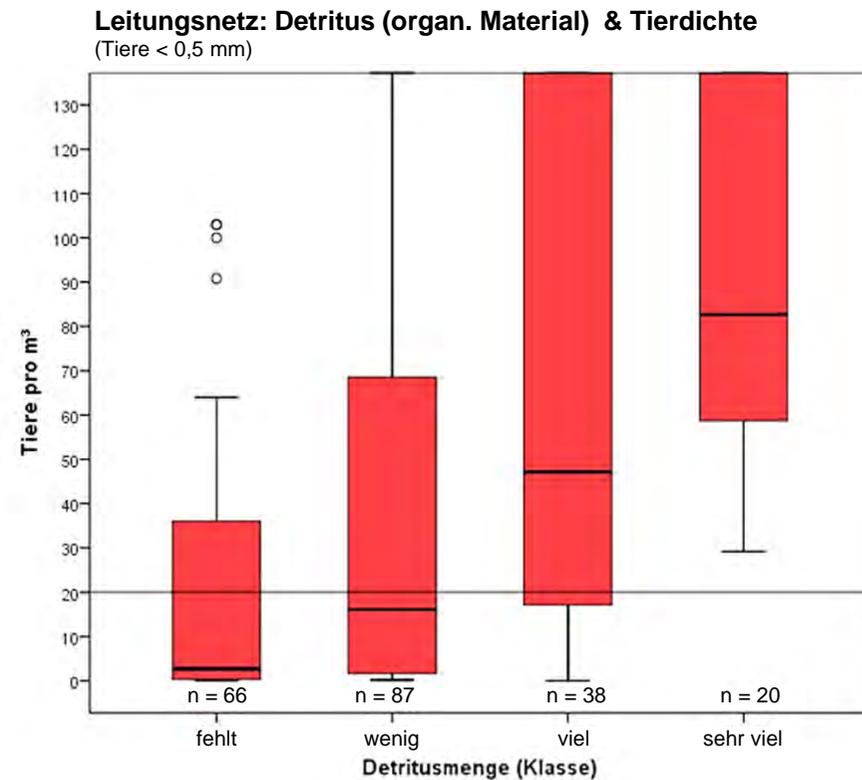


**EZG → Wassergewinnung → Wasseraufbereitung → Wasserverteilung**

## Arbeitsblatt W 271- Bewertung



**Invertebraten indizieren Nahrung  
= Reinigungsbedarf !**



**EZG → Wassergewinnung → Wasseraufbereitung → Wasserverteilung**

## **Arbeitsblatt W 271: Zusammenfassung**

### **Warum soll untersucht werden?**

Fauna i. d. R. in allen Bereichen der TW-Versorgung vorhanden

- TW-Versorgungsanlagen künstliche Lebensräume
- Invertebraten (meist) nicht das Problem, sondern Indikatoren
- Invertebratendichten: Indiz für biologisch nutzbares OM
- Eintrag OW-/ terrestr. Invertebraten: Risiko Verkeimung
- Systemintern (OM) o. aktueller Eintrag (bauliche Mängel, Kurzschlüsse)
- Bekämpfungsstrategien: Mikrosiebung, Impulsspülung, bauliche Maßnahmen.

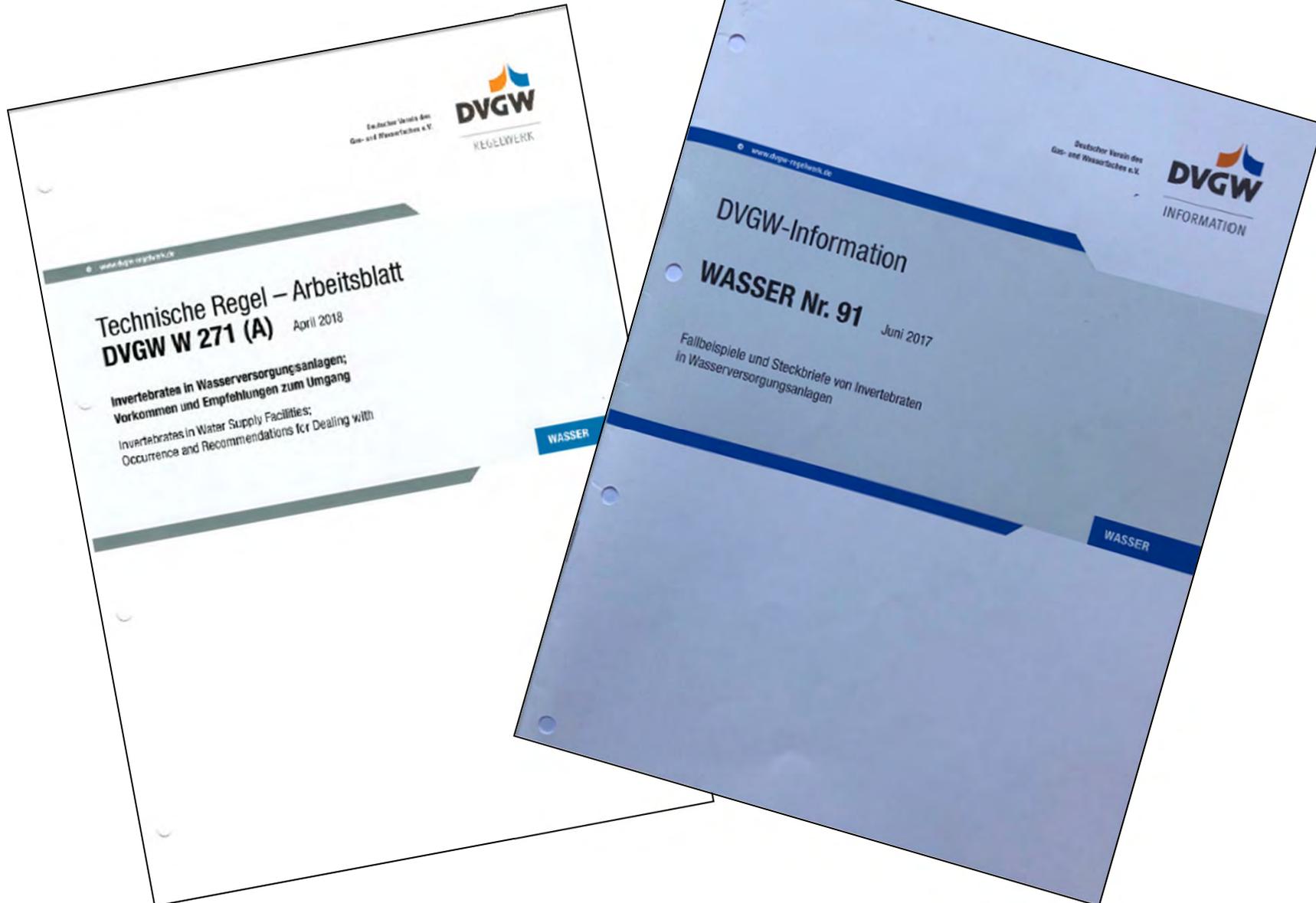
# W 271: Umsetzung in der betrieblichen Praxis



Hans Jürgen Hahn

Landauer Fachtreffen 2018, 14. Juni

## Das DVGW-Arbeitsblatt W271



## W 271: Risikomanagement

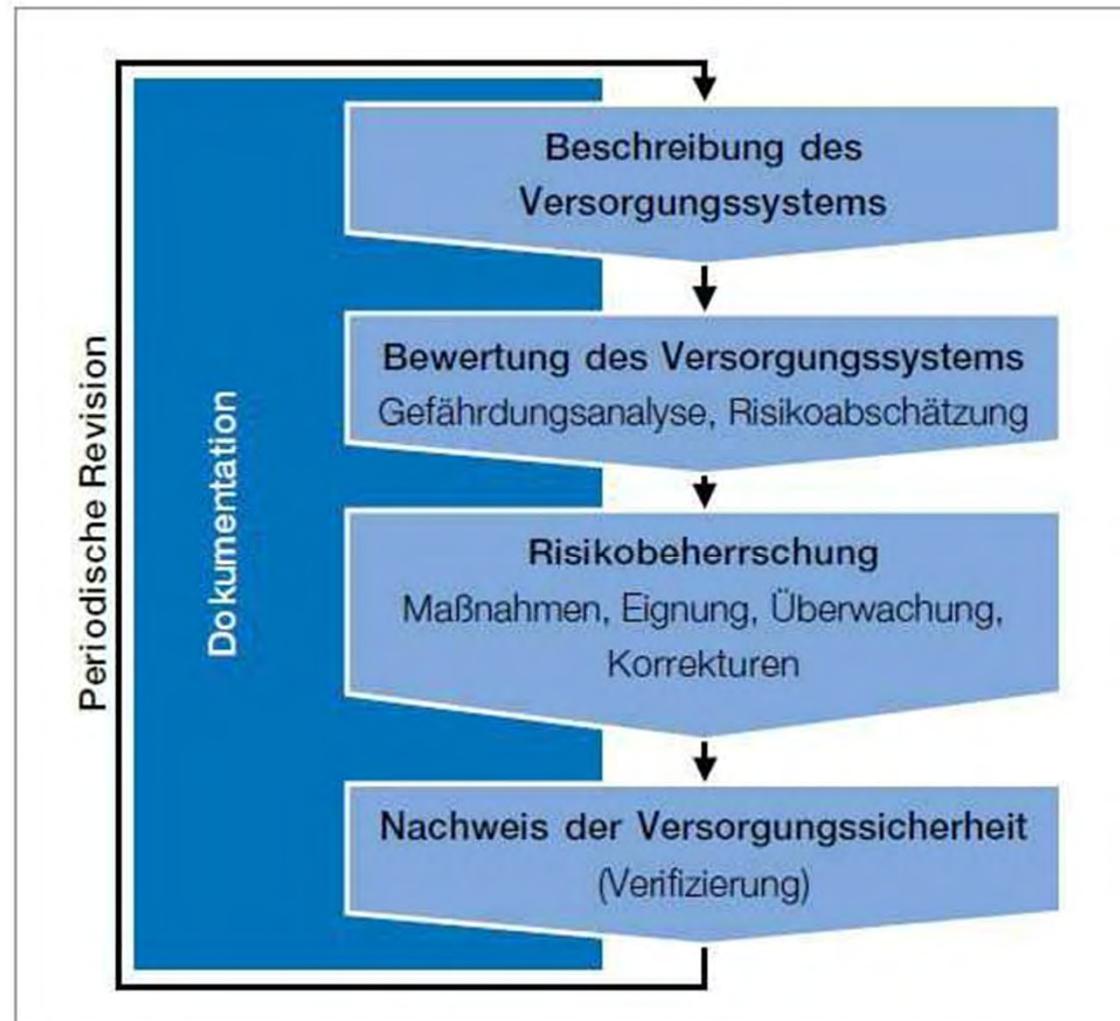
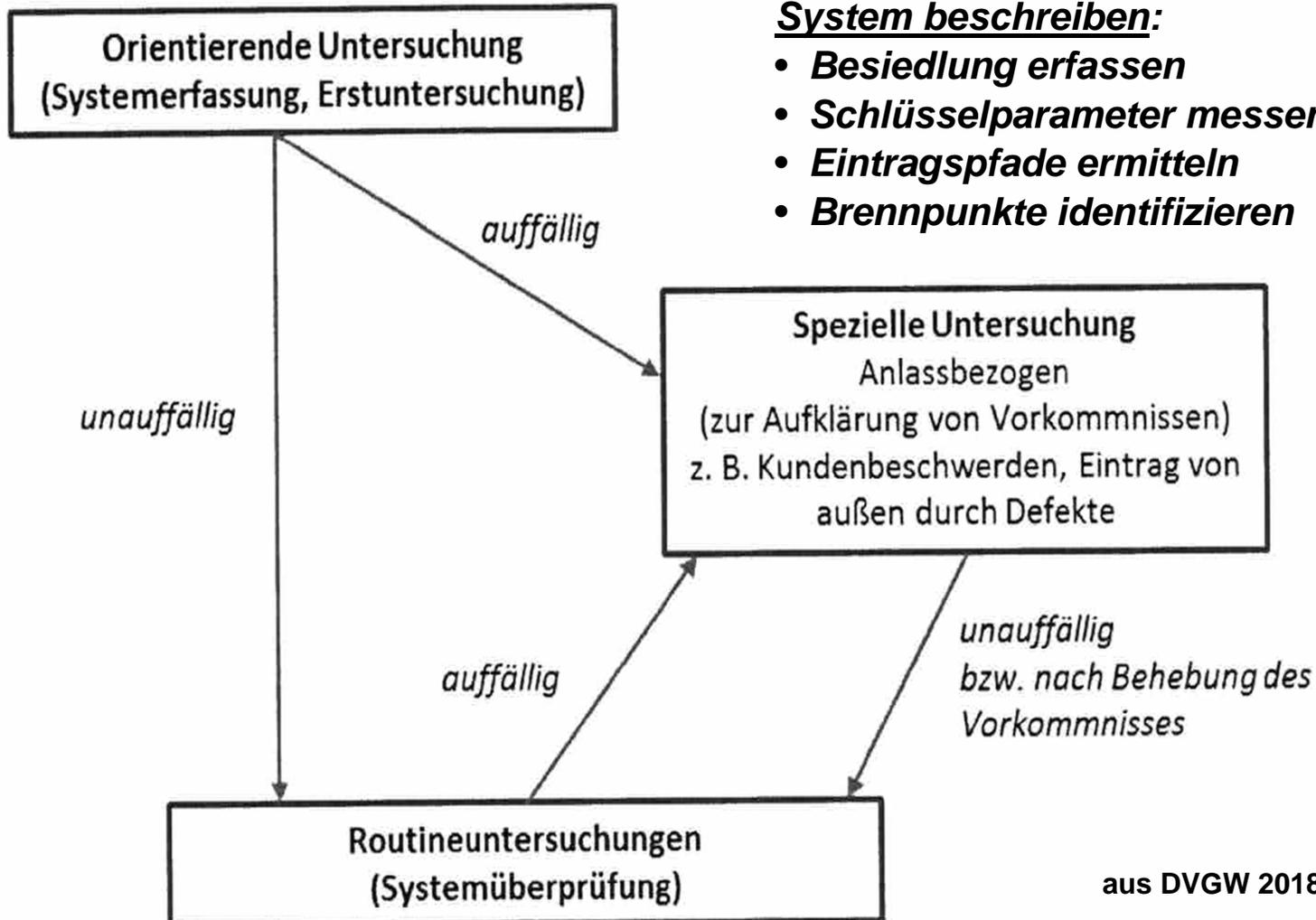


Abb. 1: Methode des Risikomanagements nach DVGW-Hinweis W 1001

## W 271: Untersuchungskonzept



### System beschreiben:

- **Besiedlung erfassen**
- **Schlüsselparameter messen**
- **Eintragspfade ermitteln**
- **Brennpunkte identifizieren**

aus DVGW 2018, verändert

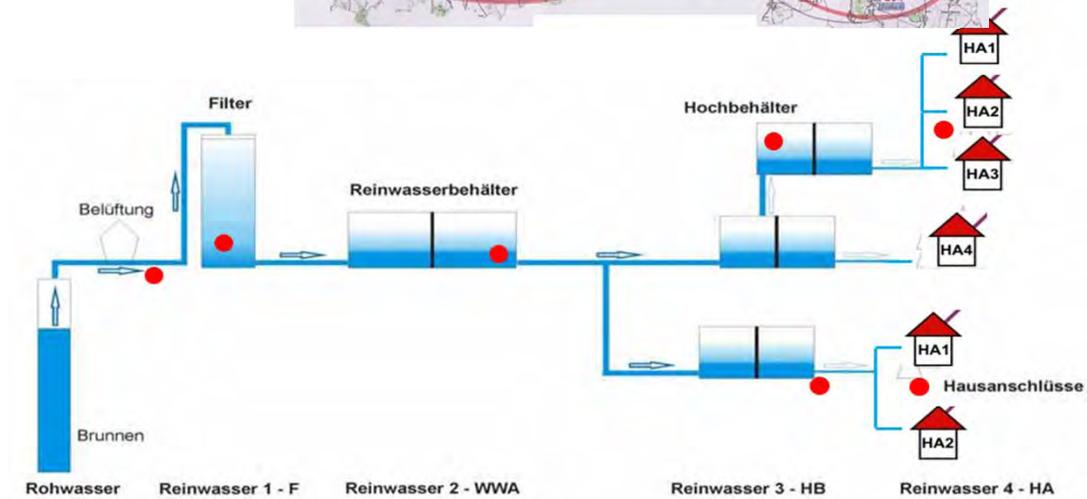
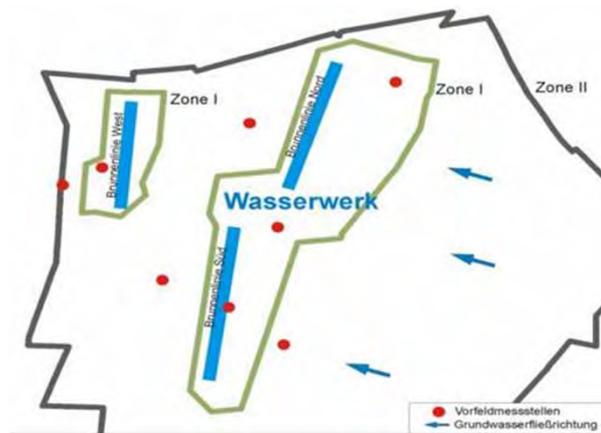
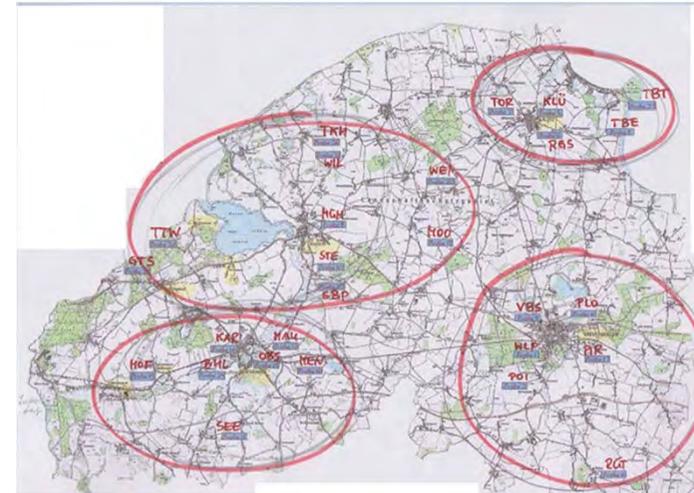
**EZG → Wassergewinnung → Wasseraufbereitung → Wasserverteilung**

## W 271: Wie fängt man's an?

Lt. Arbeitsblatt:

- Orientierende Untersuchung

*„Komplexe Angelegenheit!“*



**EZG → Wassergewinnung → Wasseraufbereitung → Wasserverteilung**

## *W 271: Wie fängt man's an?*

### **Meistens allerdings...**

- Anlassbezogene Untersuchung
- Teilgebietsbezogene Untersuchung
- Spezielle Untersuchungen
- Routineuntersuchungen

## W 271: Wie fängt man's an?

### Anlassbezogene Untersuchung



DIESE TIERE LEBEN UND STERBEN IN UNSEREN WASSERLEITUNGEN

### Asseln, der Feind in meinem Rohr

VON VERA LAUMANN 06.08.2009 - 00:24 UHR

Google-Anzeigen  
**Wasserasseln & Trinkwasser**  
Analysen, fachkundige Bewertung erfolgreiche Maßnahmen  
www.aqualytis.com

Haben Sie heute schon Assel-Kot getrunken oder damit geduscht? Klingt eklig, ist aber gut möglich. Denn in nahezu jedem Leitungsrohr leben die kleinen Krebstierchen, Asseln. Ihr Kot und ihre Kadaver werden mit dem Leitungswasser aus dem Hahn gespült. Zum Beispiel ins Wasserglas!

Haben Sie heute schon Assel-Kot getrunken oder damit geduscht? Klingt eklig, ist aber gut möglich. Denn in nahezu jedem Leitungsrohr leben die kleinen Krebstierchen, Asseln. Ihr Kot und ihre Kadaver werden mit dem Leitungswasser aus dem Hahn gespült. Zum Beispiel ins Wasserglas!

MEHR ZUM THEMA

**WASSERASSELN**  
Wasserasseln sind rund zwei Zentimeter lang.

1 von 5

In der Natur leben Wasserasseln (*Asellus aquaticus*) in stehenden und langsam fließenden Gewässern, doch sie fühlen sich auch in Leitungsrohren sehr wohl, denn die Bedingungen dort sind perfekt für sie.

#### Wie können Asseln in den Leitungen überleben?

Die kleinen Tiere sind robust, krallen sich innen an den Rohrleitungen fest, so dass sie nicht einmal durch Hochdruckspülungen beseitigt werden können. Sie ernähren sich von Bakterien und toten Artgenossen.



**ACHTUNG KRANKHEITEN! HILFREICHE TIPPS GEGEN RATTEN & CO.**

#### Sind Asseln für Menschen gefährlich?

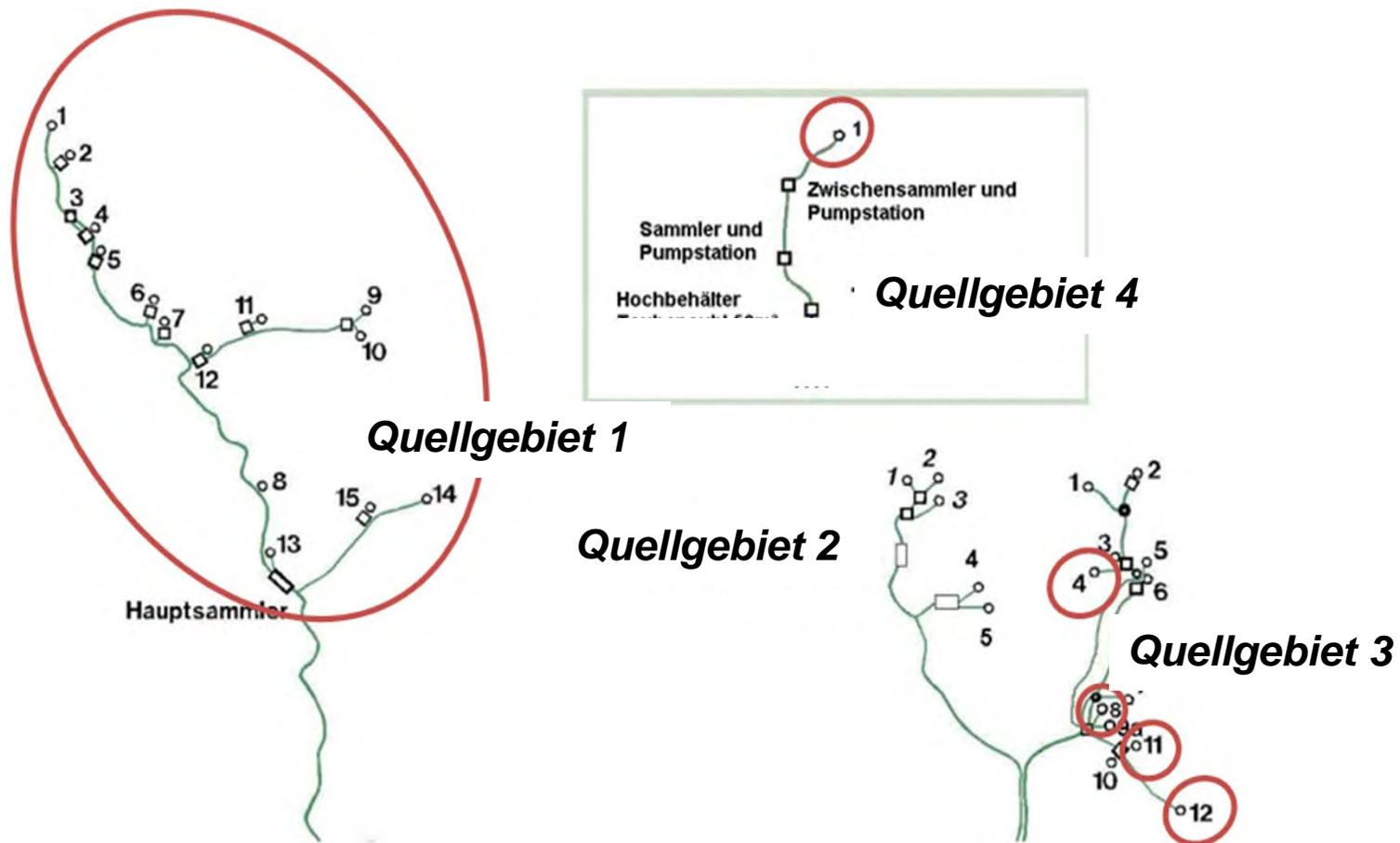
Dr. Günter Gunkel vom Institut für Technischen Umweltschutz der Technischen Universität Berlin: „Asseln stellen grundsätzlich keine Gesundheitsgefahr dar. Allerdings kann es zur Verkeimung des Trinkwassers kommen, wenn tote Asseln einige Tage vor dem Filter des Wasserhahns liegen.“

**ALTERNATIV HEILEN EGEL & MADEN SIND EKELHAFT UND GESUND**

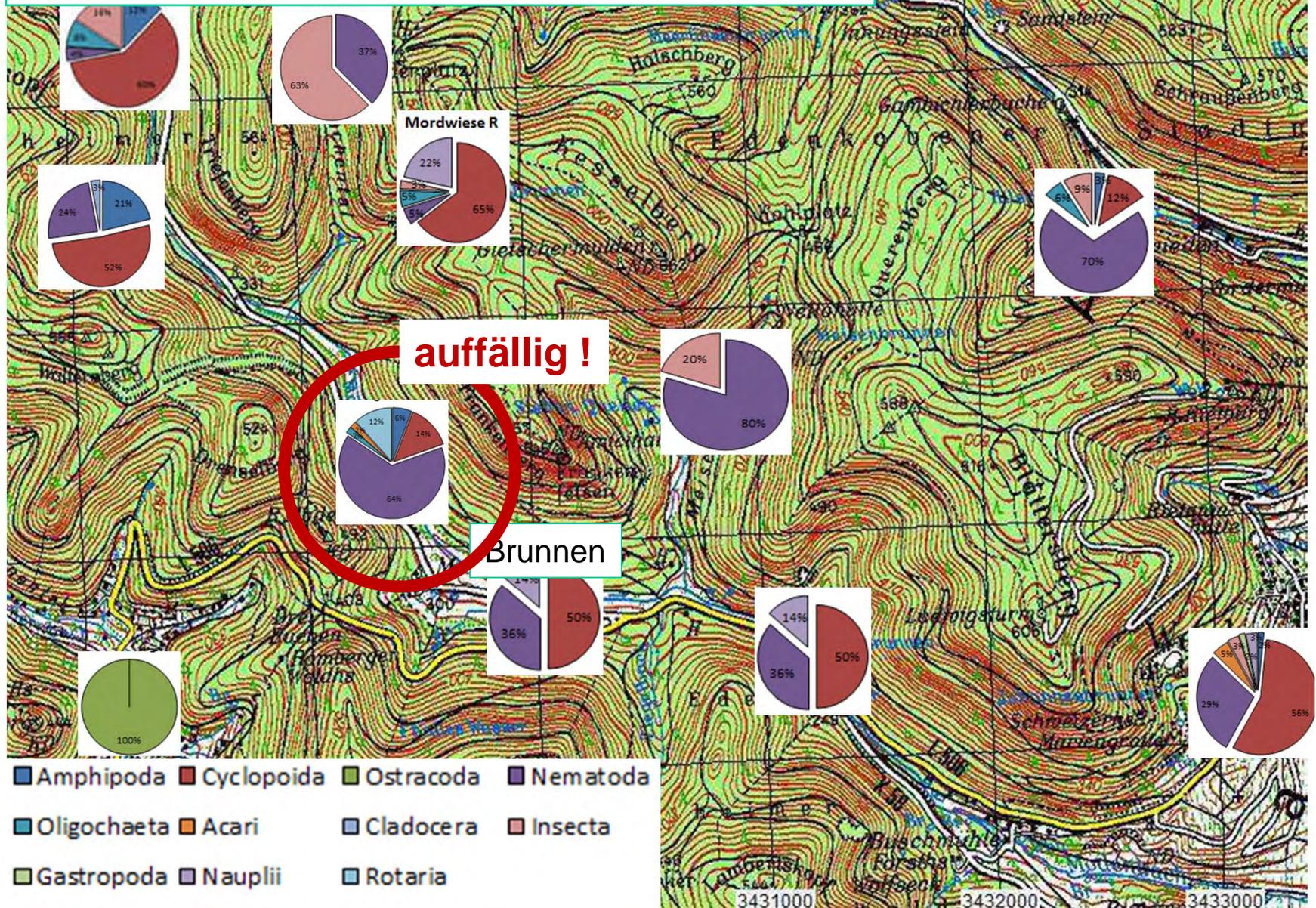
MIT DABEI IM UMLAUF

## W 271: Wie fängt man's an?

### Teilgebietsbezogene Untersuchung

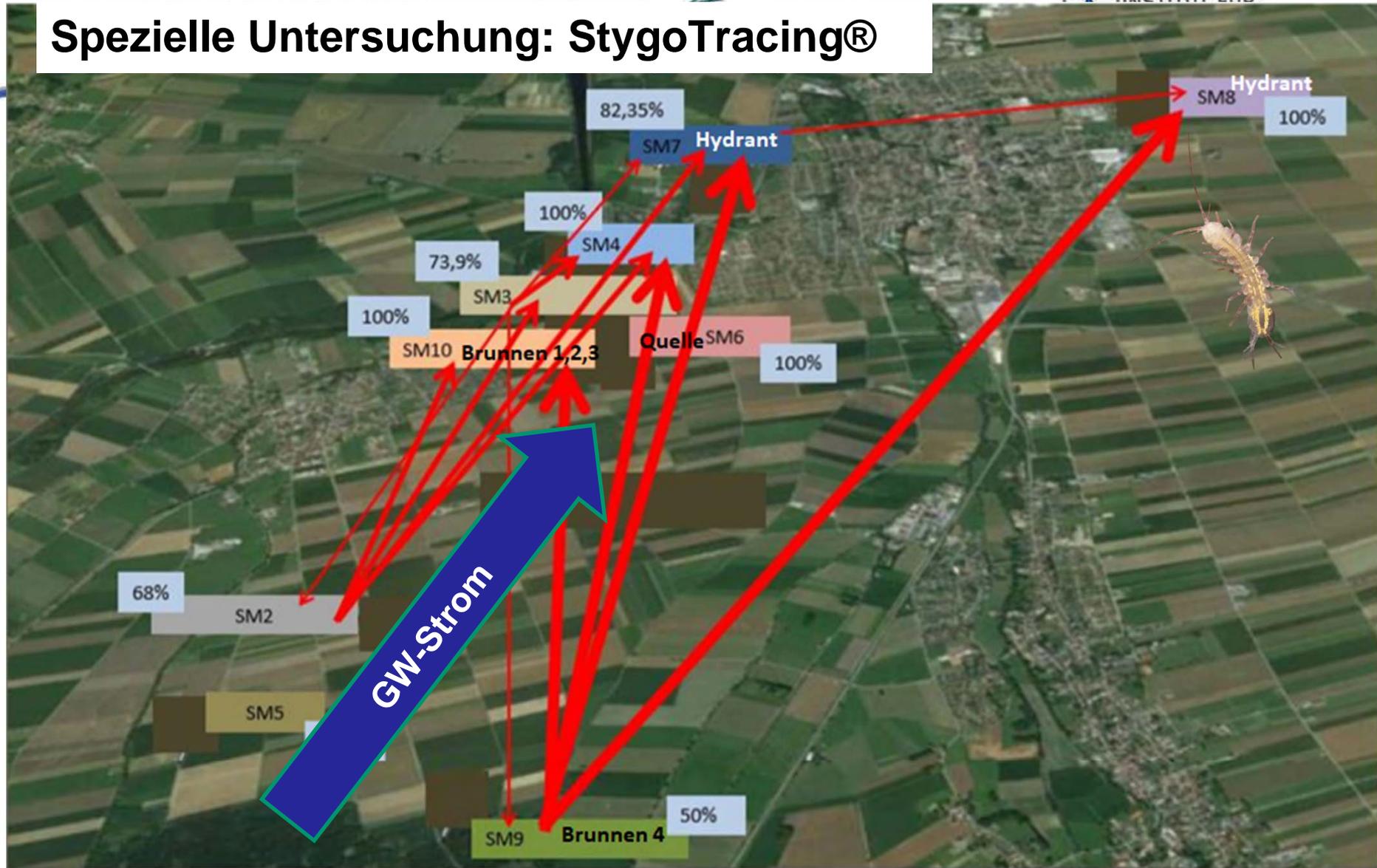


## Teilgebietsbezogene Untersuchungen





# Spezielle Untersuchung: StygoTracing®



↑ Intensität des genetischen Austauschs in %

→ bis 6%  
→ bis 9%

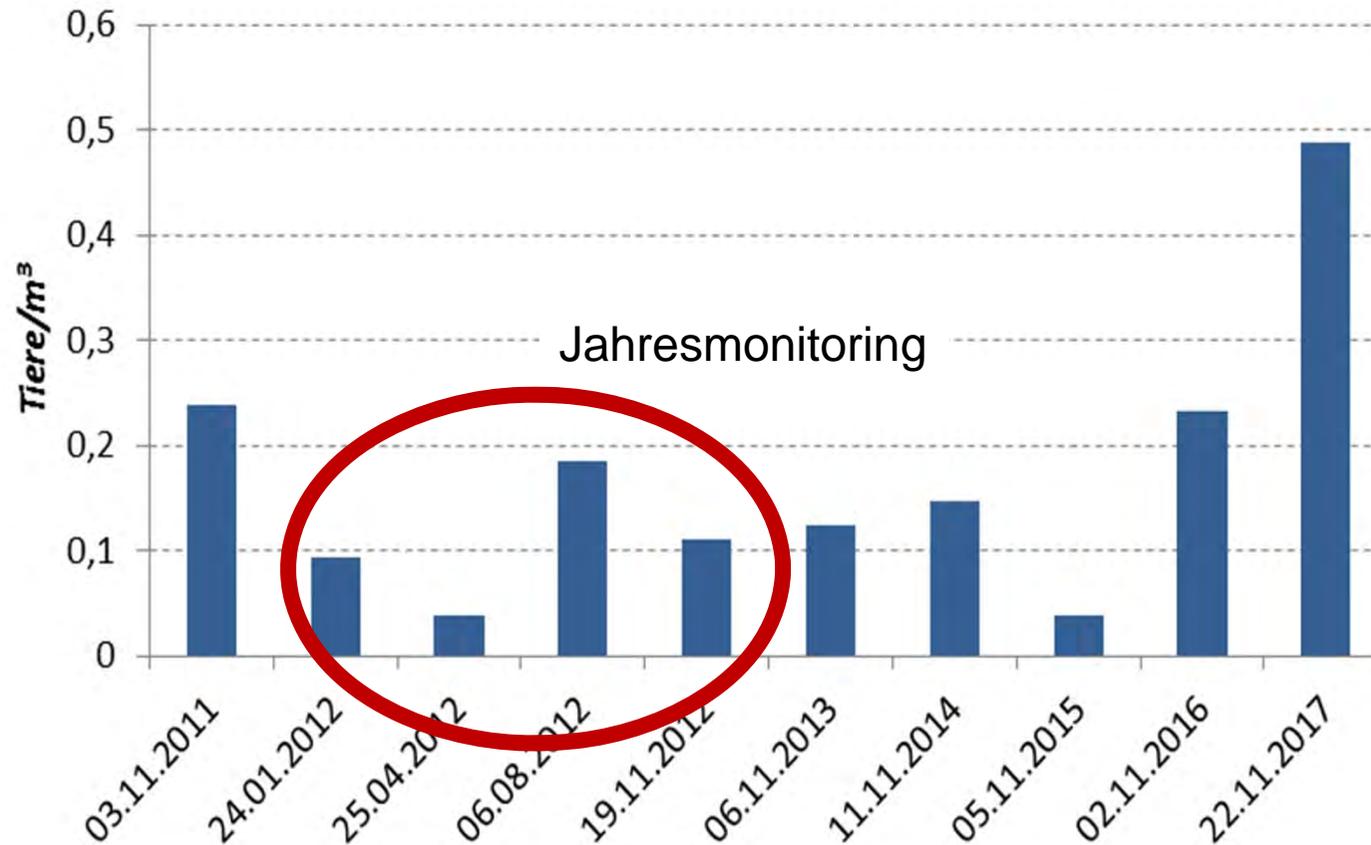
→ bis 12%  
→ 12,5%

StygoTracing®

## W 271: Wie fängt man's an?

### Routineuntersuchung

#### Mittlere, jährliche Tierdichten über 11 Standorte



## ***W 271: Umsetzung in der betrieblichen Praxis***

***„Komplexe Angelegenheit!“***

### **1.) Biologischer Rahmen- und Maßnahmenplan („BioPlan“)**

- Beschreibung Gewinnungsgebiete/Versorgungsanlagen
- Auswertung bestehender Daten (soweit vorhanden)
- Strukturierter Zeit-, Maßnahmen- und Kostenplan

### **2.) Viele Untersuchungen können im eigenen Hause geleistet werden**

- Probennahme
- Routineuntersuchungen

# ***Landauer Fachtreffen 2018***

## **Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung**

# Landauer Fachtreffen 2018

## Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

Lage der VG  
Bad Bergzabern

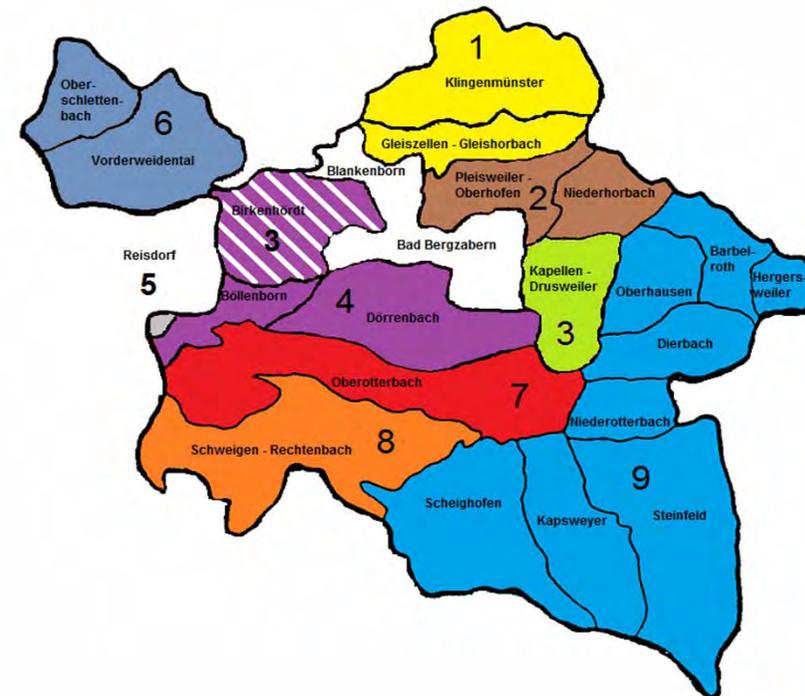


## Landauer Fachtreffen 2018

### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

#### VG-Werke Bad Bergzabern

- Eigenbetrieb mit Wasser- und Abwasserwerk, sowie Geschäftsführung für einen grenzüberschreitenden Zweckverband für Wasserversorgung
- Flächen-Verbandsgemeinde mit 21 Ortsgemeinden und 24.000 Einwohnern
- 9 eigenständige Versorgungsbereiche
- Wassergewinnung aus 35 Quellen und 9 Tiefbrunnen
- Alle Quellen liegen im Pfälzerwald (überwiegend Buntsandstein) und unterliegen saisonalen Schwankungen bezüglich der Quellschüttungen



## Landauer Fachtreffen 2018

### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

#### Ausgangssituation (1)

- Bisher nur klassisches Risikobewertungssystem vorhanden (Schwerpunkt liegt im technischen und finanziellen Bereich)
- 1974 bei Gründung der Verbandsgemeinde wurden Wasserversorgungsanlagen von den Ortsgemeinden übernommen; sehr oft keine Dokumentation vorhanden
- Wassergewinnungsgebiete zwar durch großflächige Schutzgebiete geschützt, jedoch im Regelfall keine Details zur Herkunft der Wässer (insbesondere bei Quellen) bekannt
- In den letzten Jahren mehrere Fälle von mikrobiologischen Belastungen einzelner Quellen in größeren Quellgebieten, die unlogisch erscheinen und bisher nicht erklärbar sind

## Landauer Fachtreffen 2018

### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

## Ausgangssituation (2)

Beispiel Wasserversorgungsgebiet 8

(Schweigen-Rechtenbach)

- Wassergewinnung aus 6 Quellen
- Wasserschutzgebiet sehr groß, gut geschützte Lage der Quellen
- Bisherige Risikobewertung

Wasserschutzgebiet Versorgungsgebiet	Zulassungs beginn	Zulassungs ende	Lage des Schutzgebietes	Gefährdungsbeurteilung	betroffene Haushalte
Schweigen-Rechtenbach - Oberotterbach VSG 7 + VSG 8	18.07.2003	unbefristet	Mitten im Wald, keine Straßen oder Gebäude, keine landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet	Gefährdung unwahrscheinlich, nur durch Forstarbeiten	1069

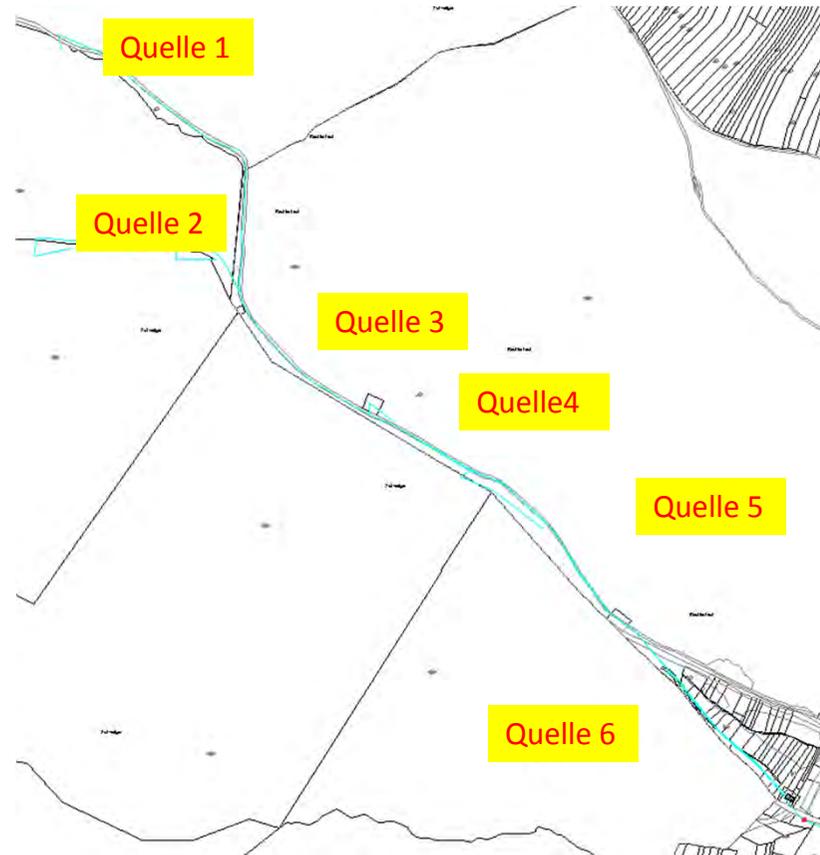
## Landauer Fachtreffen 2018

### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

## Ausgangssituation (3)

Beispiel Wasserversorgungsgebiet 8  
(Schweigen-Rechtenbach)

6 Quellen, die über 3 Leitungen das Rohwasser zur Aufbereitungsanlage zu führen  
Genaue Lage der Leitungen, und welche Quelle an welcher Leitung angeschlossen ist, war unbekannt (keine Pläne vorhanden).



## Landauer Fachtreffen 2018

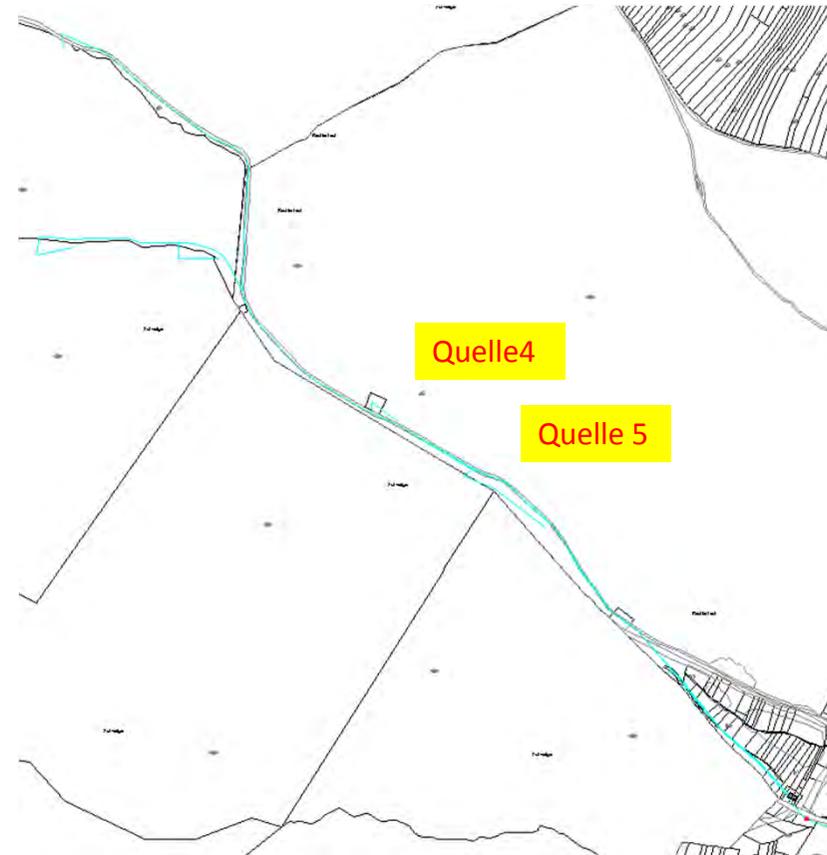
### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

#### Ausgangssituation (4)

Beispiel Wasserversorgungsgebiet 8  
(Schweigen-Rechtenbach)

Problem: Keimbelastung einer Quelle  
Im konkreten Fall die Quelle 4, die sehr nahe  
an der Quelle 5 liegt. Die Quelle 5 hatte jedoch  
trotz der räumlichen Nähe keine Belastung.

Ursprüngliche Annahme: identisches Quellwasser



## Landauer Fachtreffen 2018

### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

## Vorgehensweise/Erkenntnisse (1)

Beispiel Wasserversorgungsgebiet 8  
(Schweigen-Rechtenbach)

- Feststellung der Quellwasserleitungsverläufe
- Zuordnung der verschiedenen Quellen zu den Leitungen



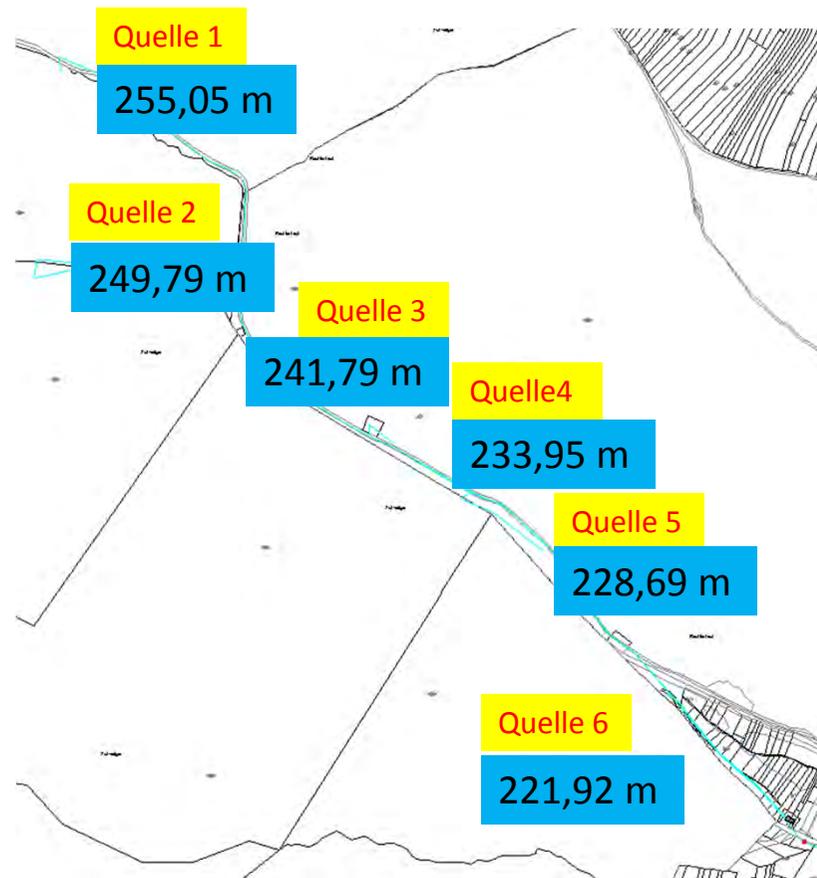
## Landauer Fachtreffen 2018

### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

## Vorgehensweise/Erkenntnisse (2)

Beispiel Wasserversorgungsgebiet 8  
(Schweigen-Rechtenbach)

- Probennahme und Untersuchung des Quellwassers durch die Uni Landau
- Genaue Höhenfeststellung durch die VG-Werke



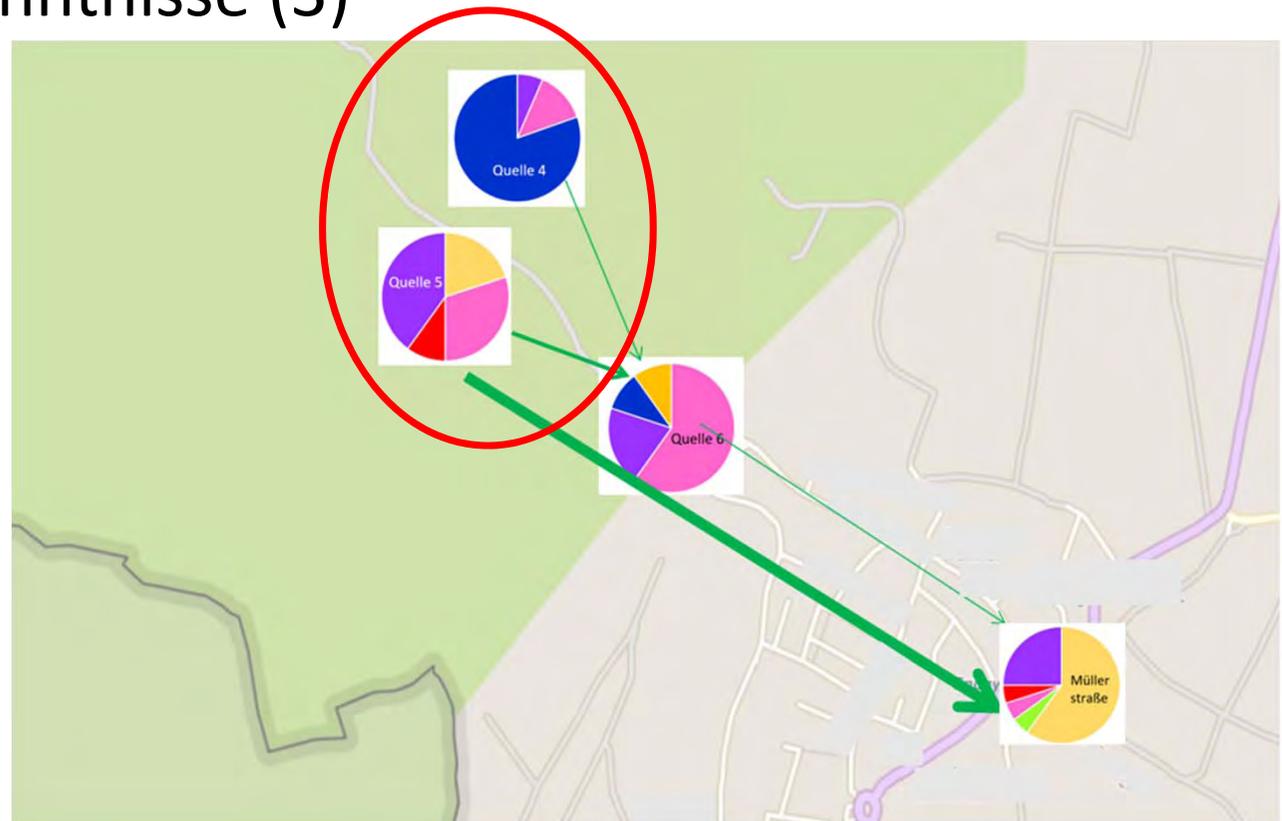
## Landauer Fachtreffen 2018

### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

### Vorgehensweise/Erkenntnisse (3)

#### Wichtiges Ergebnis:

Trotz der räumlichen Nähe zwischen Quelle 4 + 5 handelt es sich um verschiedene Wässer.



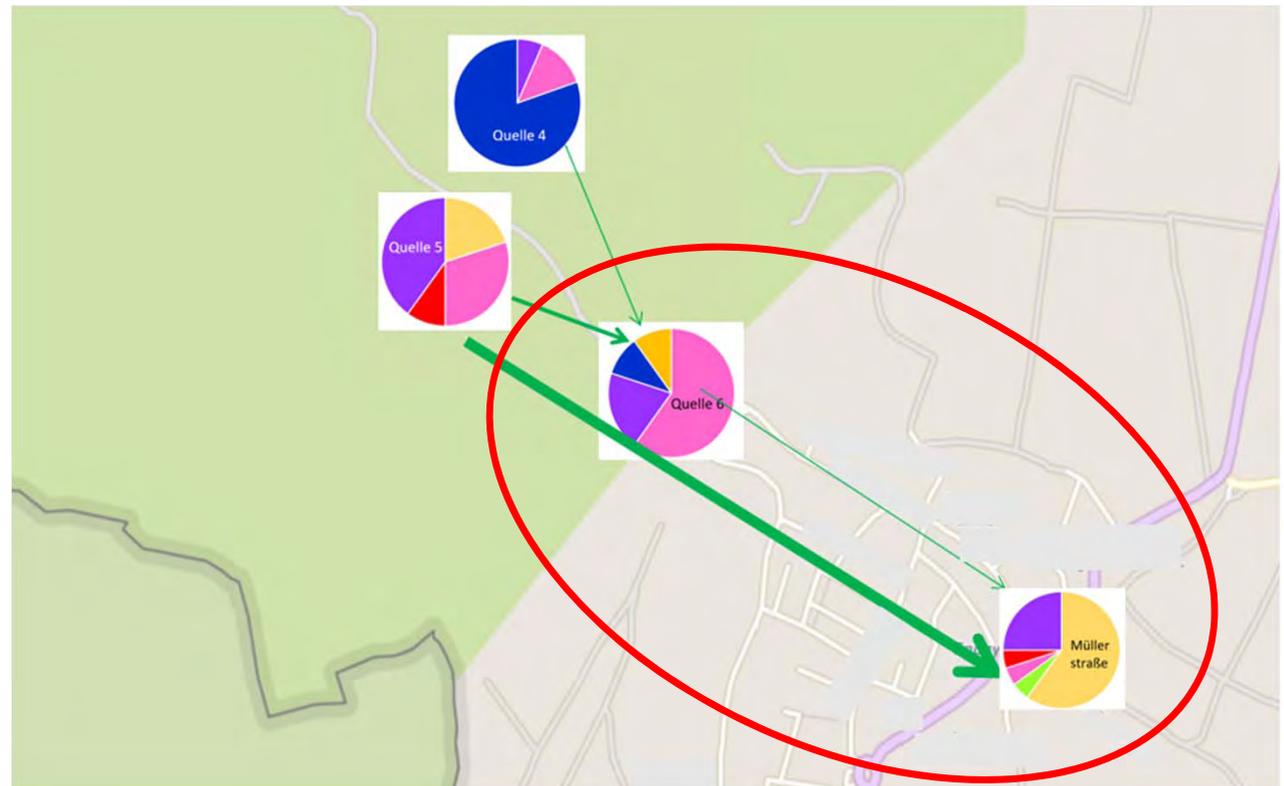
## Landauer Fachtreffen 2018

### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

#### Vorgehensweise/Erkenntnisse (4)

##### Weiteres Ergebnis:

Auch im Ortsnetz finden sich die Tiere in sehr unterschiedlichen Konzentrationen wieder.



## Landauer Fachtreffen 2018

### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

## Weitere Anwendungsmöglichkeiten

Kalibrierung/Ergänzung von klassischen Rohrnetzrechnungen

Wie: Probennahme während Sommermonate in Stagnationsbereichen

Folge: Anpassung der vorhandenen Spülpläne (Berücksichtigung Klimawandel)

## Landauer Fachtreffen 2018

### Erste Erfahrungen mit der ökologischen Risikobewertung in der Wasserversorgung

#### Fazit

- In Abhängigkeit von der Art der Wassergewinnung und der Struktur eines Wasserversorgungsunternehmens kann die ökologische Bewertung eine interessante Methode zur Ergänzung der klassischen Risikobewertung sein.
- Es ergeben sich zwangsläufig eine Vielzahl von Zusatzinformationen, die eine sichere und wirtschaftliche Betriebsführung langfristig erleichtern.
- Die Arbeiten stehen erst am Anfang und es ist zu früh, um alle möglichen Anwendungsbereiche zu identifizieren und zu bewerten.

# W 271 und TrinkwV: Weiterbildungs- und Dienstleistungsangebote



Hans Jürgen Hahn

Landauer Fachtreffen 2018, 14. Juni



**INSTITUT FÜR  
GRUNDWASSER  
ÖKOLOGIE GMBH**

INSTITUTE FOR GROUNDWATER ECOLOGY



[HOME](#)

[UNTERNEHMEN](#)

[FACHBEREICHE -](#)

[STYGO TRACING](#)

[KOLMATION UND KOLMAMETER](#)

[FORSCHUNG](#)

[LITERATUR](#)

[AKTUELLES](#)

[TERMINE](#)

[KONTAKT](#)



**WASSERVERSOR-  
GUNG**



**HYDROLOGIE**



**WASSERWIRT-  
SCHAFT**



**NATURSCHUTZ**

## ***Weiterbildungs- und Dienstleistungsangebote***

### **Weiterbildung**

- Landauer Fachtreffen
- Kurse W 1 – W4: „Grundwasserökologe/in in der Wasserversorgung (Univ.)“
- Tagungen (z. B. „Neue Biol. Verfahren“, 19. – 21.03.2019)

### **Dienstleistungen**

- Invertebratenmanagement: Monitoring & Überwachung (W 271)
  - Risikobewertung
  - Quellen – Naturschutzfachliche Beratung
- Biol. Rahmen- und Maßnahmenplan („BioPlan“)

### **Auftragsforschung & Verfahrensentwicklung**

## ***Biologischer Rahmen- und Maßnahmenplan („BioPlan“)***

**Ziel: Entwicklung eines mittel- bis langfristigen Konzeptes zur Einführung und Umsetzung der biologischen Überwachung**

### **Umsetzung**

- Beschreibung Gewinnungsgebiete/Versorgungsanlagen
- Auswertung bestehender Daten (soweit vorhanden)
- Strukturierter Zeit-, Maßnahmen- und Kostenplan

## Methoden der biol. GW- und TW-Überwachung & -Bewertung

### Klassische Taxonomie



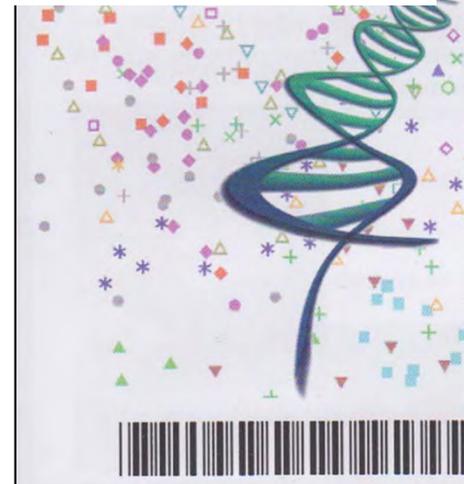
#### Indikation:

- OW-Eintrag
- Baul. Zustand d. Gewinn.-Anl.
- Organ. Material

### Genetik/StygoTracing®

#### Indikation:

- Herkunft des Wassers
- Eintragspfade & Herkunft der Tiere



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



# GroundCare

## Neue Konzepte zur Bewertung von Grundwasserökosystemen

*Christian Griebler*

*Institut für Grundwasserökologie*

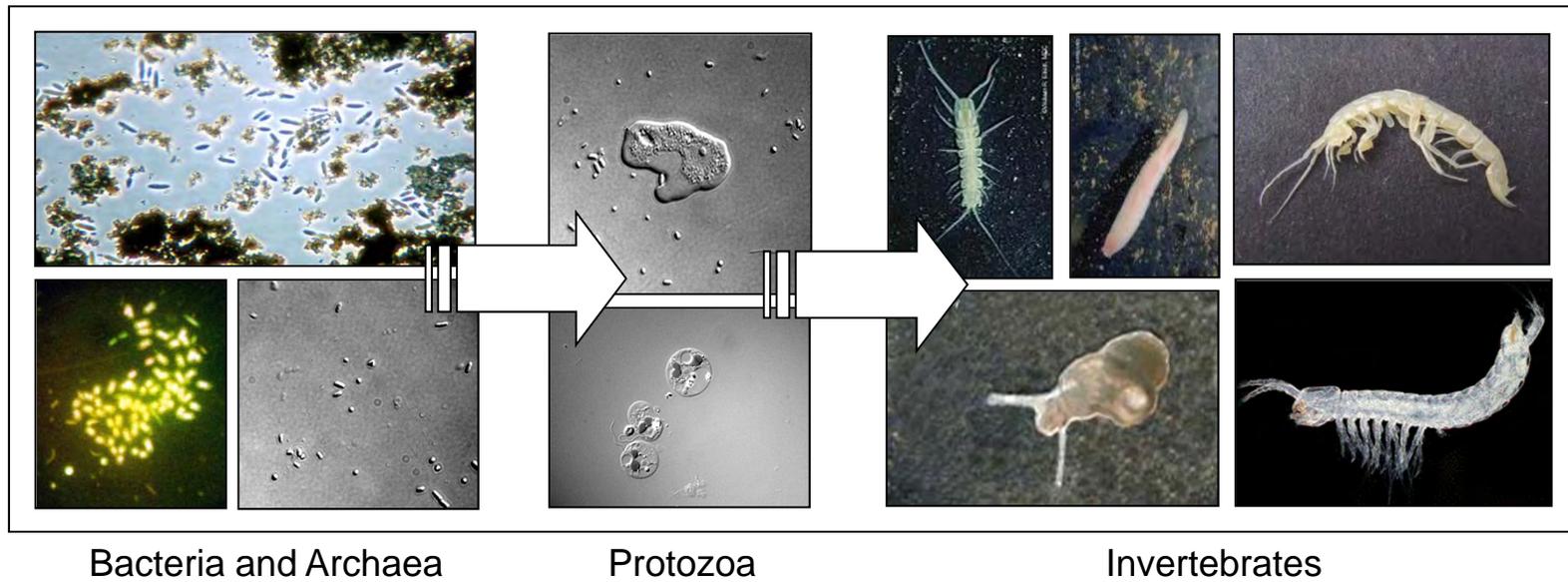


DES  
Department of  
Environmental Sciences



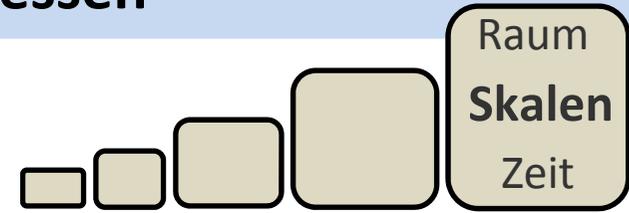
# Motivation

## Grundwasser ist Lebensraum





# Meine persönlichen Forschungsinteressen



Hoch-Energie vs. Niedrieg-Energie Systeme



Ökosystem-Status und Regularien



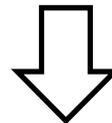
Grundwasser  
ökologie



Räumlich-zeitliche Dynamik durch Störungen



Organismische Interaktionen



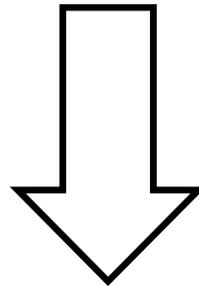
Diversität und biogeografische Verteilungsmuster





## Motivation

„Nur ein intaktes und gesundes Ökosystem stellt wichtige Funktionen und (Dienst)Leistungen bereit“

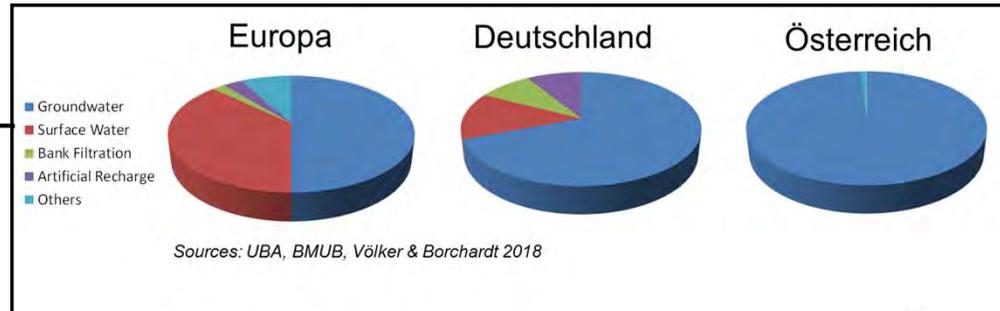
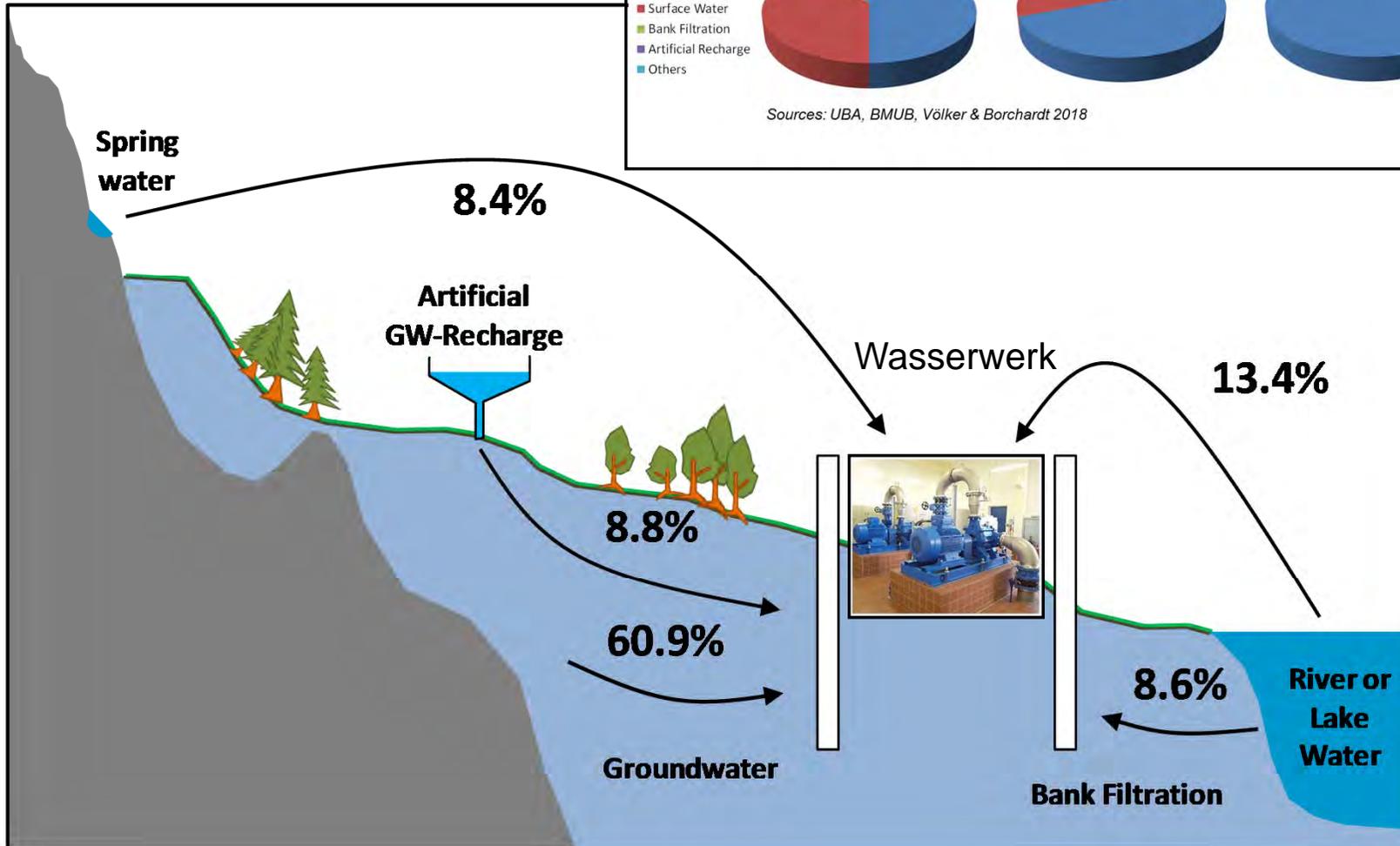


... konsequenterweise müssen Grundwasserökosysteme auch in ihren biologischen/ökologischen Eigenschaften bewertet und beobachtet werden



# Ökosystem(dienst)leistungen & Trinkwasser

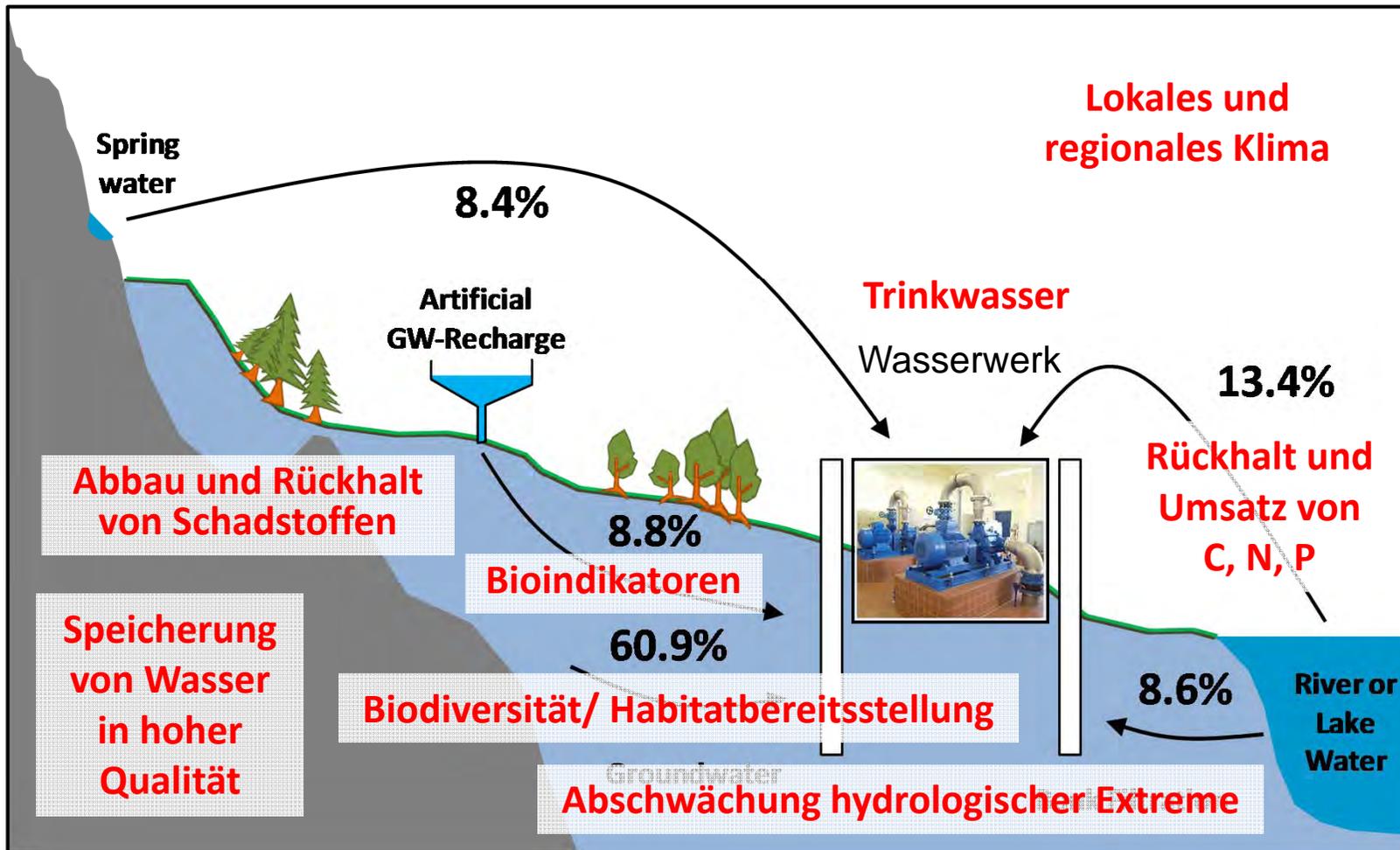
## Deutschland





# Ökosystem(dienst)leistungen & Trinkwasser

Deutschland





## Motivation

### Gleichbehandlung vor dem Gesetz

Ökologische Bewertung von Oberflächengewässern ist im nationalen und internationalen Wasserrecht (EU-WRRL) verankert

Makrozoobenthos



Makrophyten



Fische

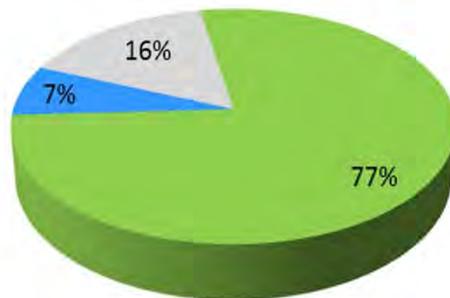


Phytoplankton



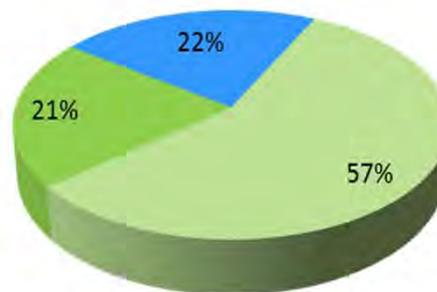
## On-line Meinungsumfrage - 2017

Können biol./ökologische Indikatoren wertvolle Informationen für die Bewertung der Grundwasserqualität liefern?



■ Ja ■ Nein ■ Keine Meinung dazu

Können Sie sich vorstellen, an einem Testprogramm zum biologischen Monitoring der Grundwasserqualität teilzunehmen?



■ Ja ■ Nein ■ Vielleicht\*

Anteil der Befragten, die an folgenden Institutionen arbeiten...

Bundesministerium/-behörde	1.2%
Oberste Landesbehörde	1.2%
Obere Landesbehörde	10.4%
Mittlere Landesbehörde	26.6%
Untere Landesbehörde	8.4%
Verbände/Arbeitskreise	1.5%
Umwelt-/ Naturschutzverein	0.0%
Wasserversorgungsunternehmen**	41.5%
Ingenieurbüro/ Planungsbüro	6.3%
Forschungseinrichtung	2.4%
Sonstiges	1.8%

\* vorausgesetzt, dass dafür notwendige Mittel zur Verfügung stehen

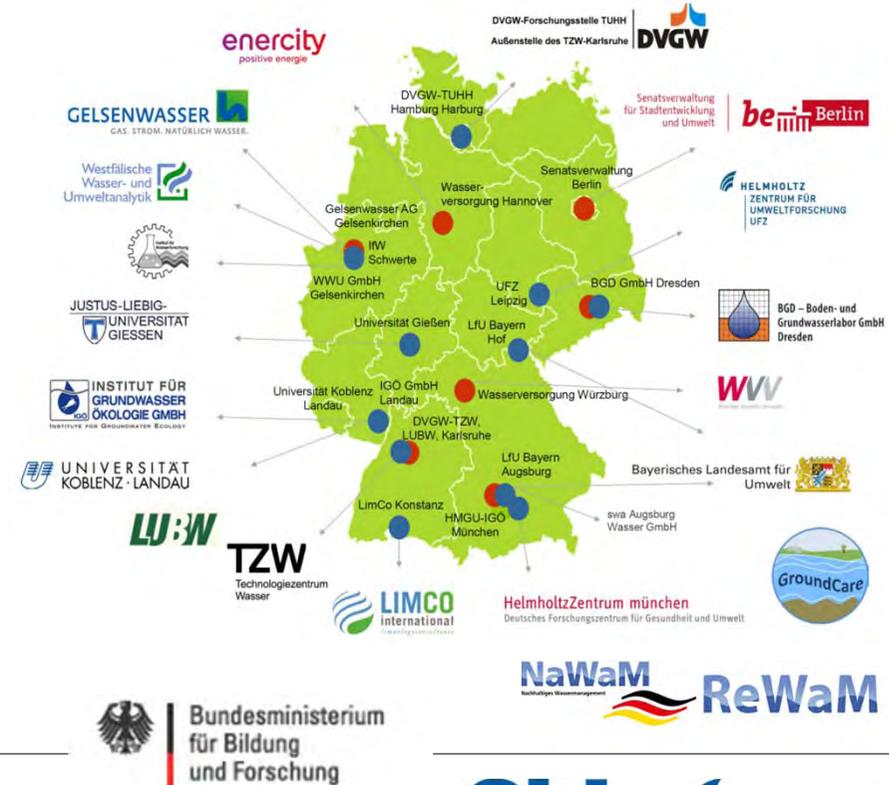
\*\* sowie Stadt- und Kommunalwerke



# GroundCare

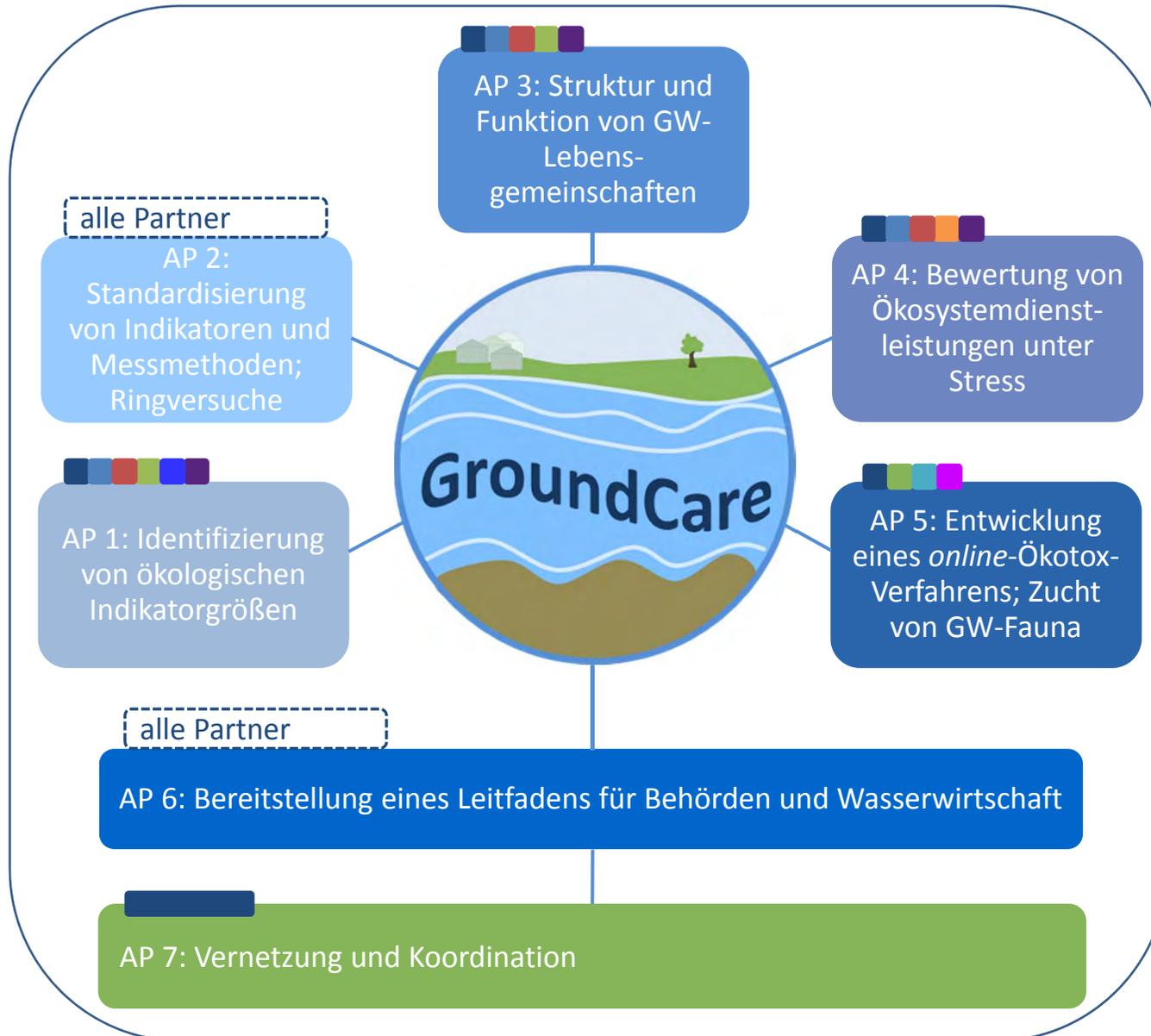
**HelmholtzZentrum münchen**  
German Research Center for Environmental Health

Parametrisierung und Quantifizierung von Grundwasser-Ökosystem(dienst)leistungen als Grundlage für eine nachhaltige Bewirtschaftung





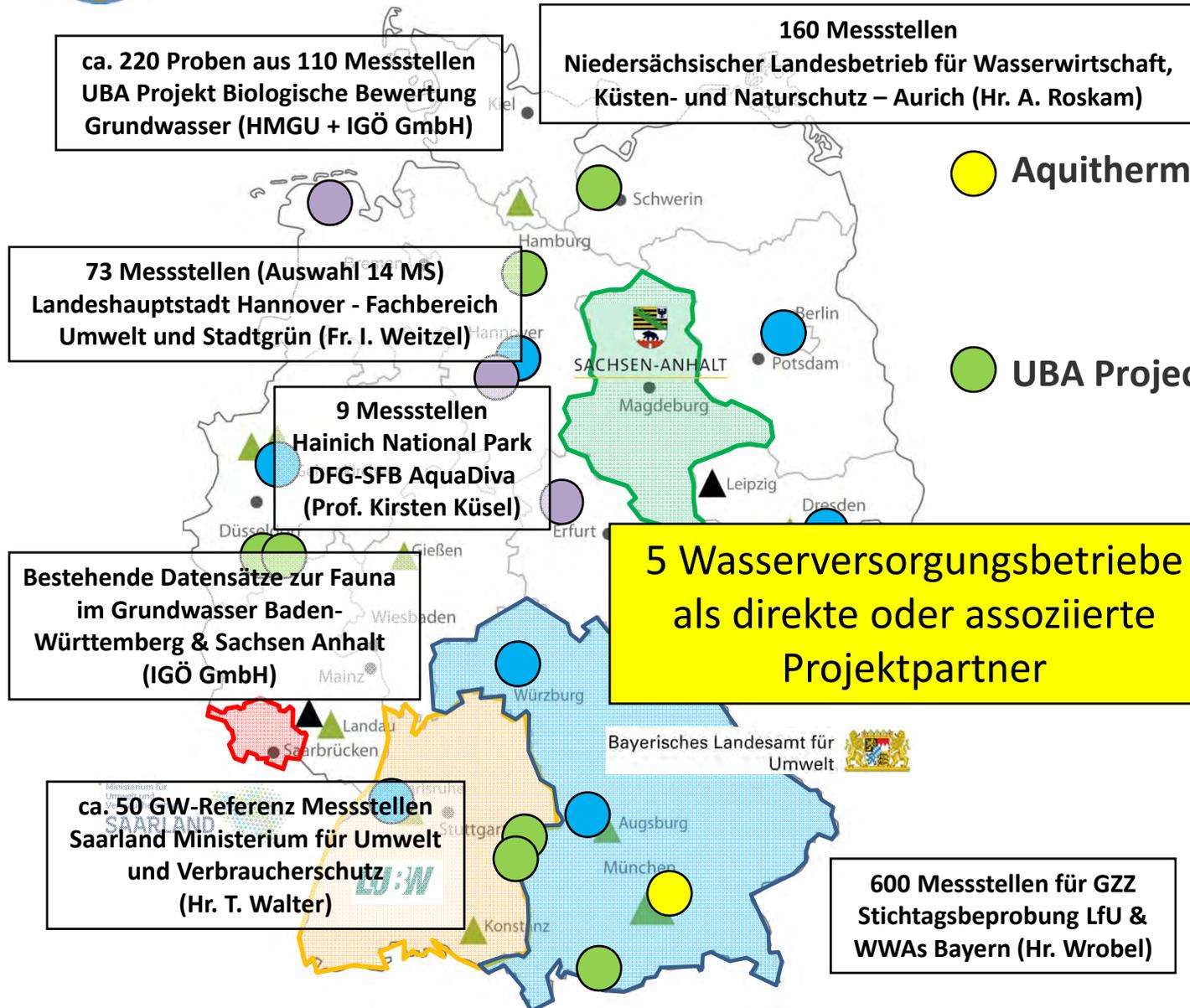
# GroundCare - Arbeitspakete und Projektpartner



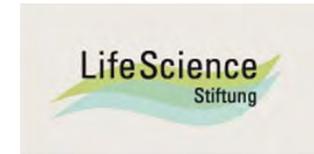
- Helmholtz Zentrum München
- DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW)
- DVGW-Forschungsstelle TU Hamburg-Harburg
- Institut für Grundwasserökologie IGÖ GmbH
- GELSENWASSER AG
- Justus-Liebig-Universität Gießen
- Bayerisches Landesamt für Umwelt
- BGD ECOSAX GmbH
- Limco International GmbH
- Westfälische Wasser- und Umweltanalytik GmbH



# Interaktion mit Wissenschaft, Praxis und Behörden



● Aquitherm Project (2005-2009)



● UBA Project (2007-2012)



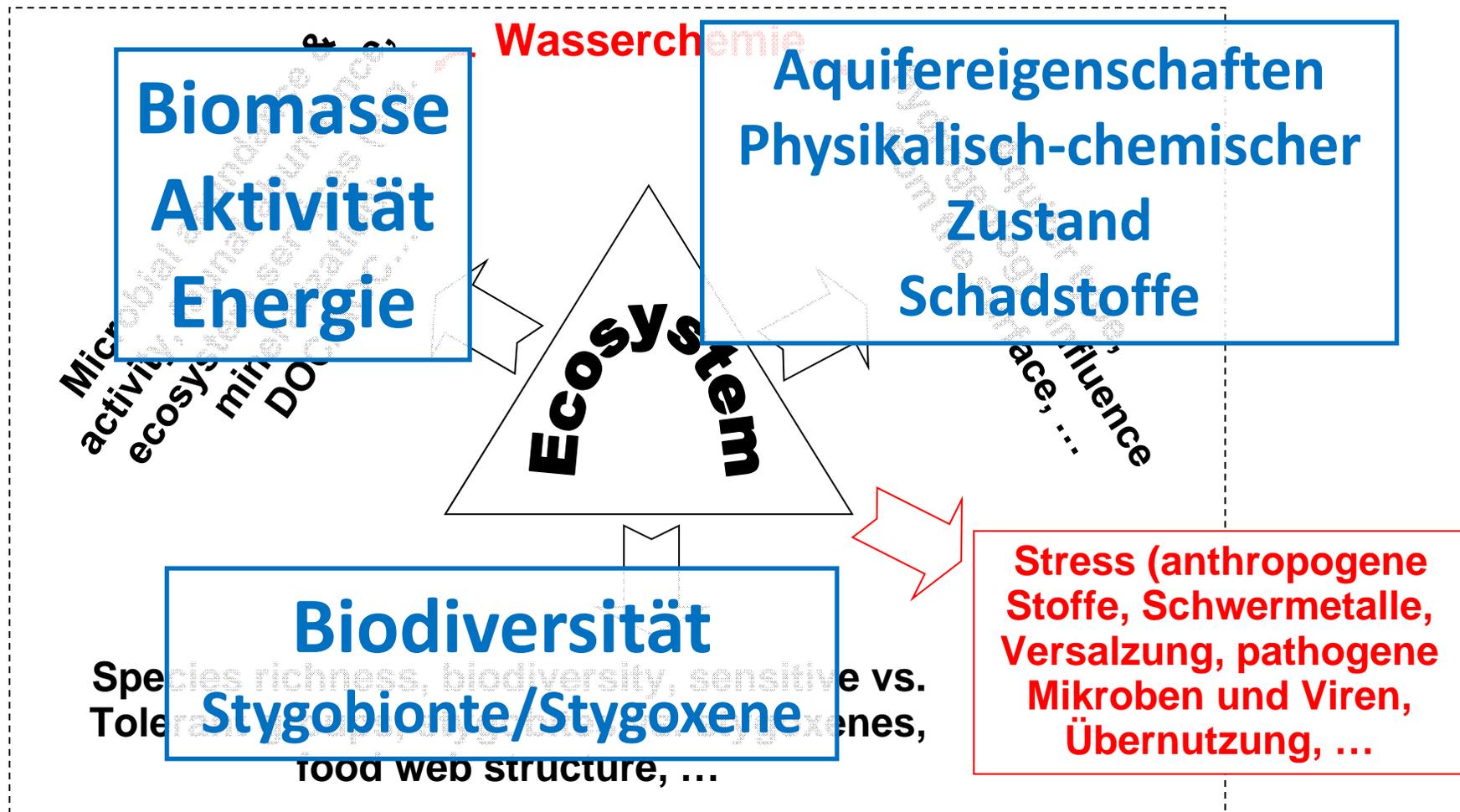
GroundCare





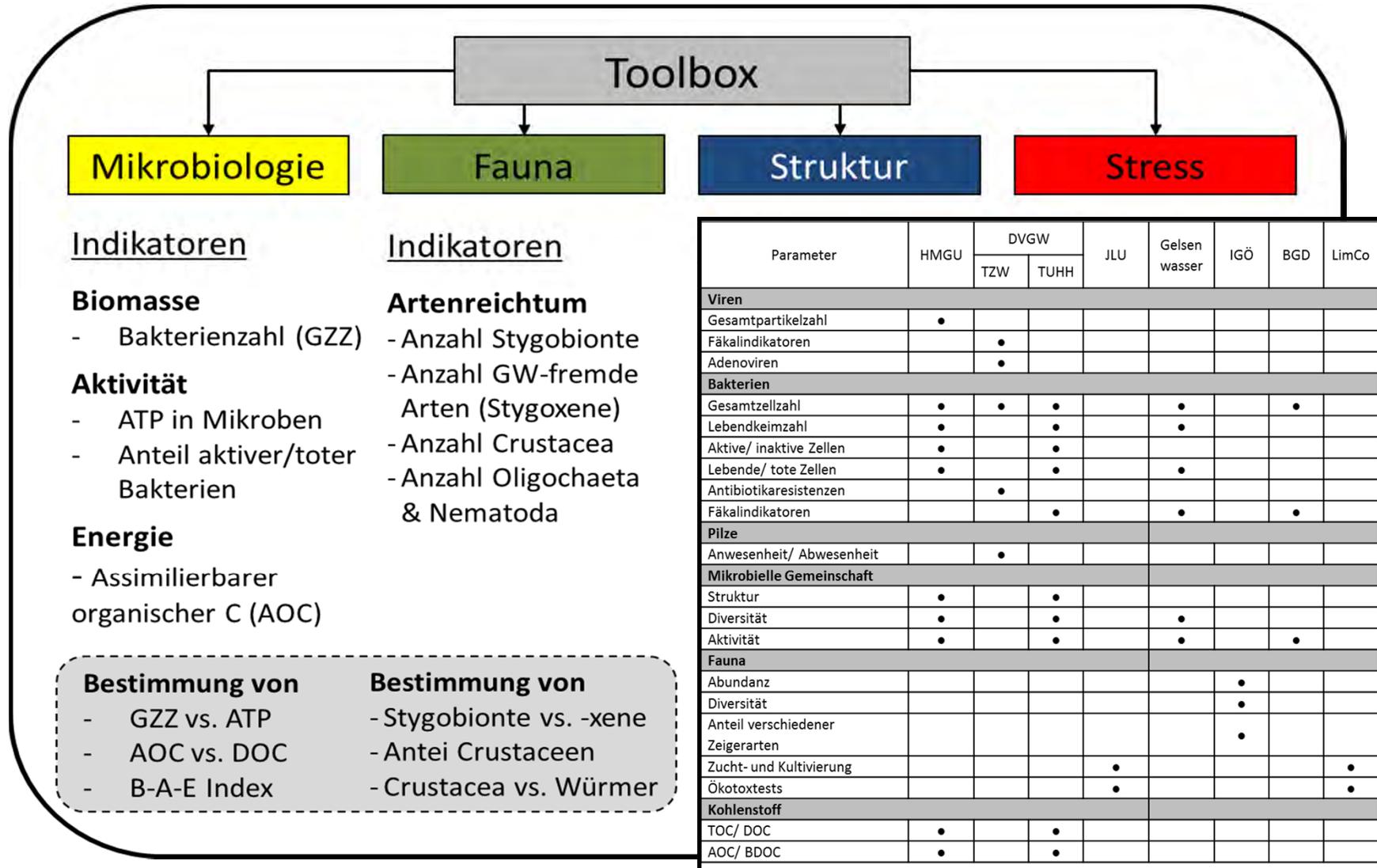
# Neue Konzepte zur Bewertung von GW-Ökosystemen

## Berücksichtigung aller Ökosystemebenen





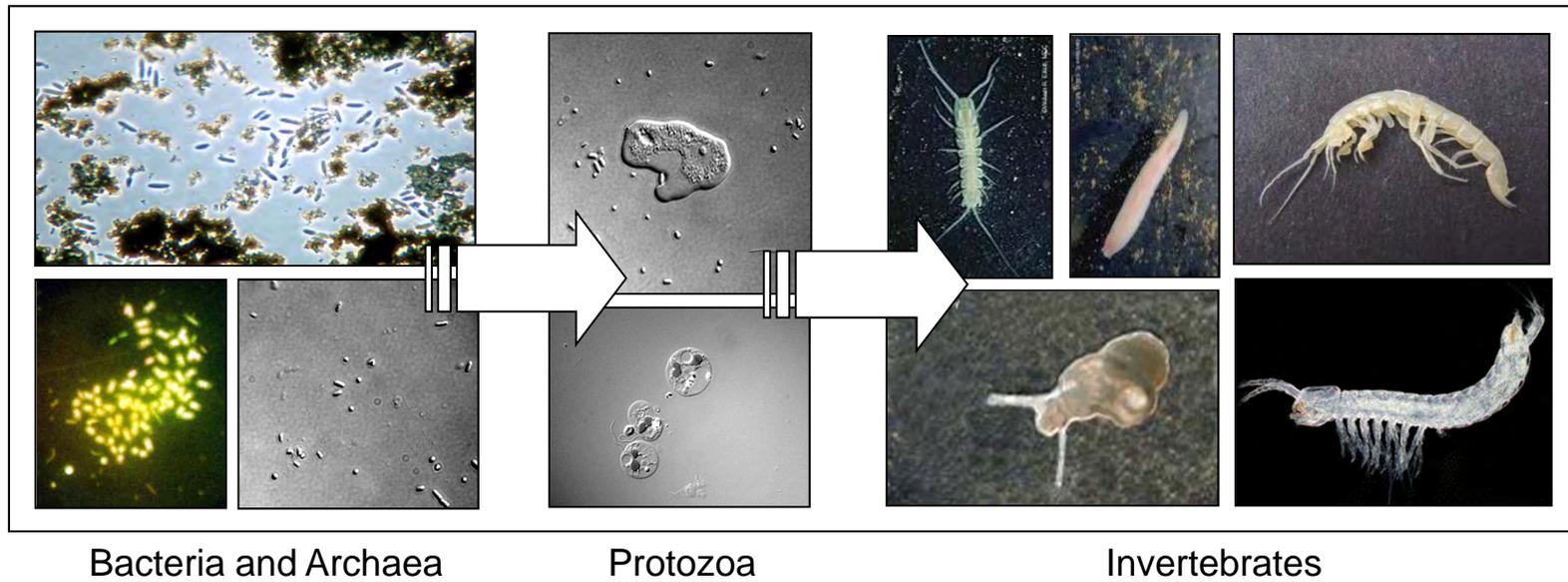
# Geeignete Indikatoren/Kriterien





## Geeignete Indikatoren/Kriterien

# Mikroorganismen & Fauna





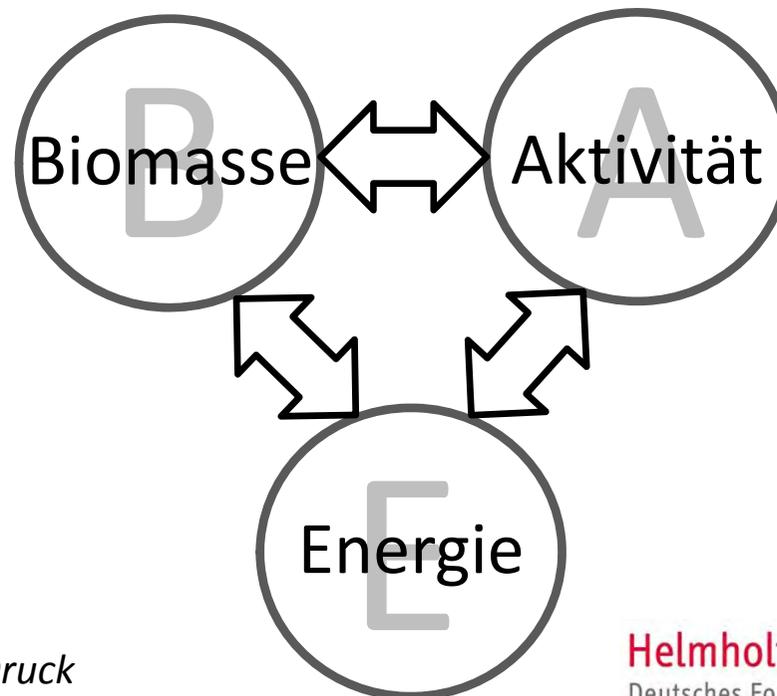


## Das B-A-E Konzept

### Mikrobiologischer Fingerabdruck von Grundwasserökosystemen

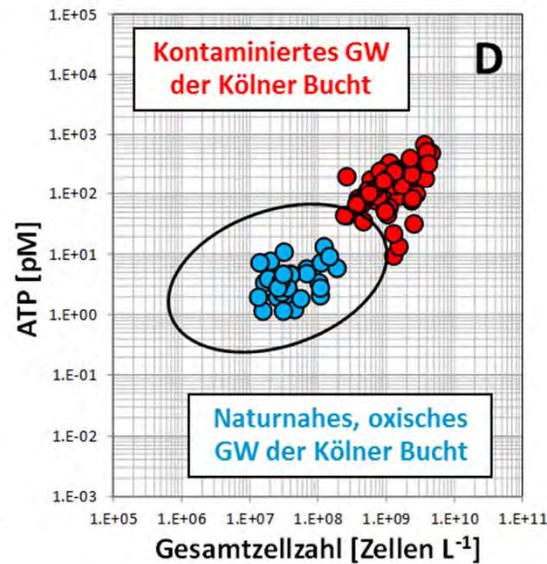
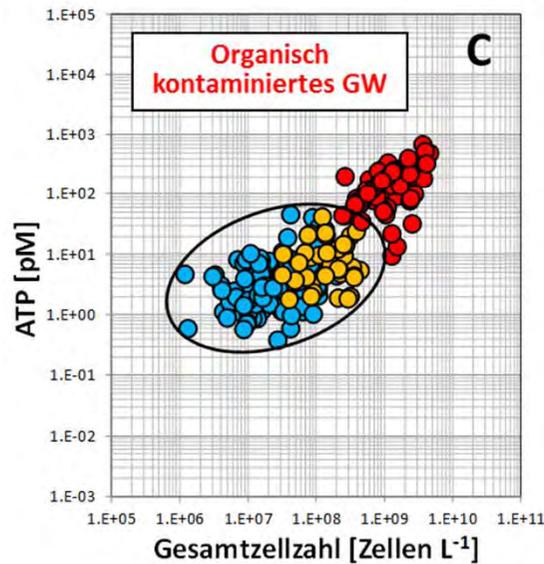
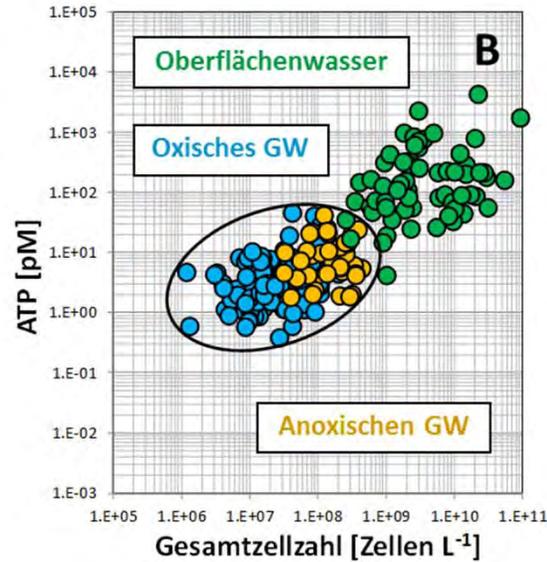
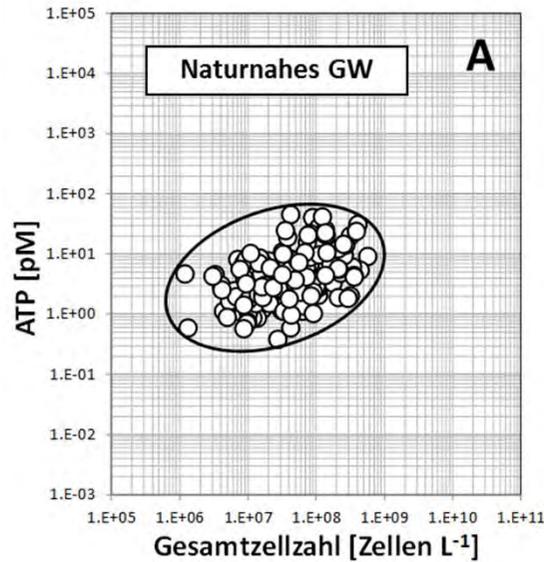
2-3 einfach zu messende Parameter werden betrachtet

- **BIOMASSE** → Gesamtzellzahl (TCC)
- **AKTIVITÄT** → zellinternes ATP
- **ENERGIE** → Assimilierbarer organischer Kohlenstoff (AOC, DOC)





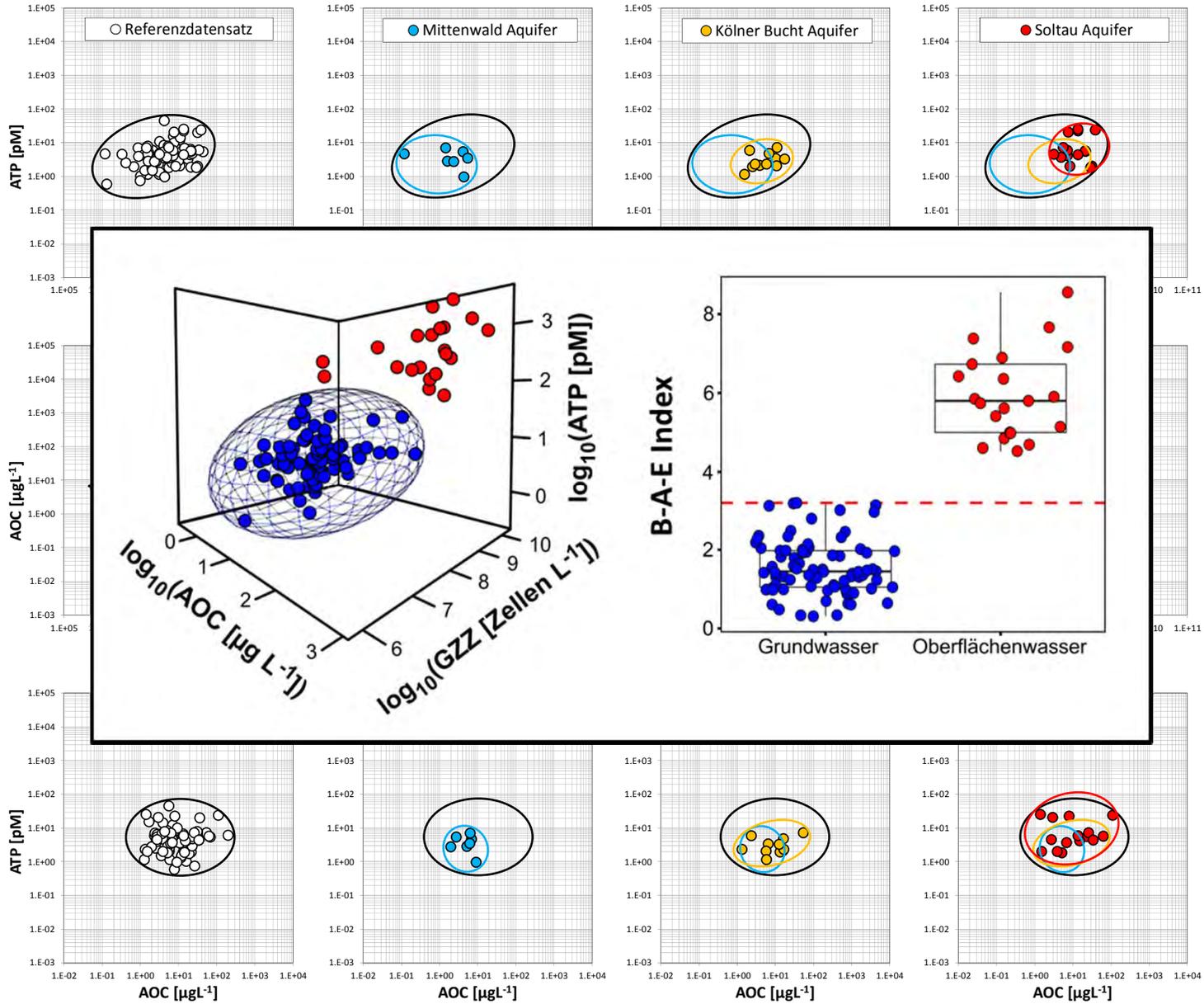
# Das B-A-E Konzept



Griebler et al., HyWa, in Druck



# Das B-A-E Konzept





# Anwendungsbeispiele

1. Oberflächenwassereinfluß - **Uferfiltration**
2. Organische Belastung - Altlasten
3. **Landnutzung**



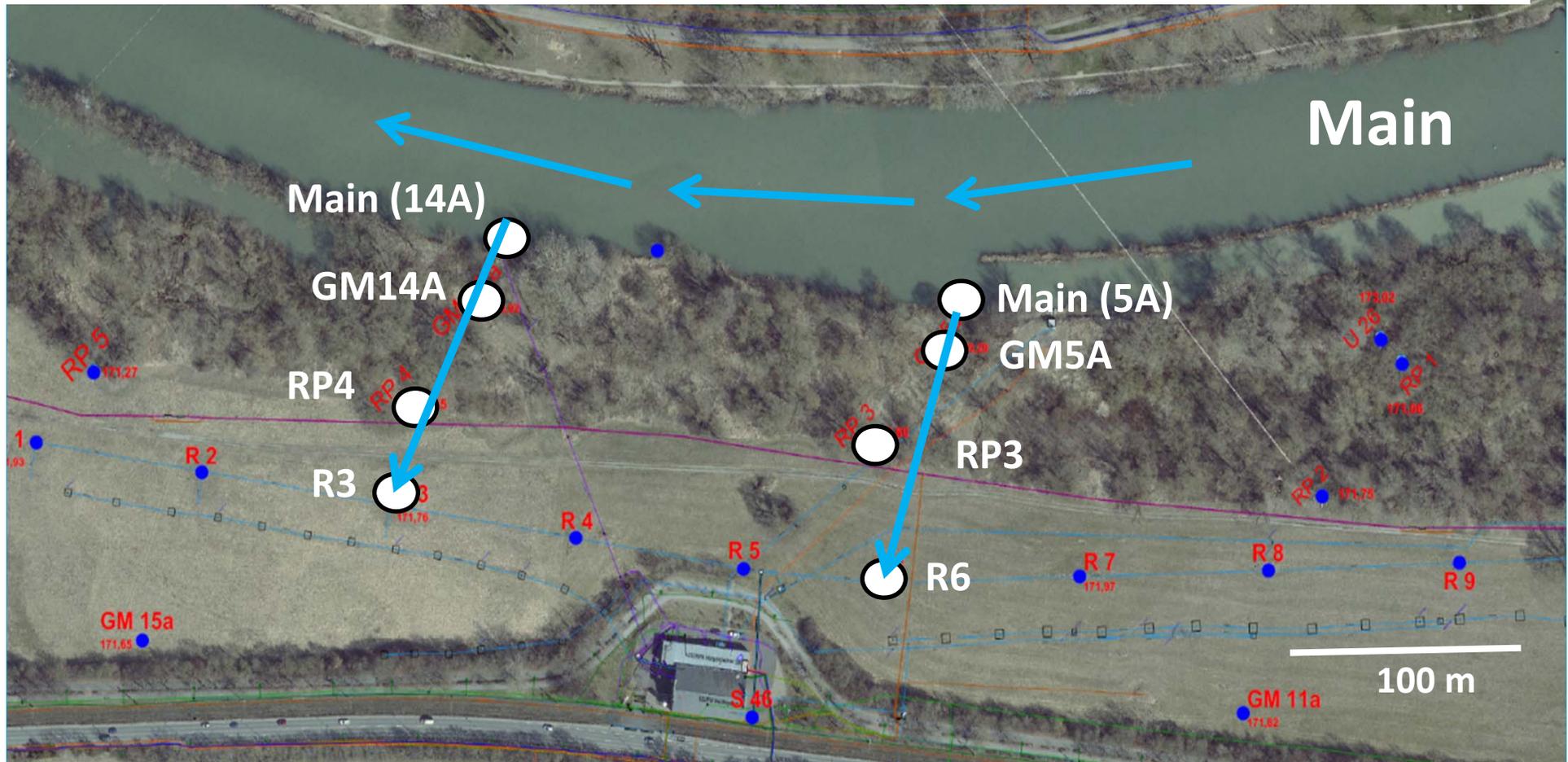
# Feldversuch – Uferfiltration (2.2 – 27.3.2017)

HelmholtzZentrum münchen  
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt

Bayerisches Landesamt für  
Umwelt



TZW  
Technologiezentrum  
Wasser

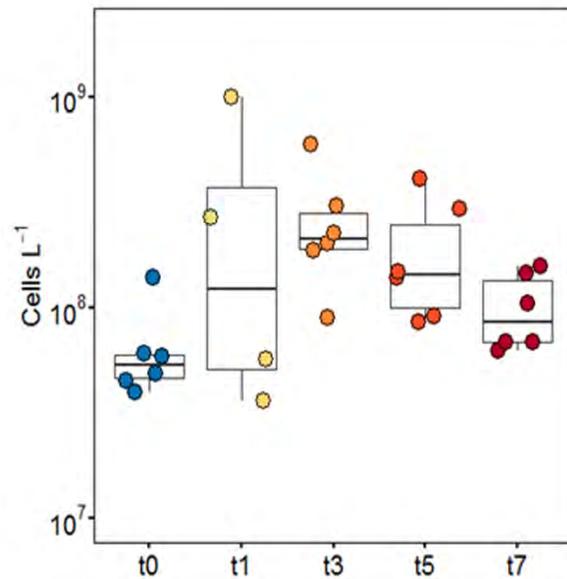


Würzburg – Wasserwerk Mergentheimer Strasse

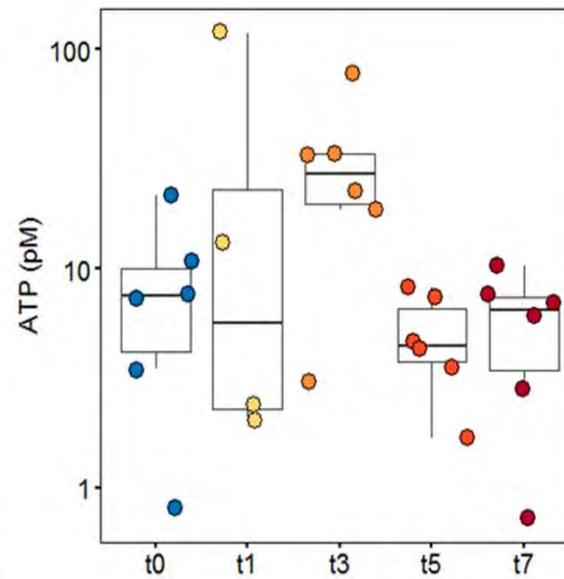


# Dynamik in der Mikrobiologie

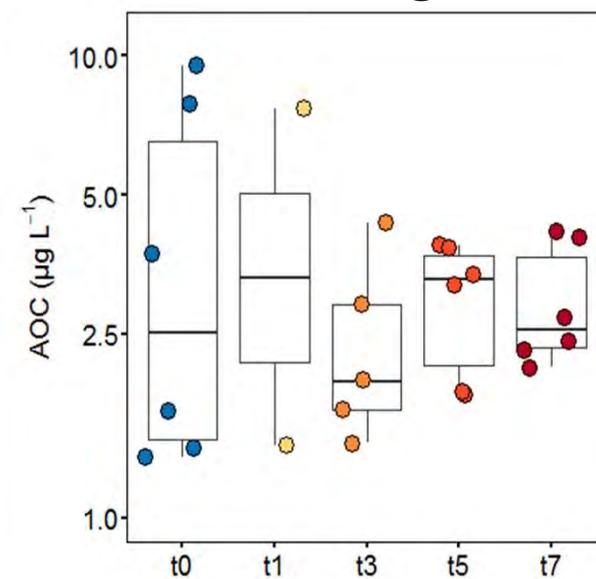
## Biomasse



## Aktivität

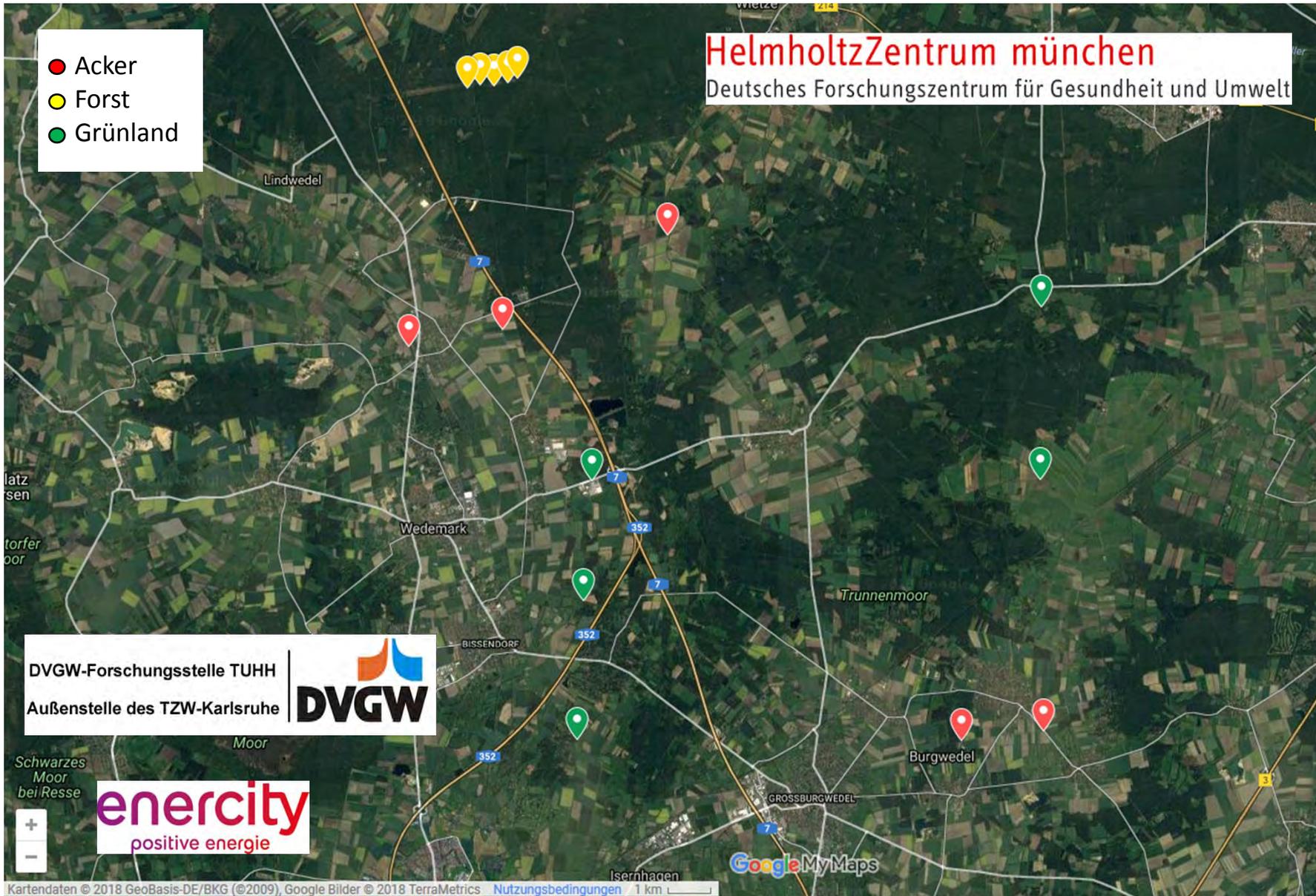


## Energie



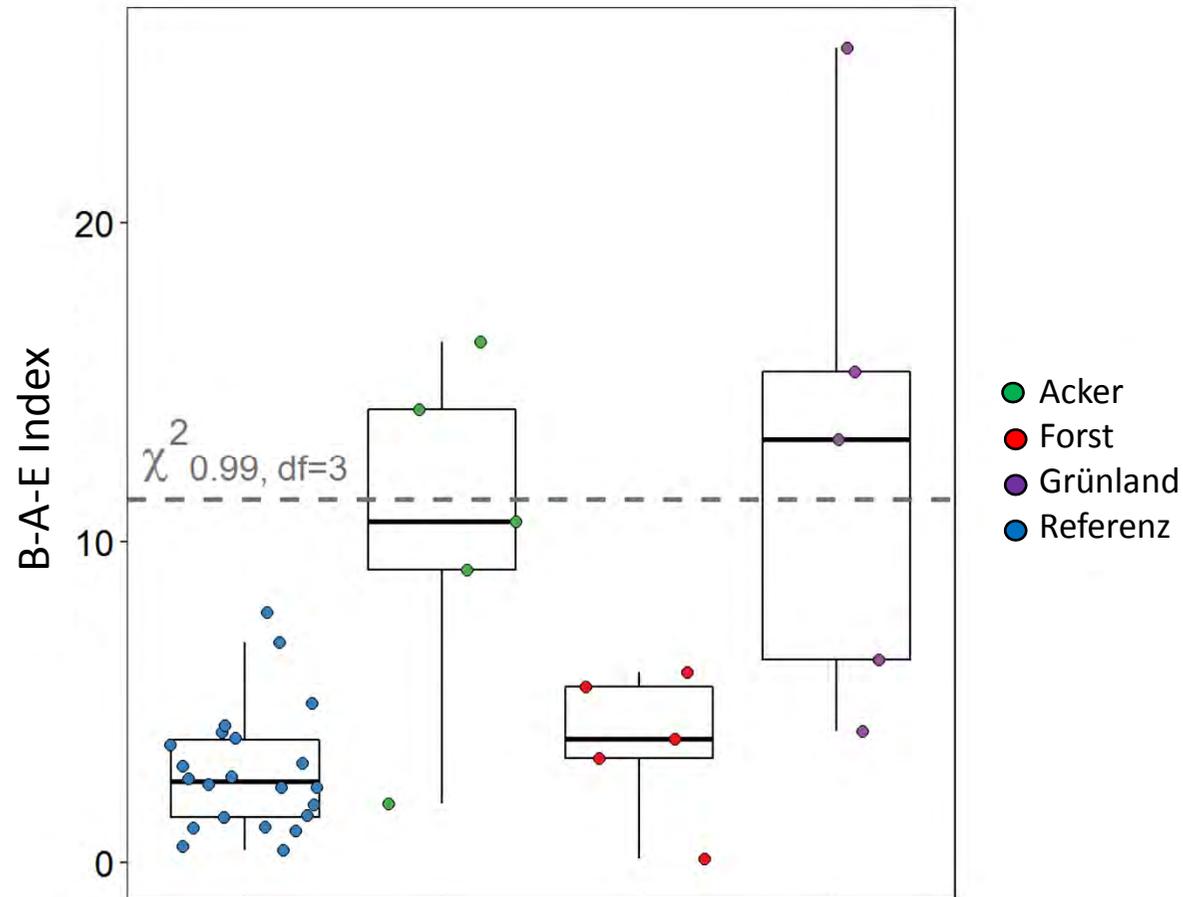


# Landnutzung im Fuhrberger Feld - Hannover





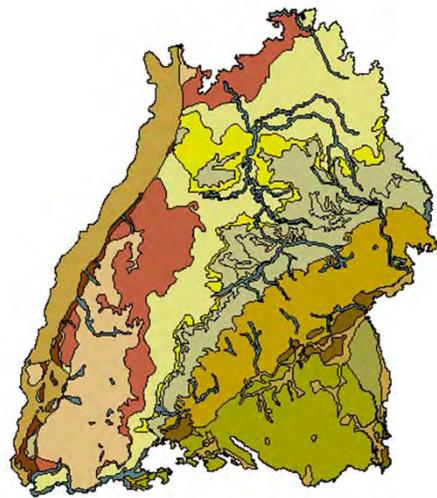
# Landnutzung im Fuhrberger Feld - Hannover



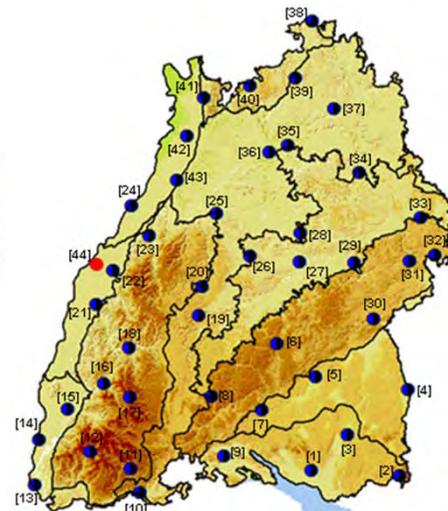


# Bewertung des ökologischen Zustands - Fauna

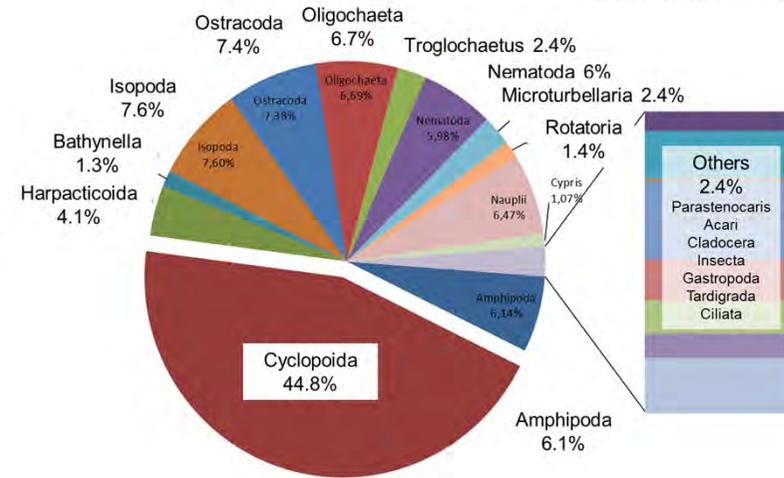
## Langzeit-Trends bei den Grundwasserfauna



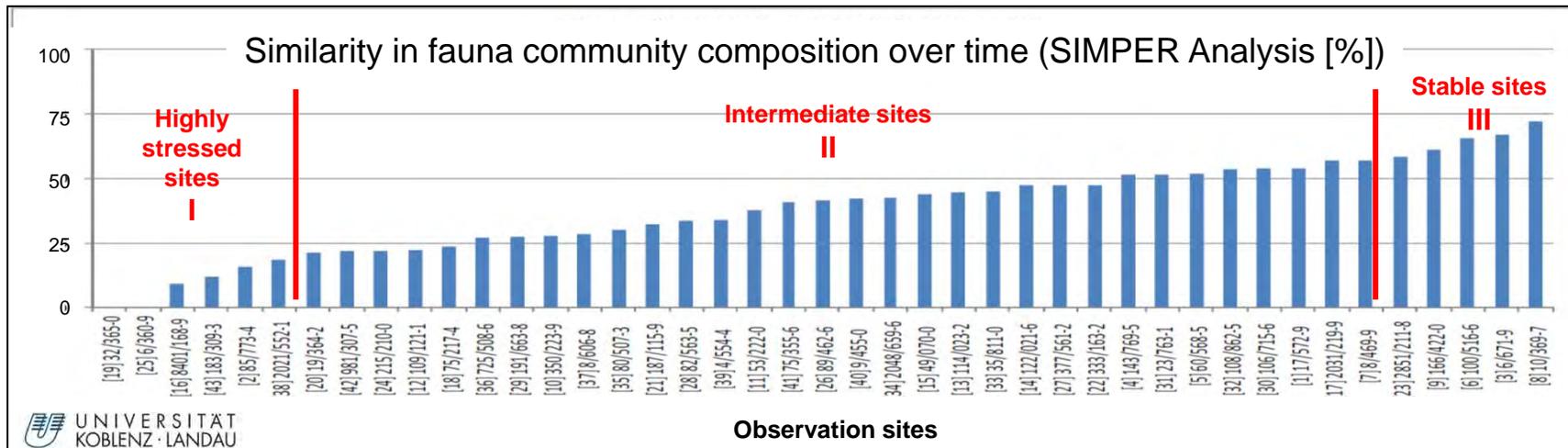
Hydrogeology



43+1 Observation sites



344 Samples, 13,152 Specimen, 97 Species

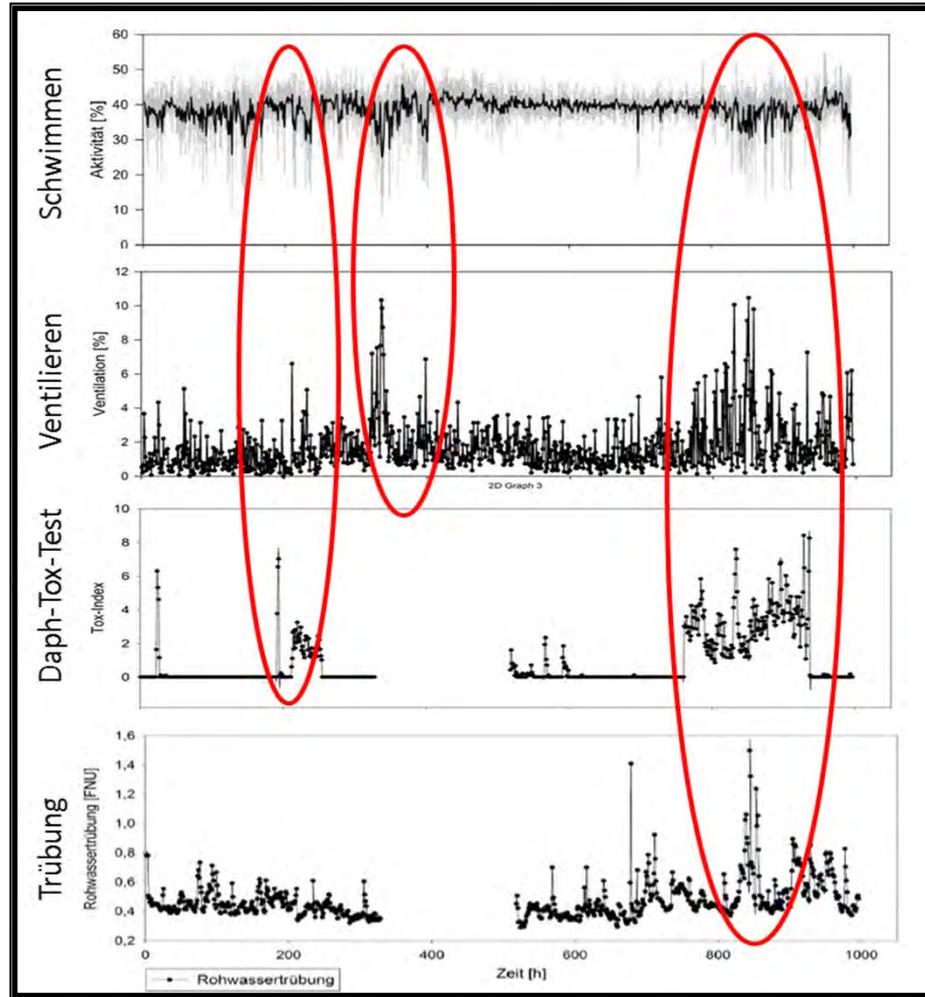




# Ökotoxikologie

## Online Biomonitor - Feldversuche

Wasserwerk Konstanz





# ANTIBIOTIKARESISTENZEN IM GRUND- UND OBERFLÄCHENWASSER

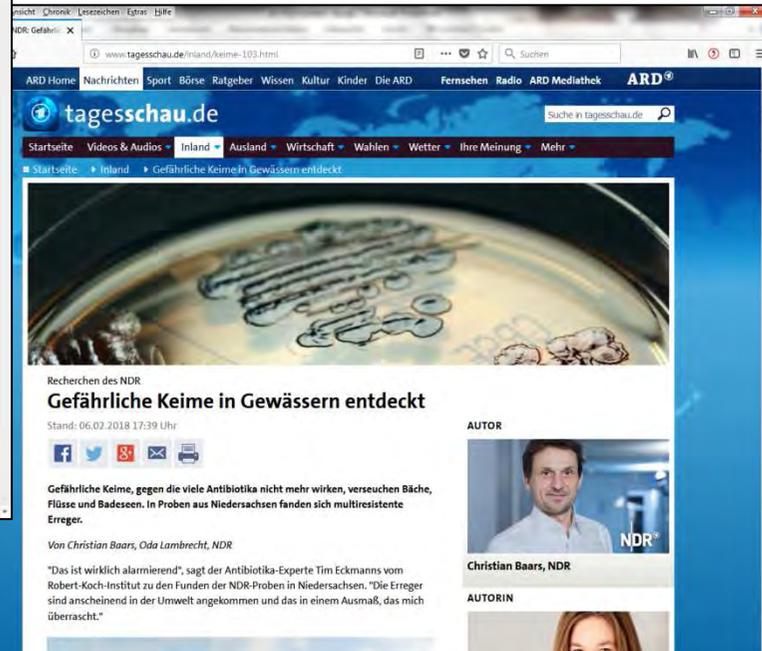
Landauer Fachtreffen, 14. Juni 2018

Dipl.-Ing. (FH) Claudia Stange, Prof. Dr. Andreas Tiehm



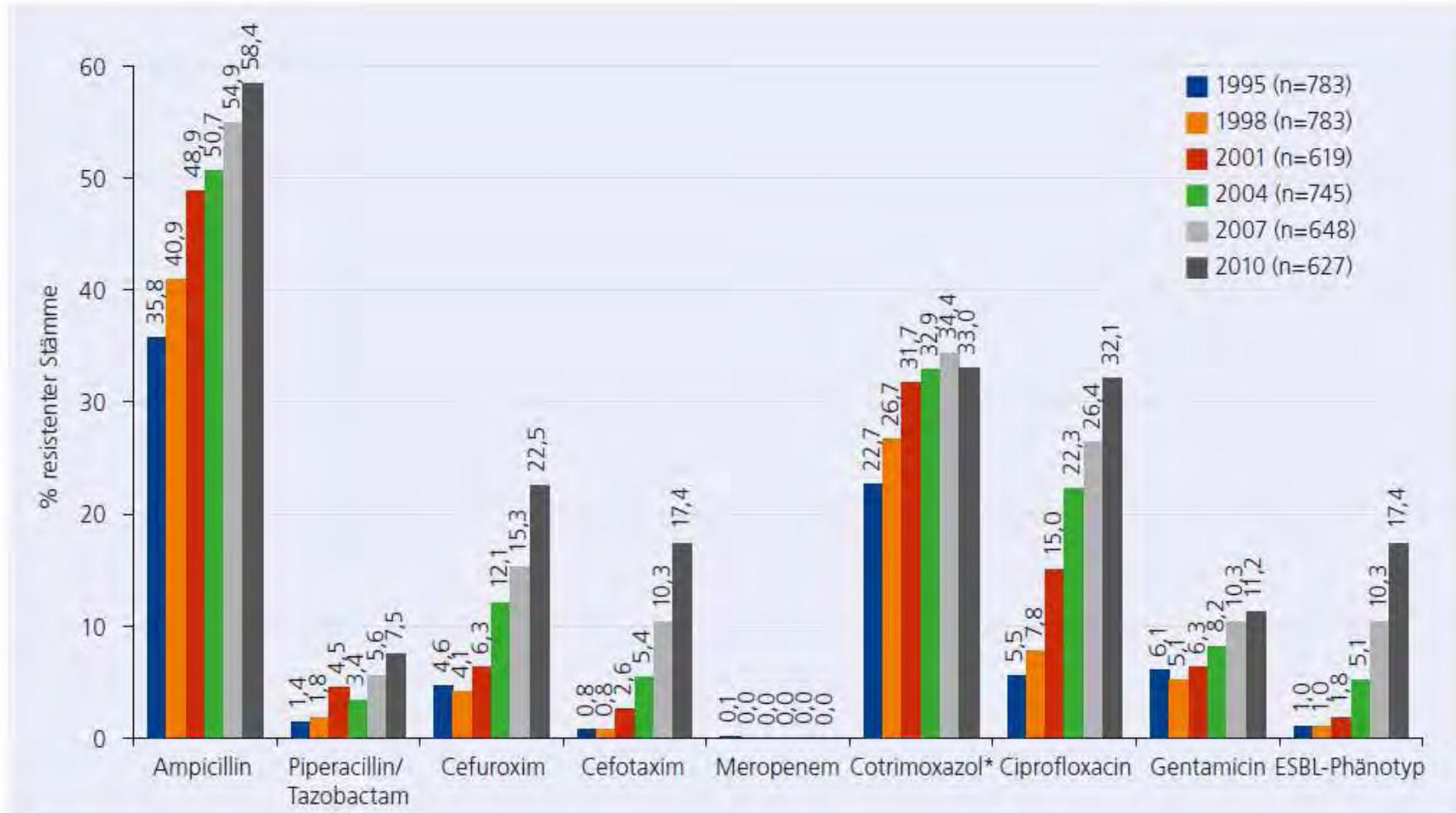
# ANTIBIOTIKARESISTENZEN IN DER UMWELT – EIN AKTUELLES THEMA!!!

06.02.2018



# RESISTENZEN IN DER HUMANMEDIZIN

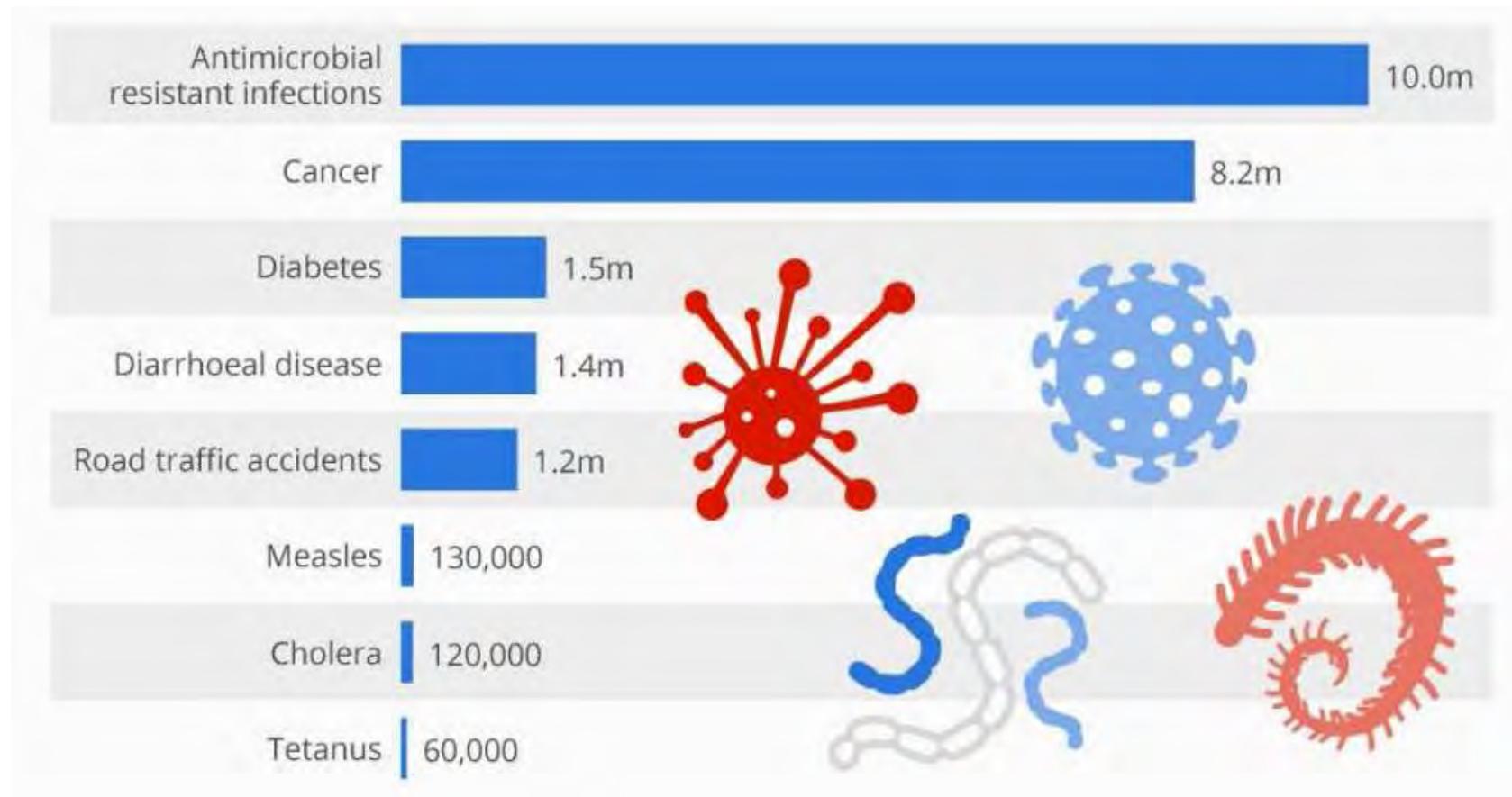
## Prozentuale Anteile Antibiotika-resistenter *E. coli*-Isolate



Quelle: GERMAP, 2012. Antibiotika-Resistenz und -Verbrauch. Bericht über den Antibiotika-Verbrauch und die Verbreitung von Antibiotika-Resistenzen in der Human- und Veterinärmedizin in Deutschland

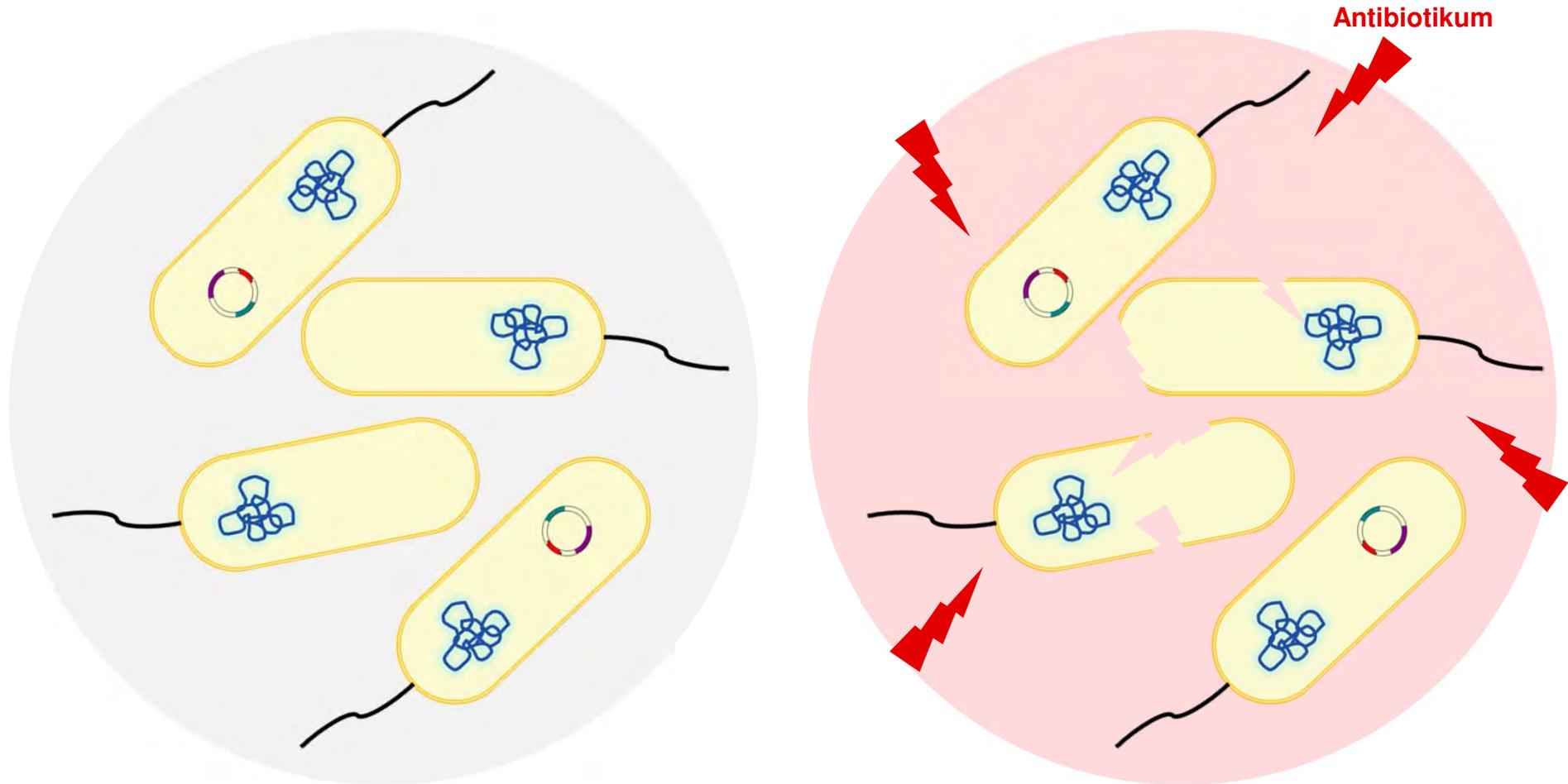
# ZUKUNFTSPROGNOSE

## Todesfälle durch Antibiotika-resistente Infektionen im Jahr 2050



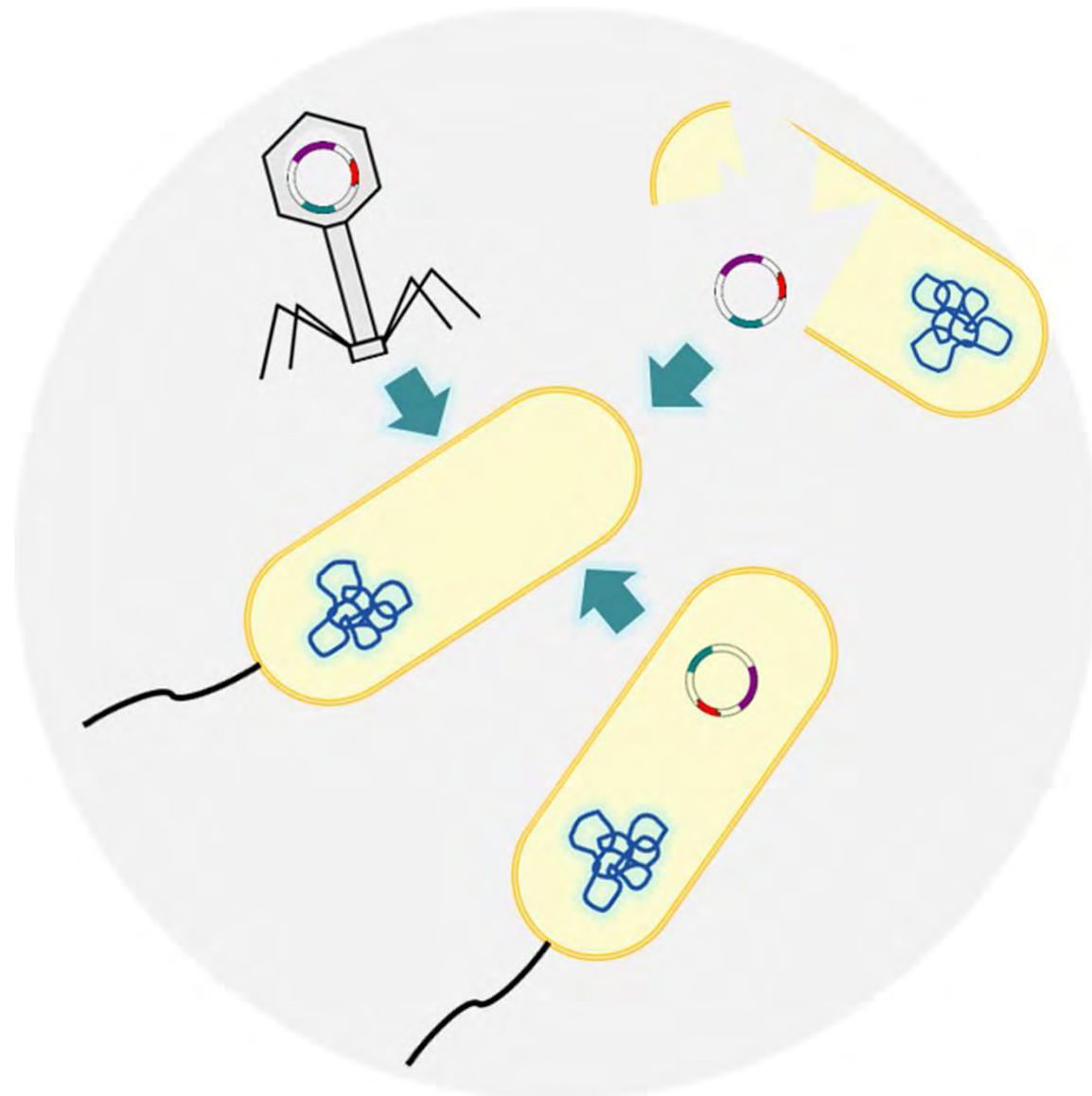
# ANTIBIOTIKA-RESISTENZ UND RESISTENZGENE

---

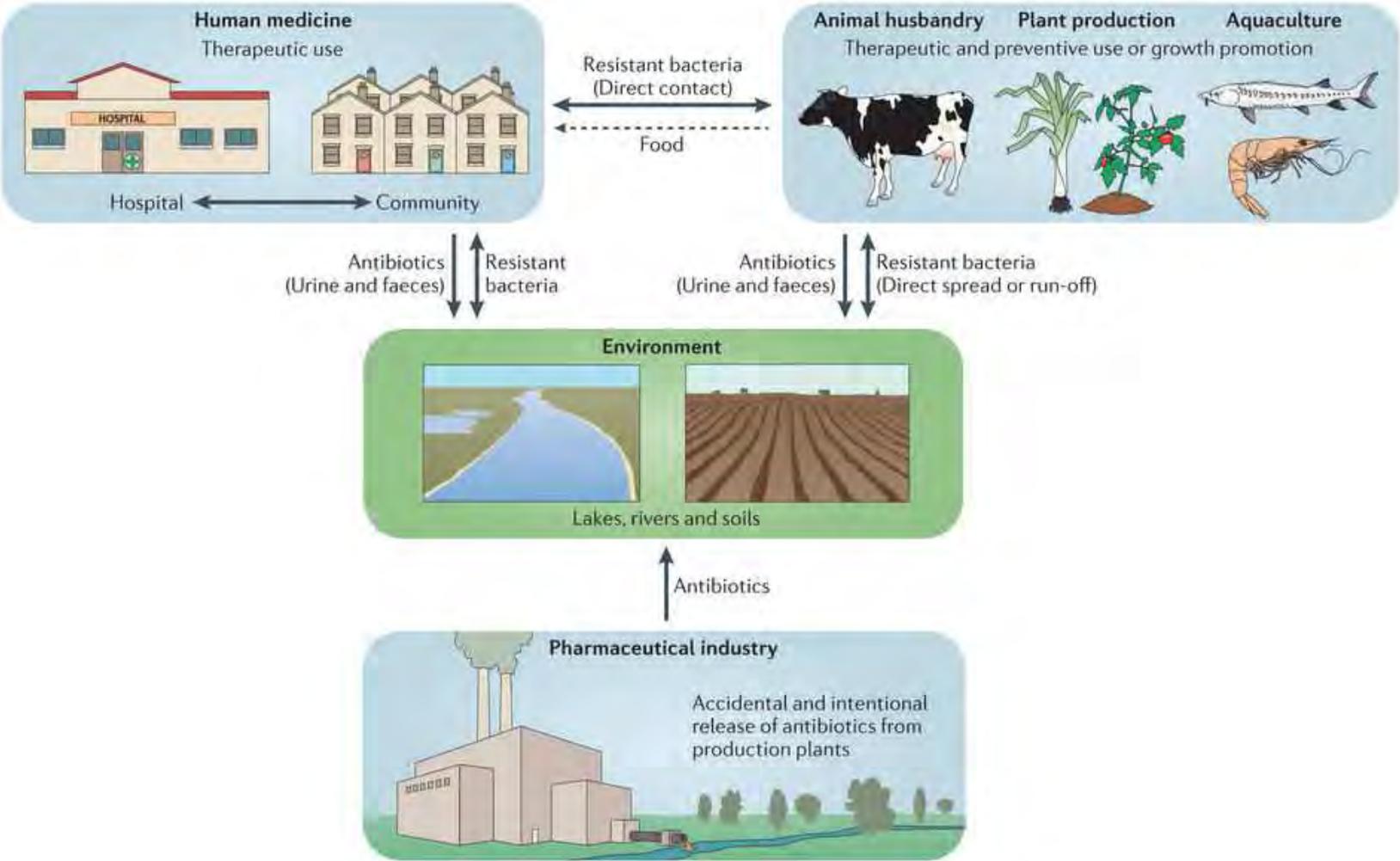


# HORIZONTALER GENTRANSFER

---



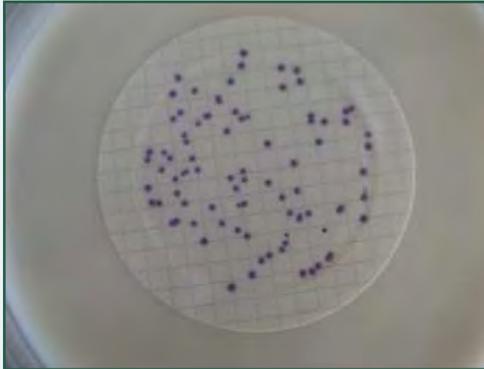
# VERBREITUNG VON ANTIBIOTIKA-RESISTENZEN IN DER UMWELT



Source: Berendonk et al., 2015, Nature Rev. Microbiol. 13: 310-317.

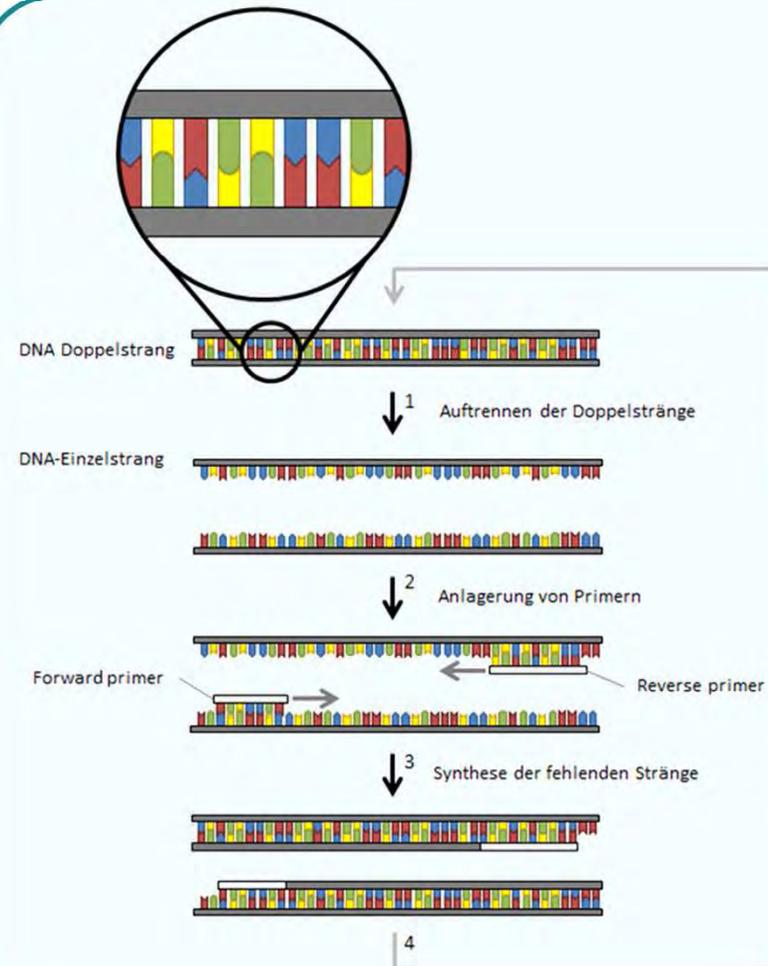
# NACHWEISMETHODEN

## Kulturverfahren

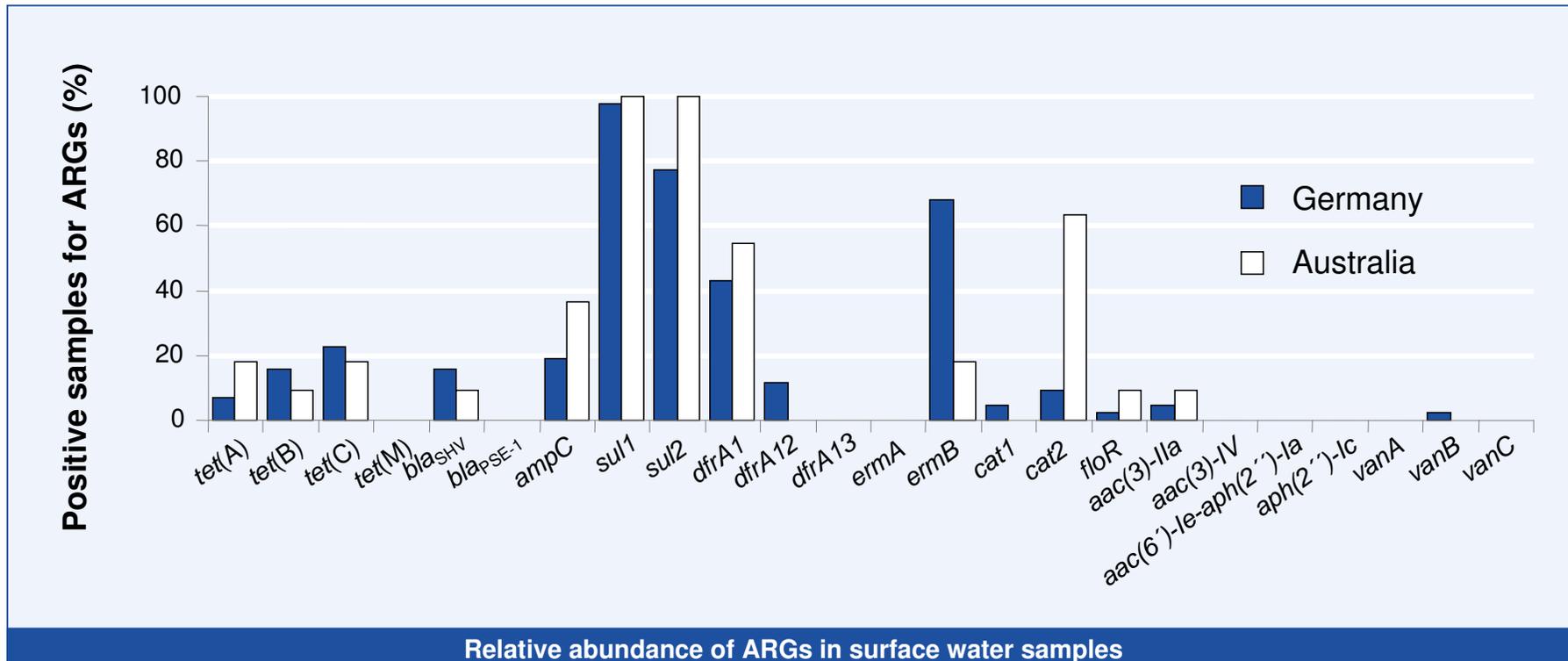


Wachstum eines Vancomycin-resistenten *Enterococcus faecium*-Stammes (oben) auf selektiven CHROM Agar-Platten und Agardiffusionstest (unten)

## PCR-Methoden

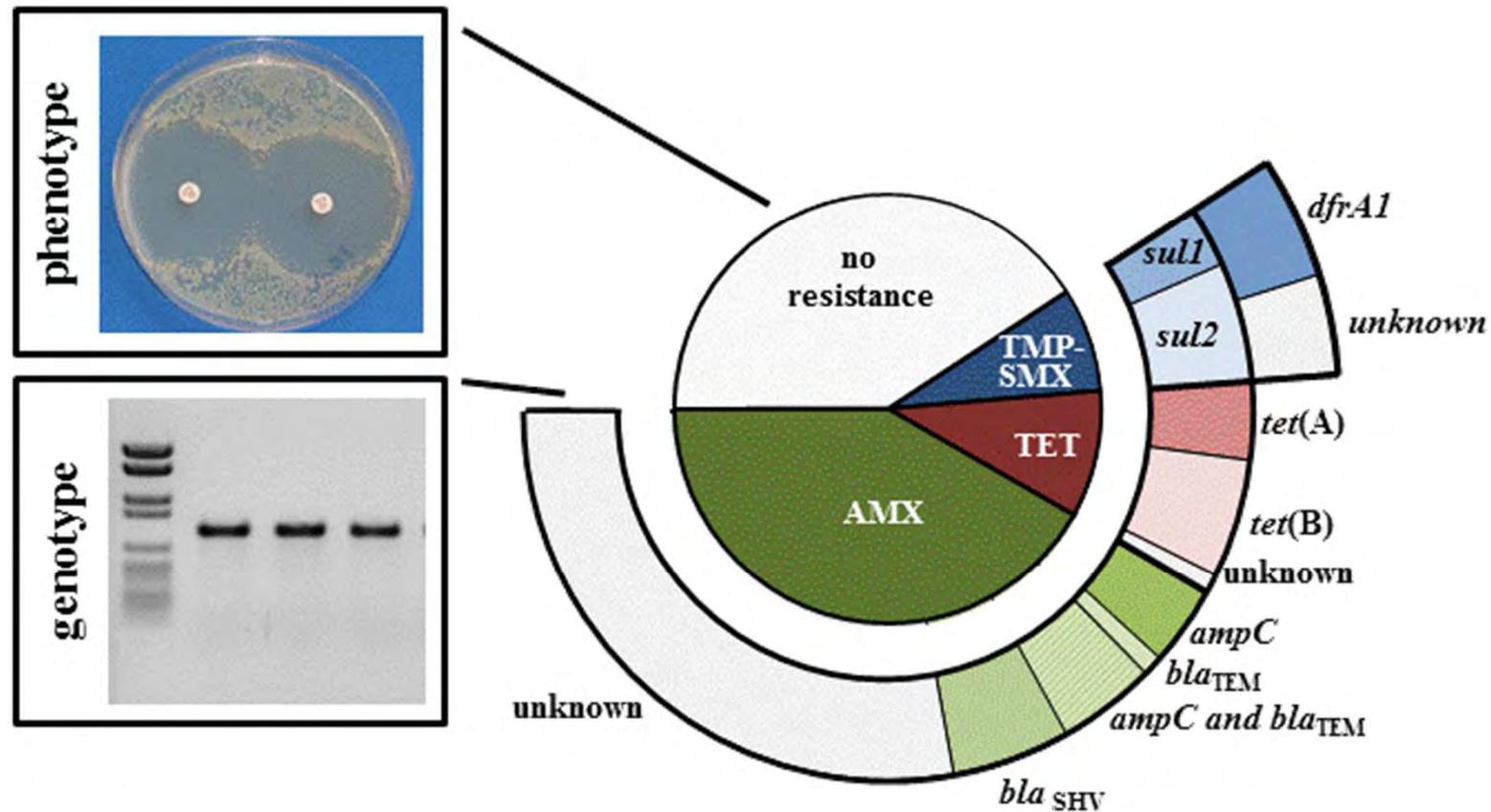


# RESISTENZGENE IM OBERFLÄCHENWASSER



Stoll C., J. Sidhu, A. Tiehm, S. Toze. (2012).  
**Prevalence of clinically relevant antibiotic resistance genes in surface water samples collected from Germany and Australia.**  
Environmental Science and Technology 46 (17): 9716-9726.

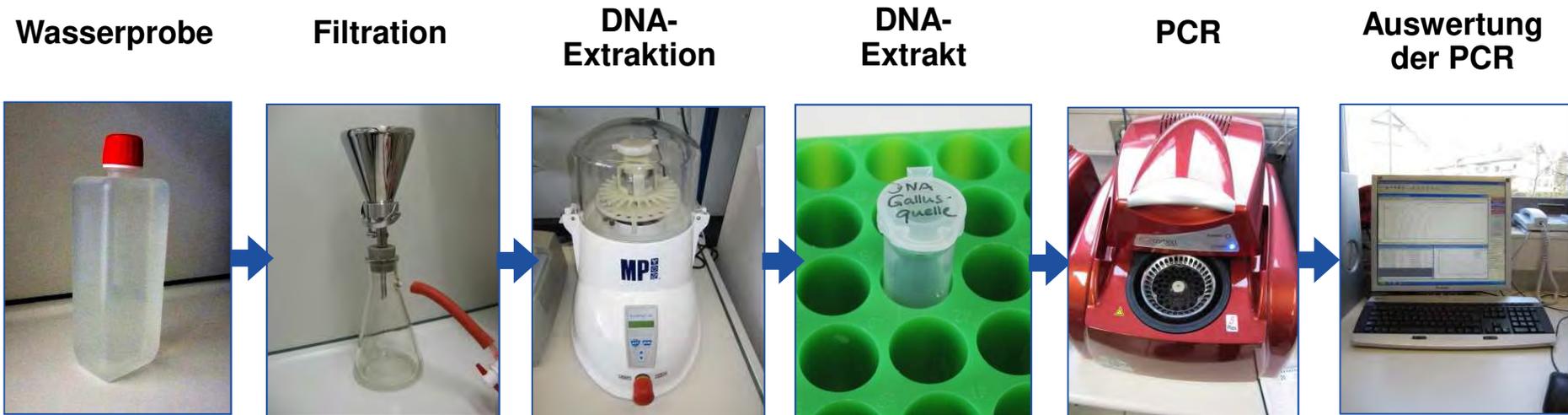
# RESISTENTE COLIFORME IM OBERFLÄCHENWASSER



Stange C., J.P.S. Sidhu, A. Tiehm, S. Toze . (2016).  
Antibiotic resistance and virulence genes in coliform water isolates.  
International Journal of Hygiene and Environmental Health 219: 823-831 (2016)

# UNTERSUCHUNGEN IM RAHMEN VON GROUND CARE

## Vorgehen



## Parameter

- Sulfonamid-Resistenzgene *sul1* und *sul2*
- Trimethoprim-Resistenzgen *dfrA1*
- Makrolid-Resistenzgen *ermB*
- $\beta$ -Laktamasen *bla*<sub>TEM</sub> und *bla*<sub>SHV</sub>
- Aminoglykosid-Resistenzgen *aadA*
- Tetracyclin-Resistenzgene *tet(C)* und *tet(K)*



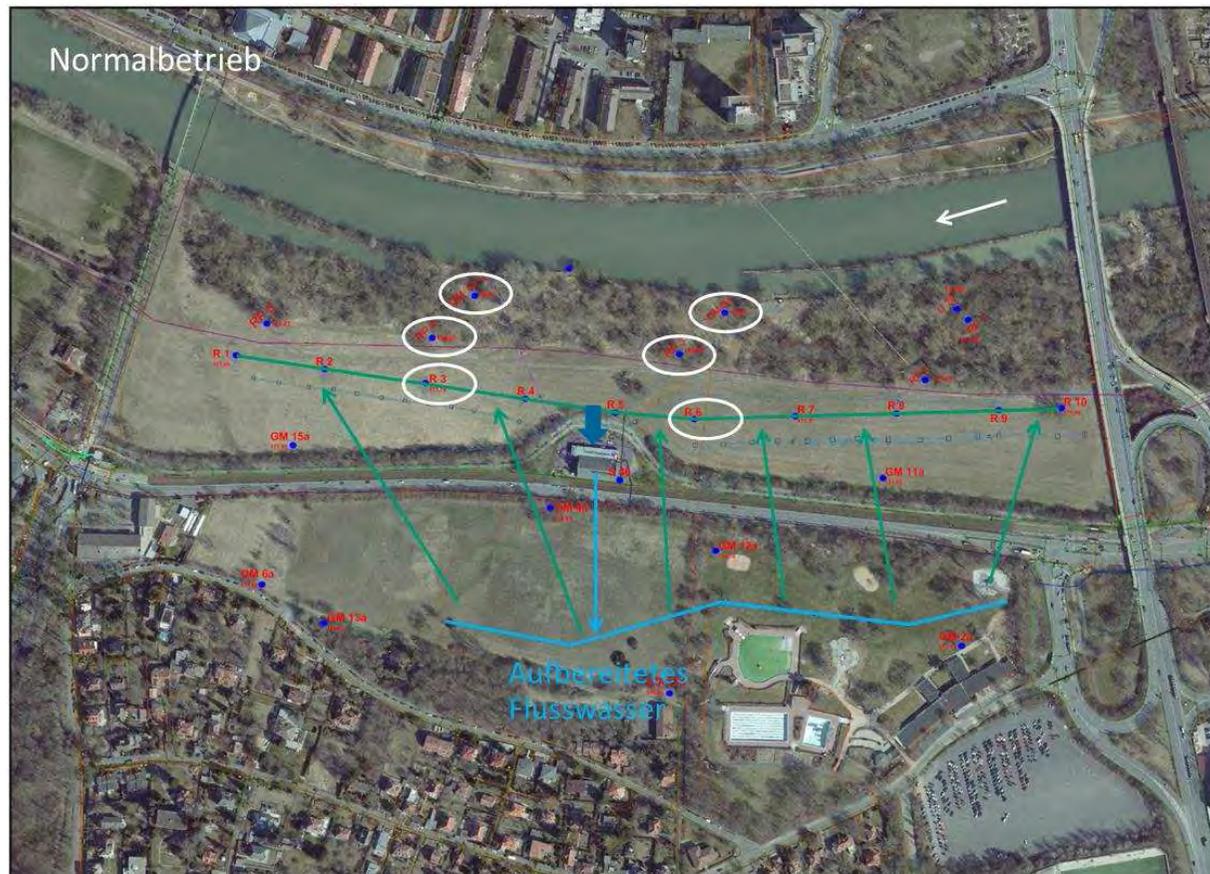
# HÄUFIGKEIT VON ARG IN GRUNDWÄSSERN

Antibiotika-Resistenzgen	Standort A (n=13)	Standort B (n=3)	Standort C (n=7)
<i>sul1</i>	15%	100%	86%
<i>sul2</i>	15%	33%	57%
<i>dfrA1</i>	-	-	-
<i>ermB</i>	8%	100 %	29%
<i>bla</i> <sub>TEM</sub>	85%	100%	71%
<i>bla</i> <sub>SHV</sub>	-	100%	-
<i>aadA</i>	69%	100%	100%
<i>tet(C)</i>	92%	100%	100%
<i>tet(K)</i>	-	-	-

*tet(C)* > *bla*<sub>TEM</sub> / *aadA* > *sul1* > *ermB* > *sul2* > *bla*<sub>SHV</sub>

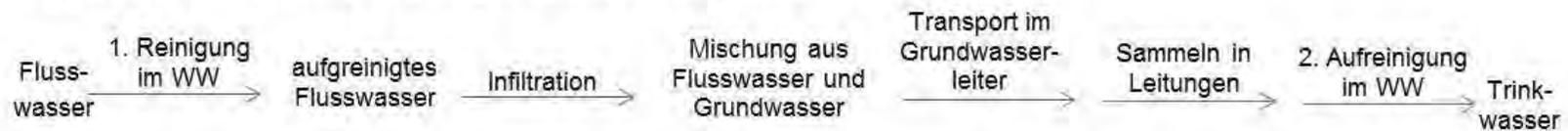


# UNTERSUCHUNGEN AN EINEM MODELLSTANDORT

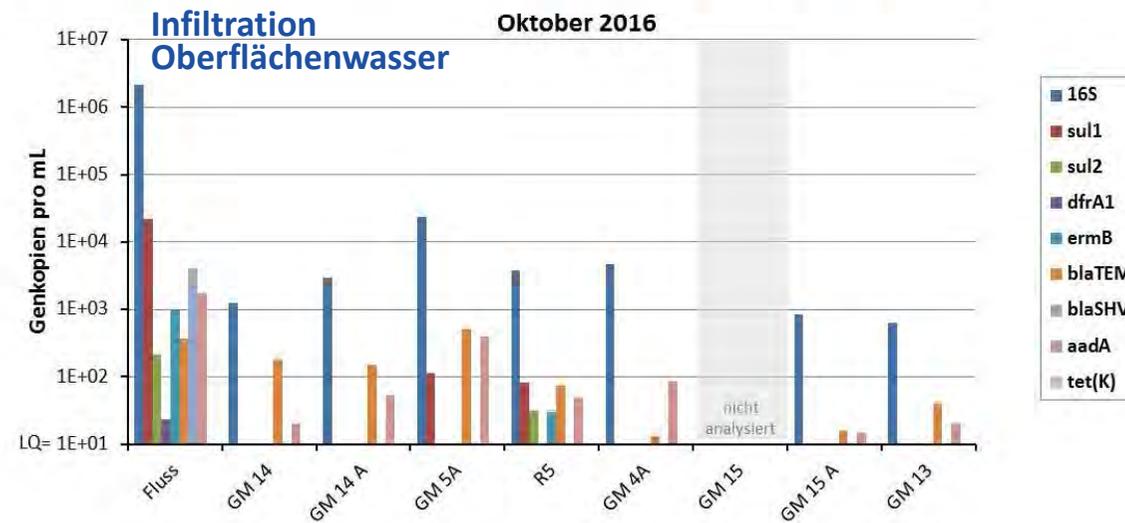
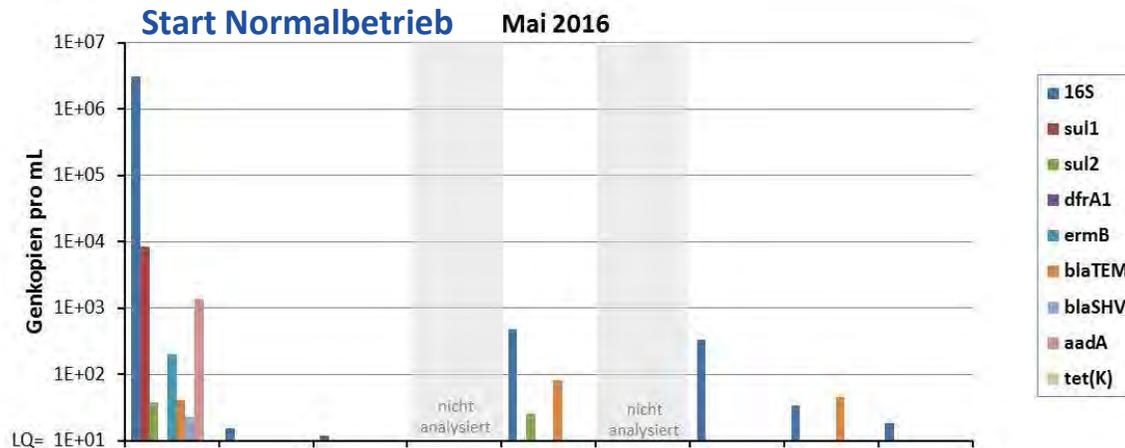


## Normalbetrieb

Wasserwerk wird nur von März bis Oktober betrieben



# UNTERSUCHUNGEN AN EINEM MODELLSTANDORT



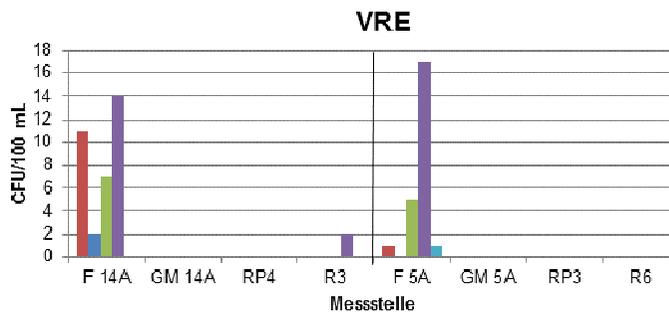
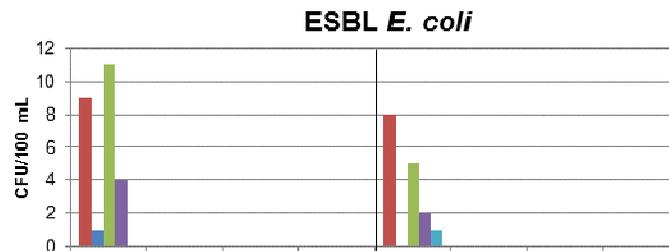
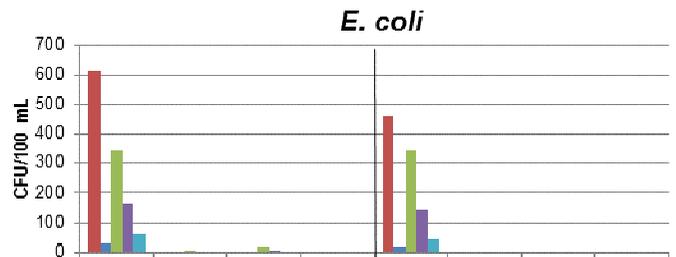
Im März ist reines Grundwasser im Pegel, gegen Ende des Betrieb hat man eine Mischung aus Flusswasser, Grundwasser und Uferfiltrat  
→ höhere ARG-Konzentrationen im Oktober



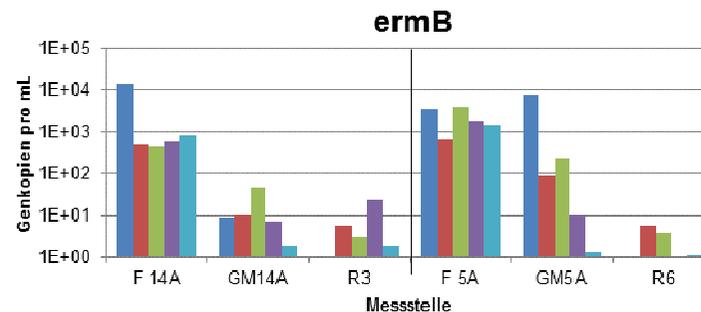
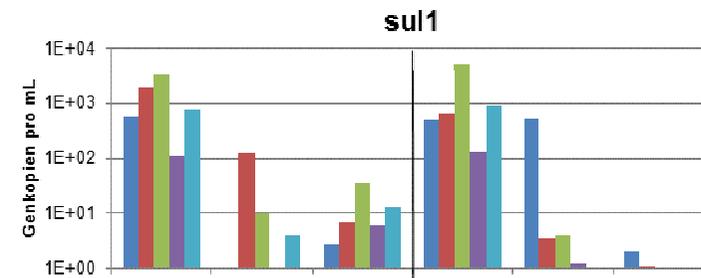
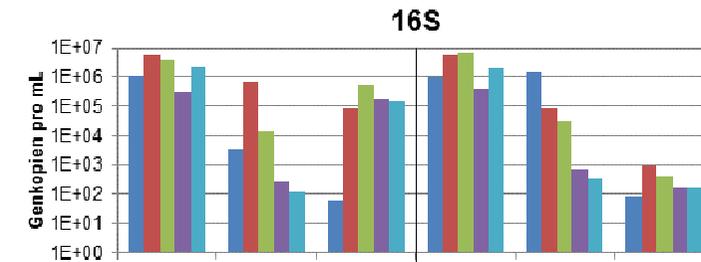
# UNTERSUCHUNGEN AN EINEM MODELLSTANDORT

Sonderbetrieb Feb. /März 2017

Flusswasser  $\xrightarrow{\text{Ansaugen}}$  Uferfiltrat



■ 02.02.2017 ■ 13.02.2017 ■ 27.02.2017 ■ 13.03.2017 ■ 27.03.2017



■ 02.02.2017 ■ 13.02.2017 ■ 27.02.2017 ■ 13.03.2017 ■ 27.03.2017



# ZUSAMMENFASSUNG

---

- Die **Umwelt** spielt eine **wichtige Rolle bei der Verbreitung** von Antibiotikaresistenzen
- Derzeit ist es kaum möglich einen **Ist-Zustand der Verbreitung** klinisch relevanter Antibiotikaresistenzen in der Umwelt und in Rohwasser zu beschreiben und für die **Zukunft zu prognostizieren**
- Der **molekularbiologische Nachweis** von Antibiotika-Resistenzgenen ist ein **wichtiges Werkzeug** um die Datenbasis bezüglich Ihrer Relevanz in Grundwässern zu erweitern
- **Antibiotika-Resistenzgene** sind nicht nur in Abwässern und Oberflächenwässern, sondern auch **in Grundwässern weit verbreitet**.
- **Bodenpassage führt zur Reduktion** von Indikatorbakterien, Antibiotika-resistenten Bakterien und Antibiotika-Resistenzgenen – aber keine vollständige Entfernung
- **Wissenslücken:**
  - Richtwerte
  - Horizontaler Gentransfer in der Umwelt





# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. (FH) Claudia Stange  
TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser  
Karlsruher Straße 84 / 76139 Karlsruhe  
[claudia.stange@tzw.de](mailto:claudia.stange@tzw.de)