

# Biodiversität und Ökosystemleistungen im Grundwasser

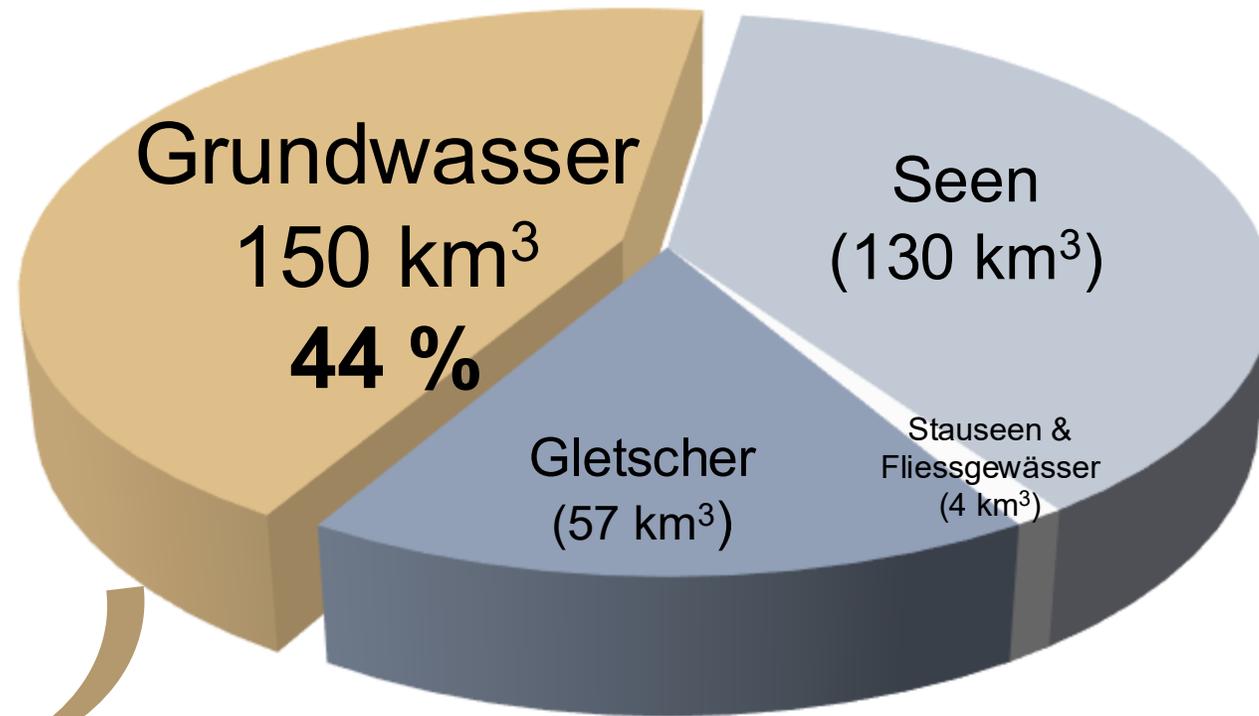
Prof. Dr. Florian Altermatt & Dr. Roman Alther



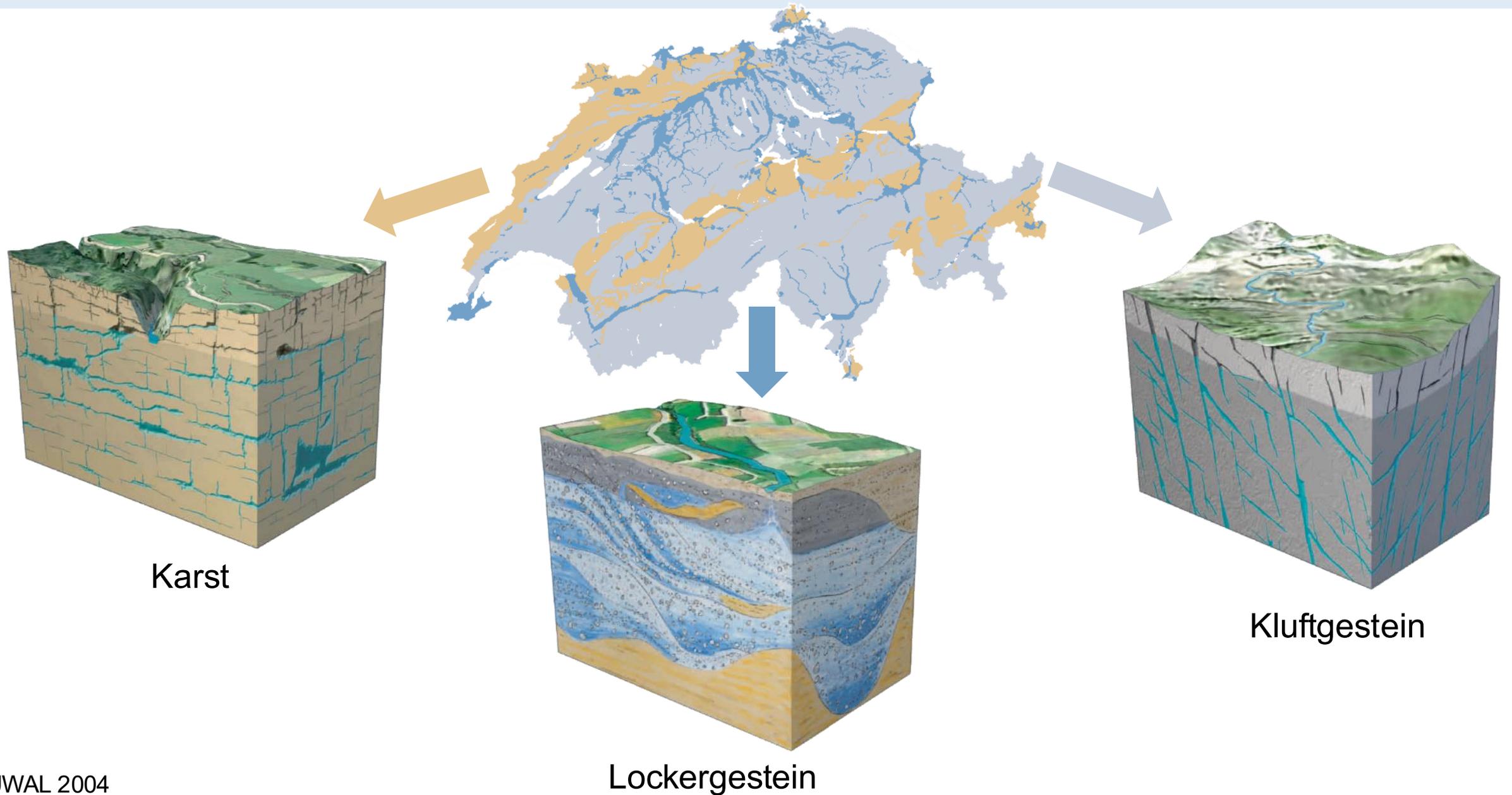
# Bedeutung des Grundwassers

## Wasserreserven in der Schweiz

80 % des  
Trinkwassers

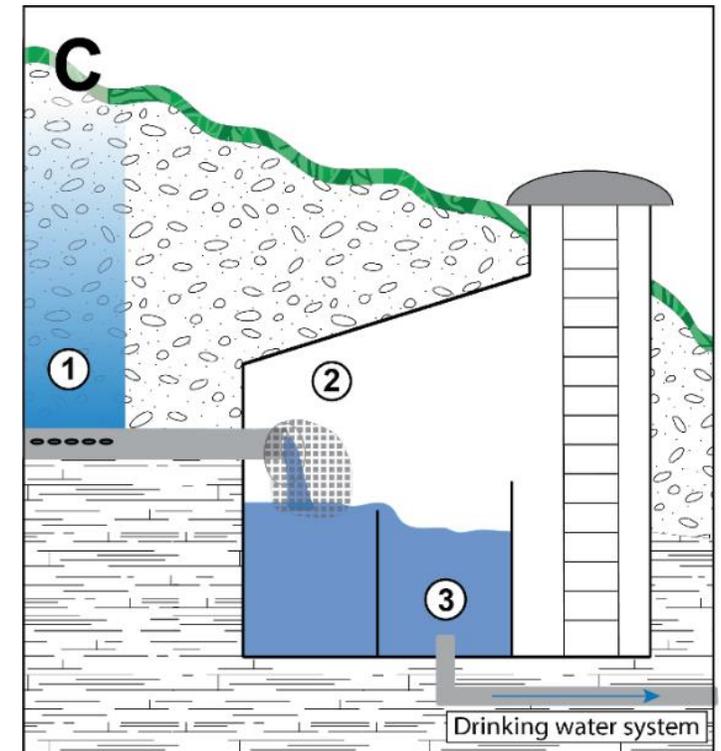
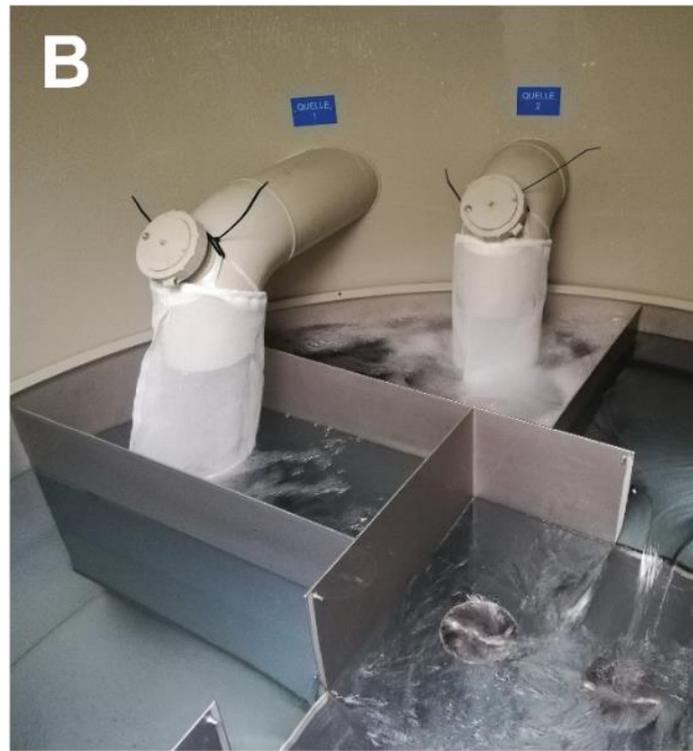


# Bedeutung des Grundwassers



# Bedeutung des Grundwassers

Trinkwasserversorgung in der Schweiz durch Vielzahl kleiner, dezentraler Wasserversorger (meist Ebene Gemeinde) erbracht.

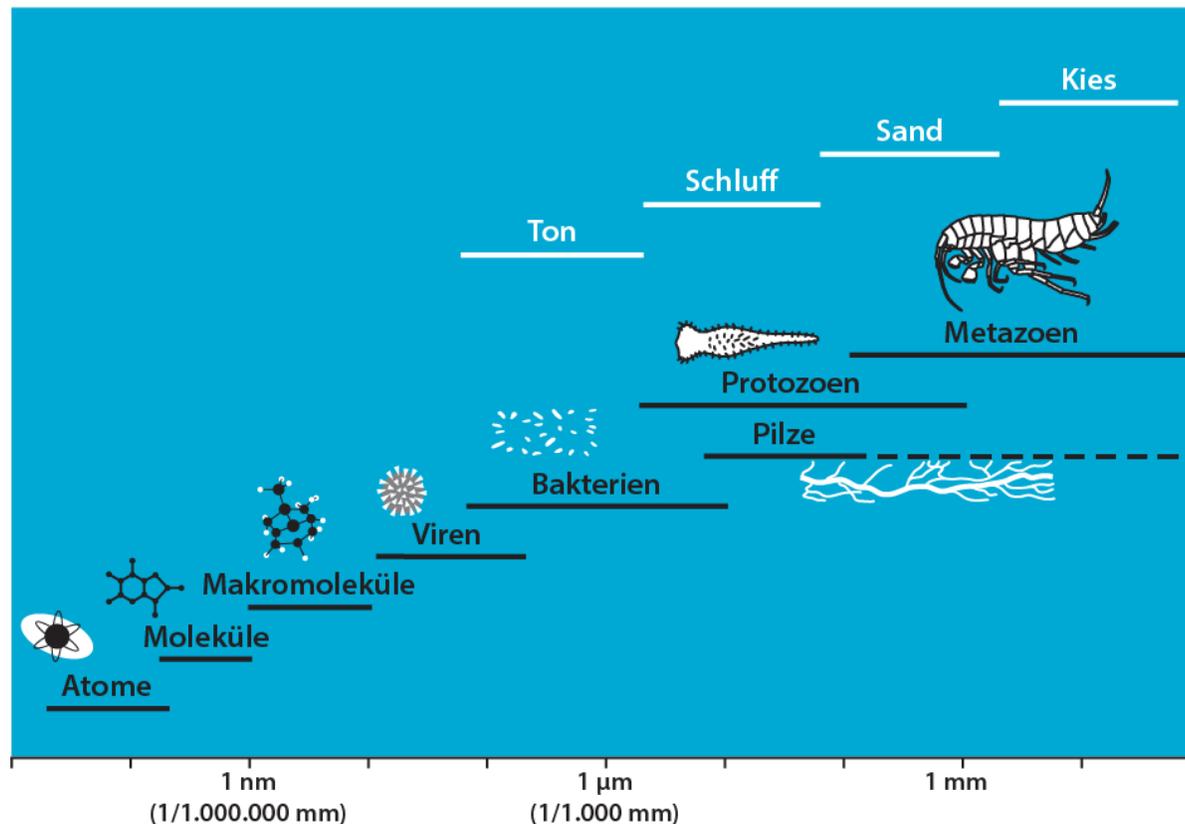


A) Wasser wird in Brunnstuben gefasst, B) zusammengeführt und C) direkt ins Trinkwassersystem eingeleitet, wobei i. d. R. keine weitere Aufbereitung notwendig ist.

# Ökosystemleistung

Direkte Nutzung ist nur möglich/garantiert, wenn natürliche Reinigungsprozesse durch Grundwasserökosystem erbracht werden.

## Wasserreinigung und «Aufbereitung» als wichtigste Ökosystemleistung.



- Biologische Lebensgemeinschaften gewähren und verbessern **Wassergüte**
- Natürliche **Reinigungsprozesse** gewinnen an Bedeutung (zunehmende stoffliche Belastungen und Nutzung).
- Lebensgemeinschaften grösstenteils noch unbekannt und **nicht überwacht**.

# Gesetzliche Grundlagen und Vorsorgeprinzip

## Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) 814.20

vom 24. Januar 1991 (Stand am 1. Juni 2014)

Die Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft,  
gestützt auf Artikel 76 Absätze 2 und 3 der Bundesverfassung<sup>1,2</sup>  
nach Einsicht in eine Botschaft des Bundesrates vom 29. April 1987<sup>3</sup>,  
beschliesst:

### 1. Titel: Allgemeine Bestimmungen

#### Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz bezweckt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen.  
Es dient insbesondere:

- der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen;
- der Sicherstellung und häuslicher Nutzung des Trink- und Brauchwassers;
- der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;
- der Erhaltung von Fischgewässern;
- der Erhaltung der Gewässer als Landschaftselemente;
- der landwirtschaftlichen Bewässerung;
- der Benützung zur Erholung;
- der Sicherung der natürlichen Funktion des Wasserkreislaufs.

## Gewässerschutzverordnung (GSchV) 814.201

vom 28. Oktober 1998 (Stand am 1. Mai 2017)

Der Schweizerische Bundesrat,  
gestützt auf die Artikel 9, 14 Absatz 7, 16, 19 Absatz 1, 27 Absatz 2, 36a Absatz 2,  
46 Absatz 2, 47 Absatz 1 und 57 Absatz 4 des Gewässerschutzgesetzes  
vom 24. Januar 1991<sup>1</sup> (GSchG),<sup>2</sup>  
verordnet:

Anhang 1  
(Art. 1)

### Ökologische Ziele für Gewässer

#### 1 Oberirdische Gewässer

...

#### 2 Unterirdische Gewässer

<sup>1</sup> Die Biozönose unterirdischer Gewässer soll:

- naturnah und standortgerecht sein;
- typisch sein für nicht oder nur schwach belastete Gewässer.

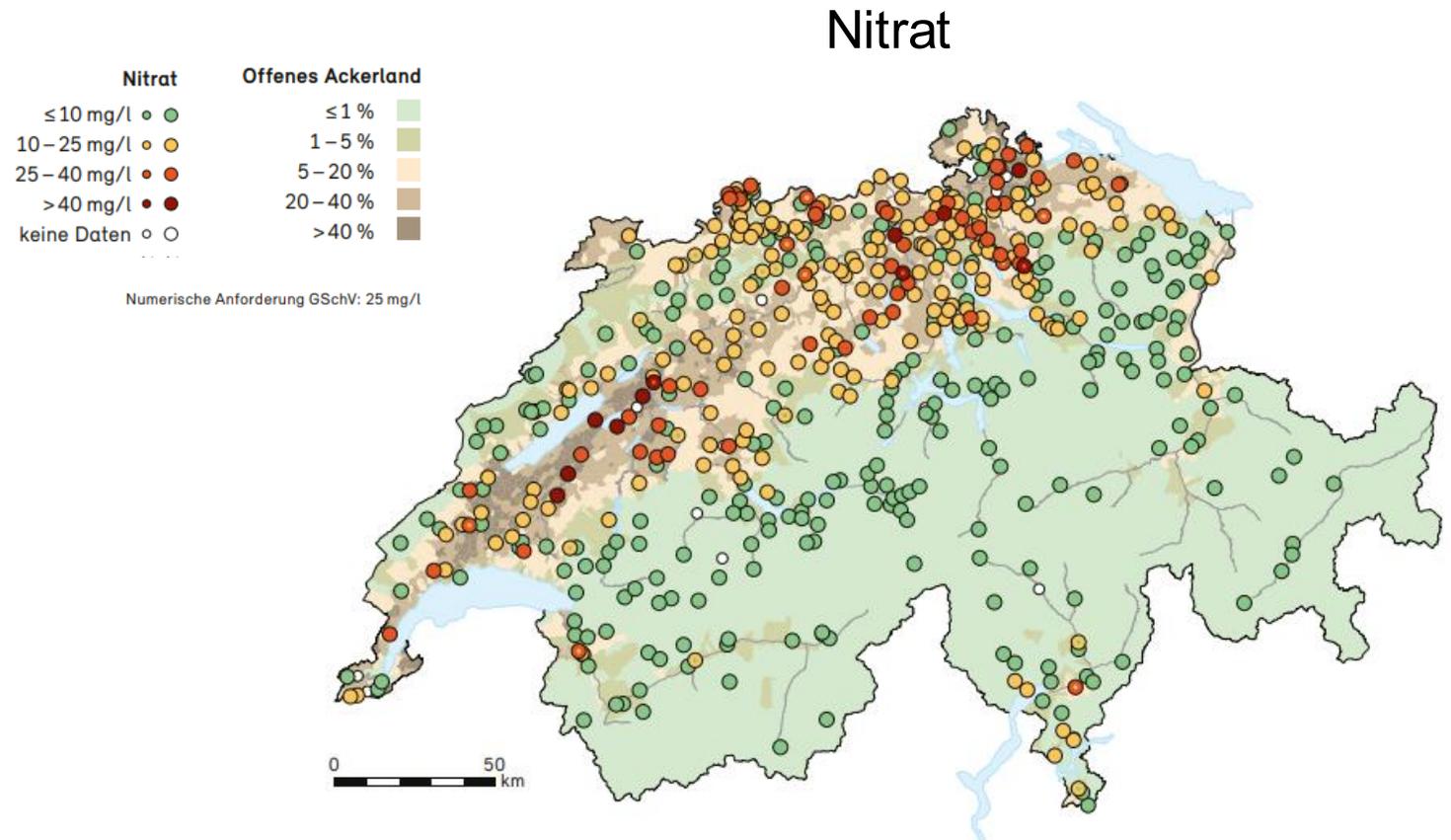
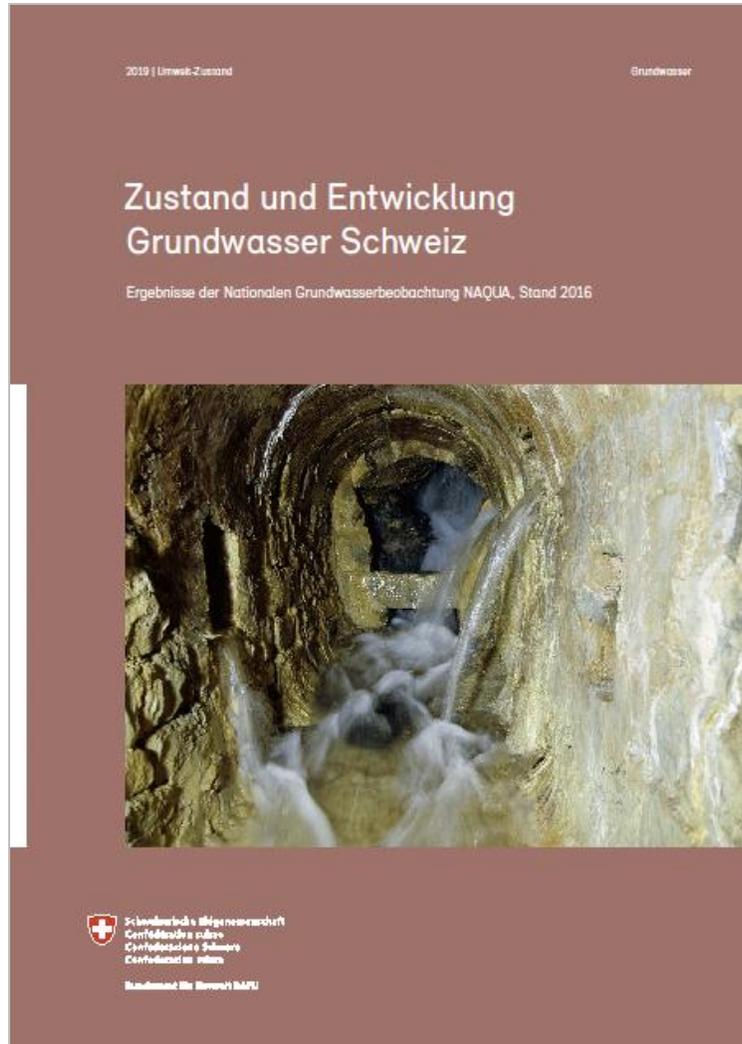
## Gewässerschutzgesetz (GSchG) bezweckt für Grundwasserschutz:

- Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimischen Tiere
- Sicherstellung Nutzung als Trinkwasser
- Erhalt Gesundheit des Menschen.

## «Strategie Untergrund Schweiz»:

Fordert explizit den «voraus-  
schauenden Schutz von  
Werten» und «Erstellung  
nationaler und kantonaler  
Inventare»

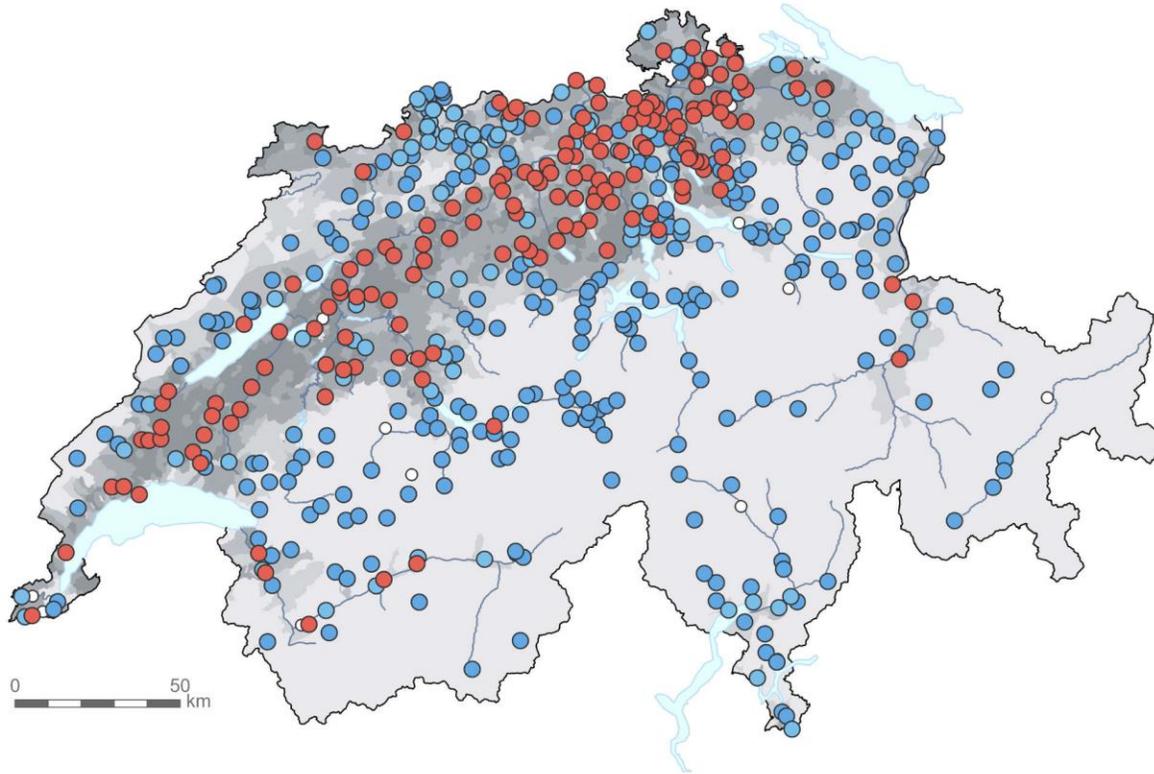
# Chemische Verunreinigung Grundwasser



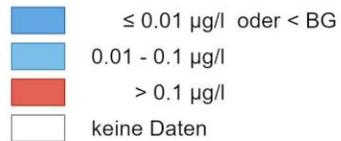
Ausscheidung Zuströmbereich um für Trinkwasser genutztes Grundwasser vor Einträgen, v. a. Cocktail an Chemikalien, zu schützen.

# Chemische Verunreinigung Grundwasser

## Chlorothalonil

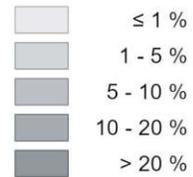


**Chlorothalonil R471811**

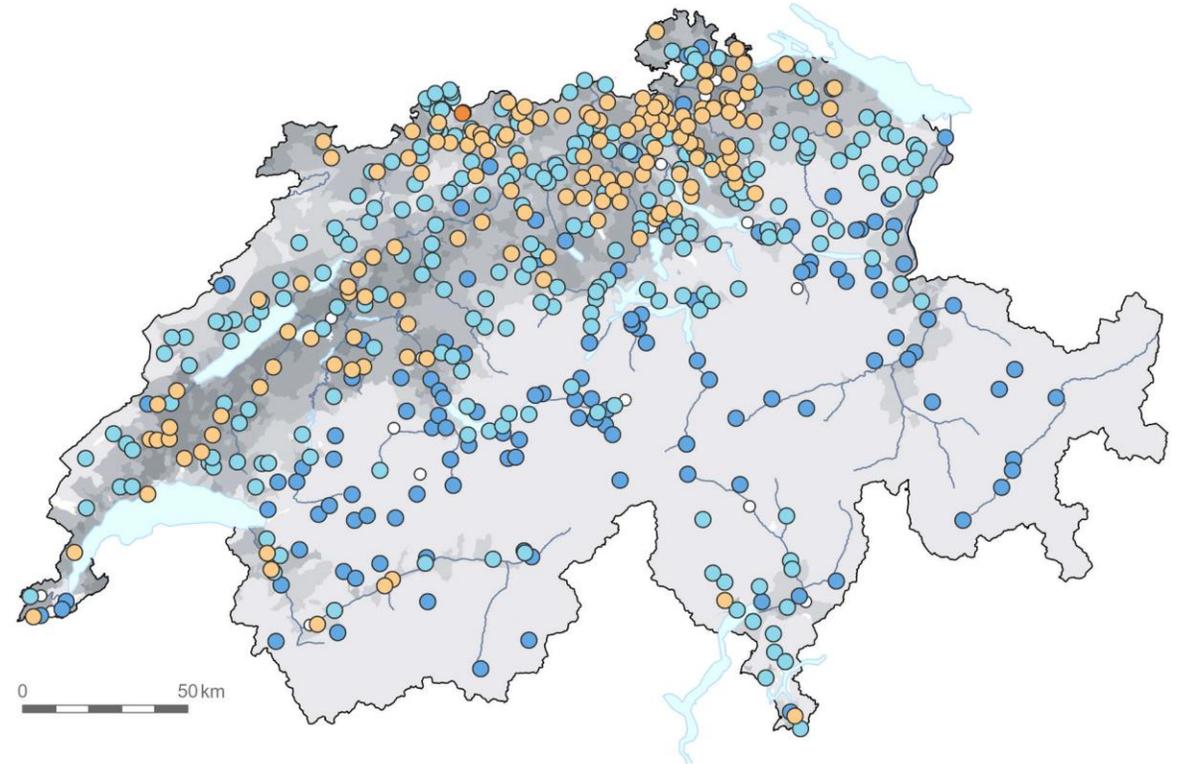


Numerische Anforderung GSchV: 0.1 µg/l

**Getreide**



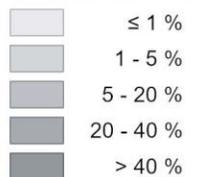
## Trifluor-Essigsäure (TFA, ein PFAS)



**TFA**



**Offenes Ackerland**



# Thermische Nutzung und Effekte Biodiversität



Bild: Wikimedia commons

Erwärmung:

- 1) Ausfällen von Mineralien mit retrograder Löslichkeit wie Karbonaten
- 2) Verstärktes Wachstum von thermophilen Bakterien. **Veränderung Biofilm und mikrobiellen Funktion des Ökosystems** (Zunahme pathogener Bakterien, Biofouling und Korrosion (Dinkel et al., 2020).

=> Erhöhtes Risiko für menschliche Gesundheit, wenn derselbe Grundwasserleiter für Trinkwasserversorgung genutzt wird

**ARTS**  
Aquifer Reaction to Thermal Storage

# Doch: Effekte auf Biodiversität bisher unklar und nicht überwacht



## Inhaltsverzeichnis

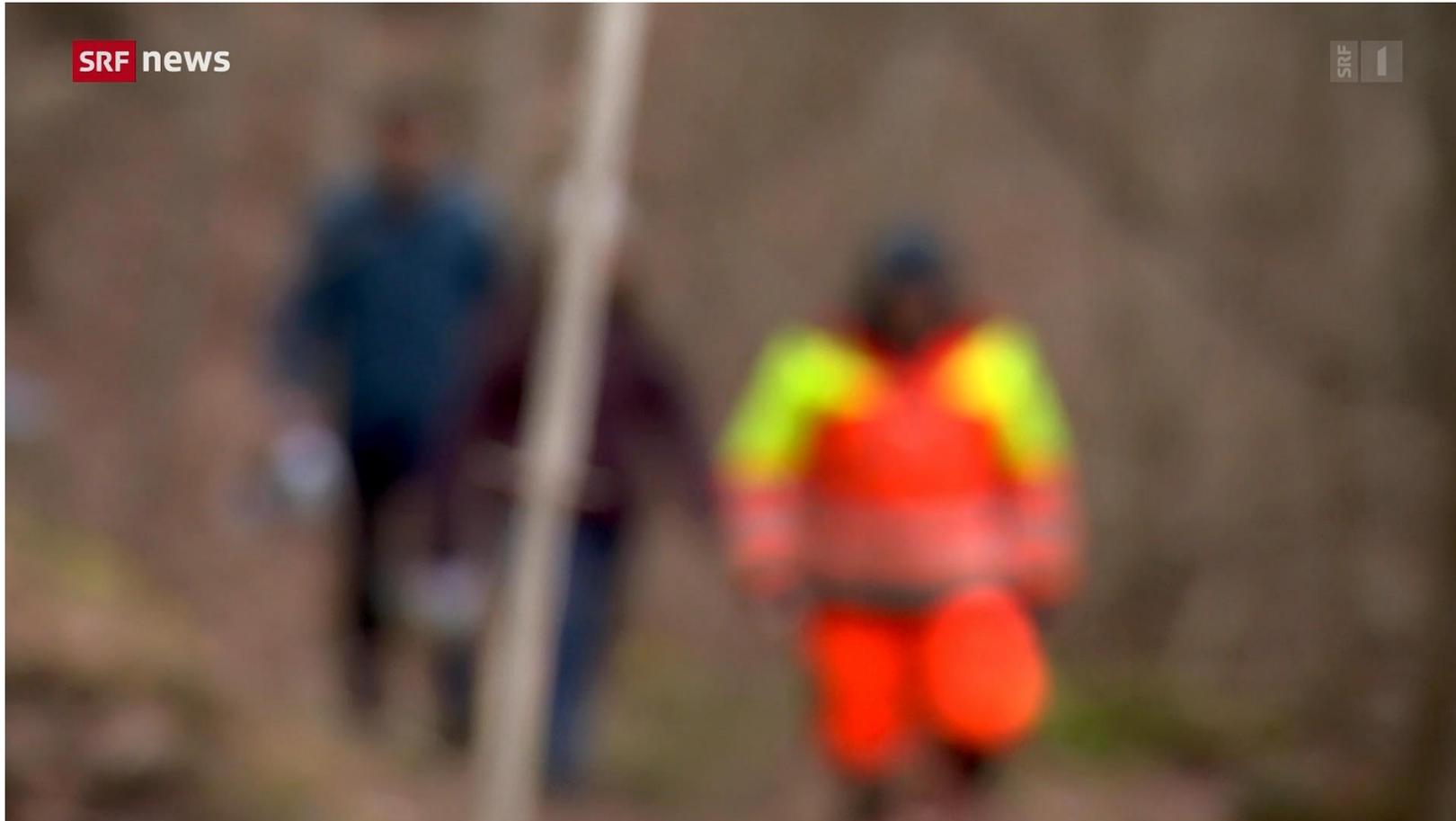
Abstracts	6
Vorwort	7
Kurzfassung	9
1 Einführung	14
2 Lebensräume im Hochgebirge	22
3 Moore	30
4 Gewässer	38
5 Wald	48
6 Agrarland	56
7 Siedlungsraum	70
8 Internationales und Ausblick	78
Literatur	85
Bildnachweis	95

## Biodiversität im Grundwasser:

- Bisher nur unzureichend dokumentiert
- Noch kein integraler Bestandteil der ökologischen Infrastruktur.
- Monitoring und Referenzwerte essentiell für langfristigen Erhalt dieser Ökosystemleistung.
- «Frühwarnsystem»

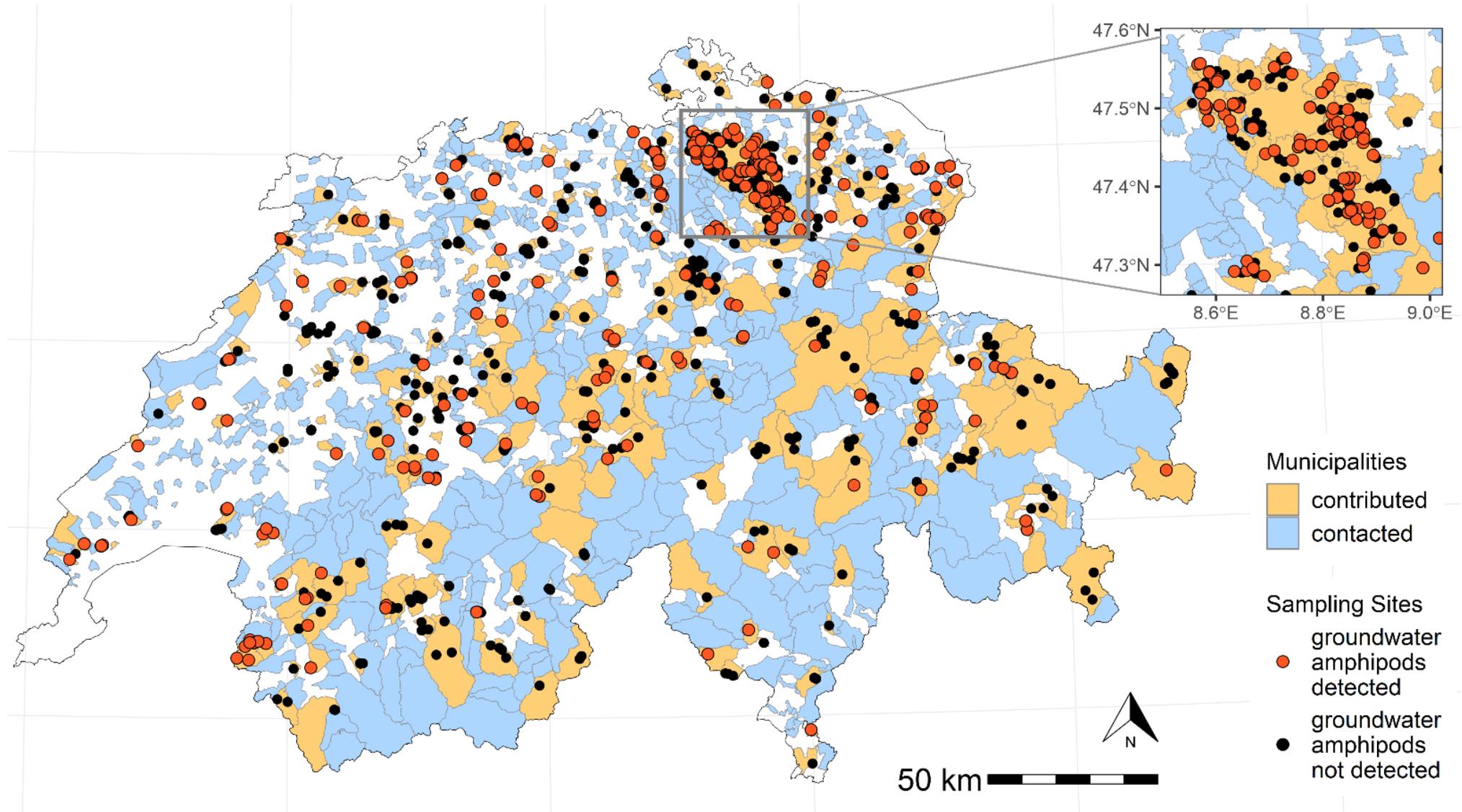


# Schweizweites Citizen-Science Projekt



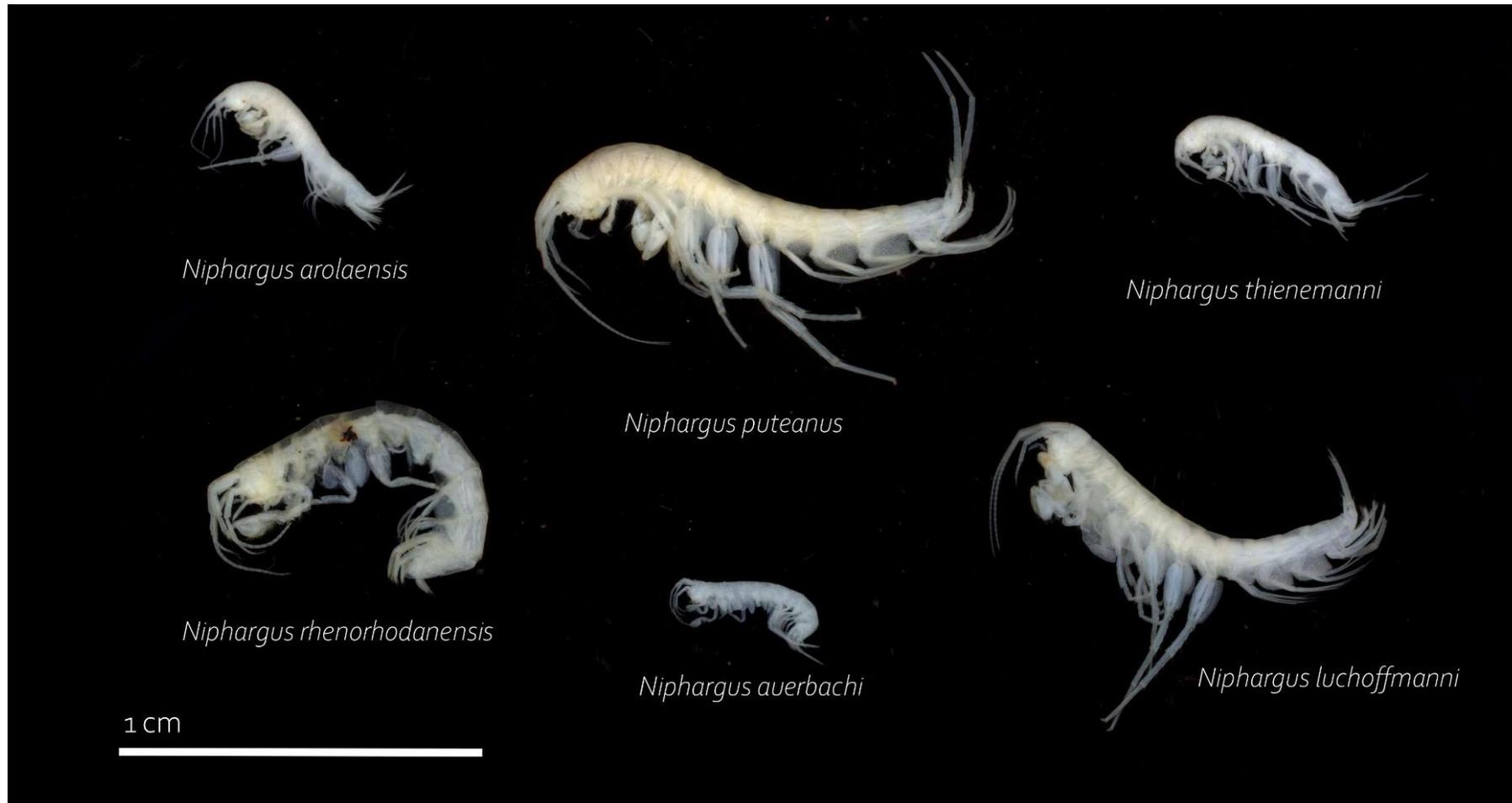
Zusammenarbeit mit >600 Gemeinden und Brunnenmeistern.  
Enger Kontakt zur "Basis" (d. h. Wasserversorgen) im ganzen Land.

# Schweizweites Citizen-Science Projekt

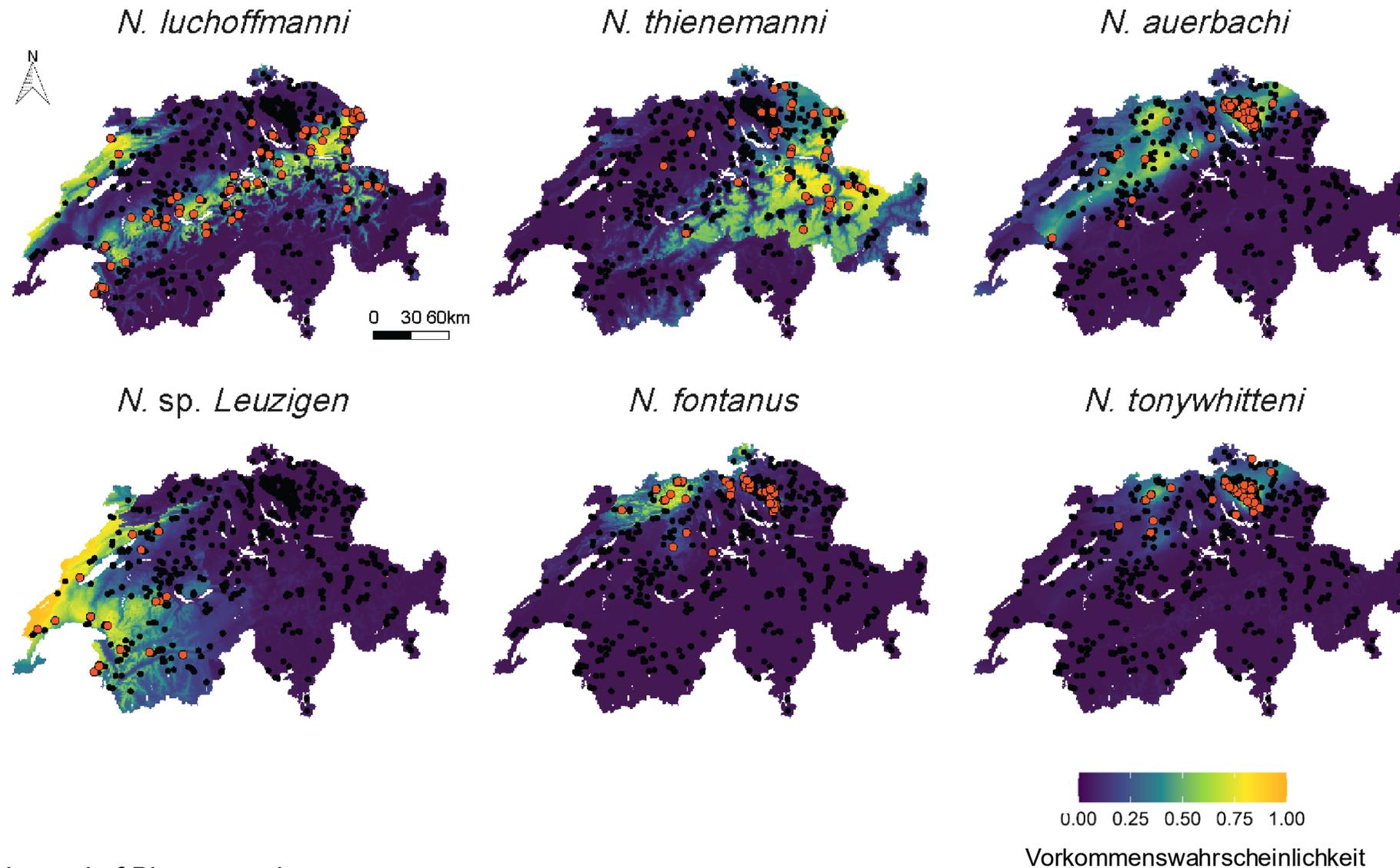


# Was finden wir? Flohkrebse — “Löwen” des Grundwassers

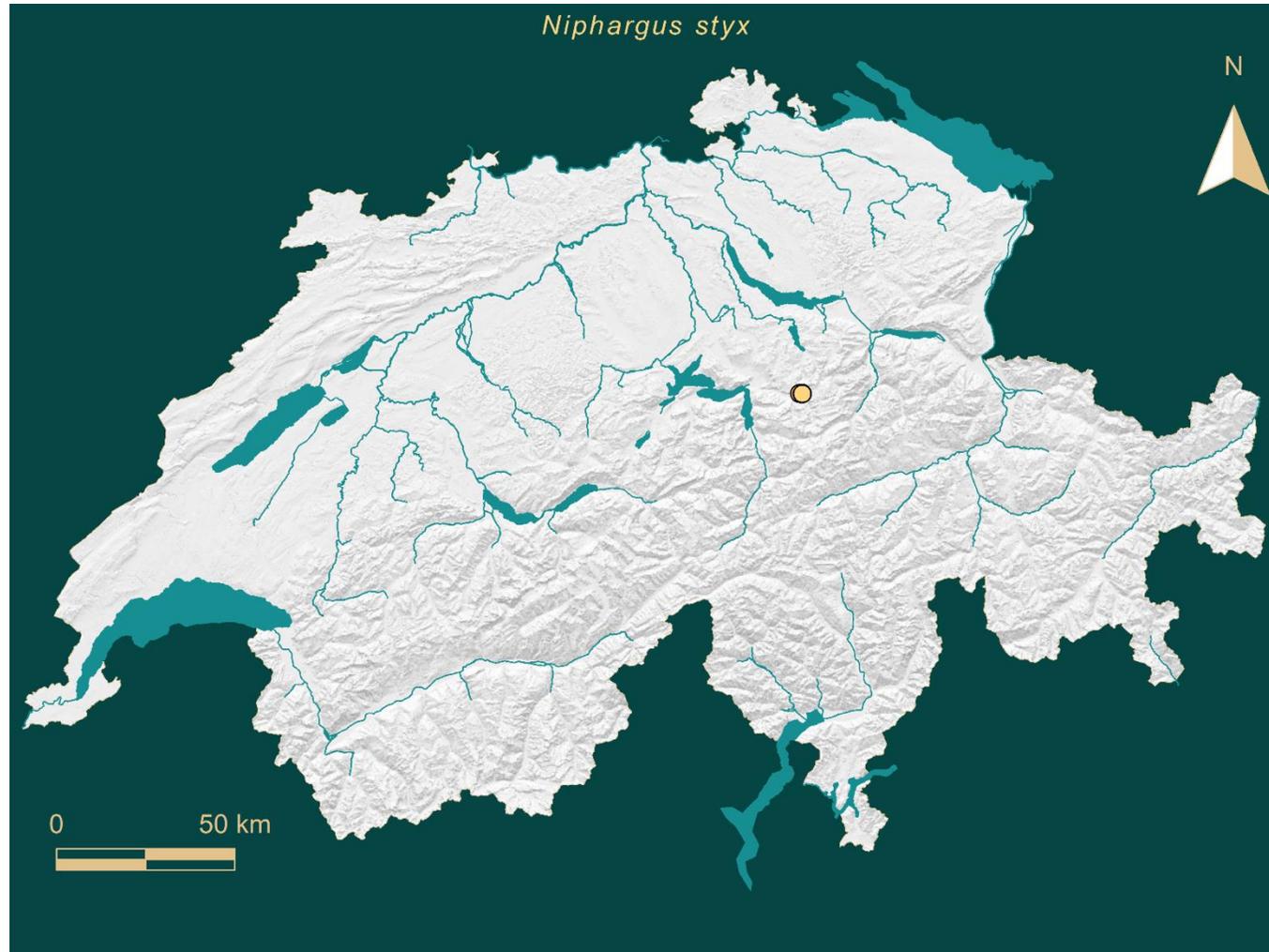
900 Probestellen, ~4000 Proben, 2300 Individuen, 27 Arten



# Was finden wir? Flohkrebse — “Löwen” des Grundwassers



# Flohkrebse: Urschweizer



Mindestens 6 Arten, die **weltweit nur in der Schweiz vorkommen** und hier Eiszeiten überdauerten.

# Flohkrebse: Frühwarnsysteme



Flohkrebse eignen sich für **Gewässergütebeurteilung** und als Testorganismen in Ökotoxikologie.

**Sensitiv** auf breites Spektrum an Chemikalien.

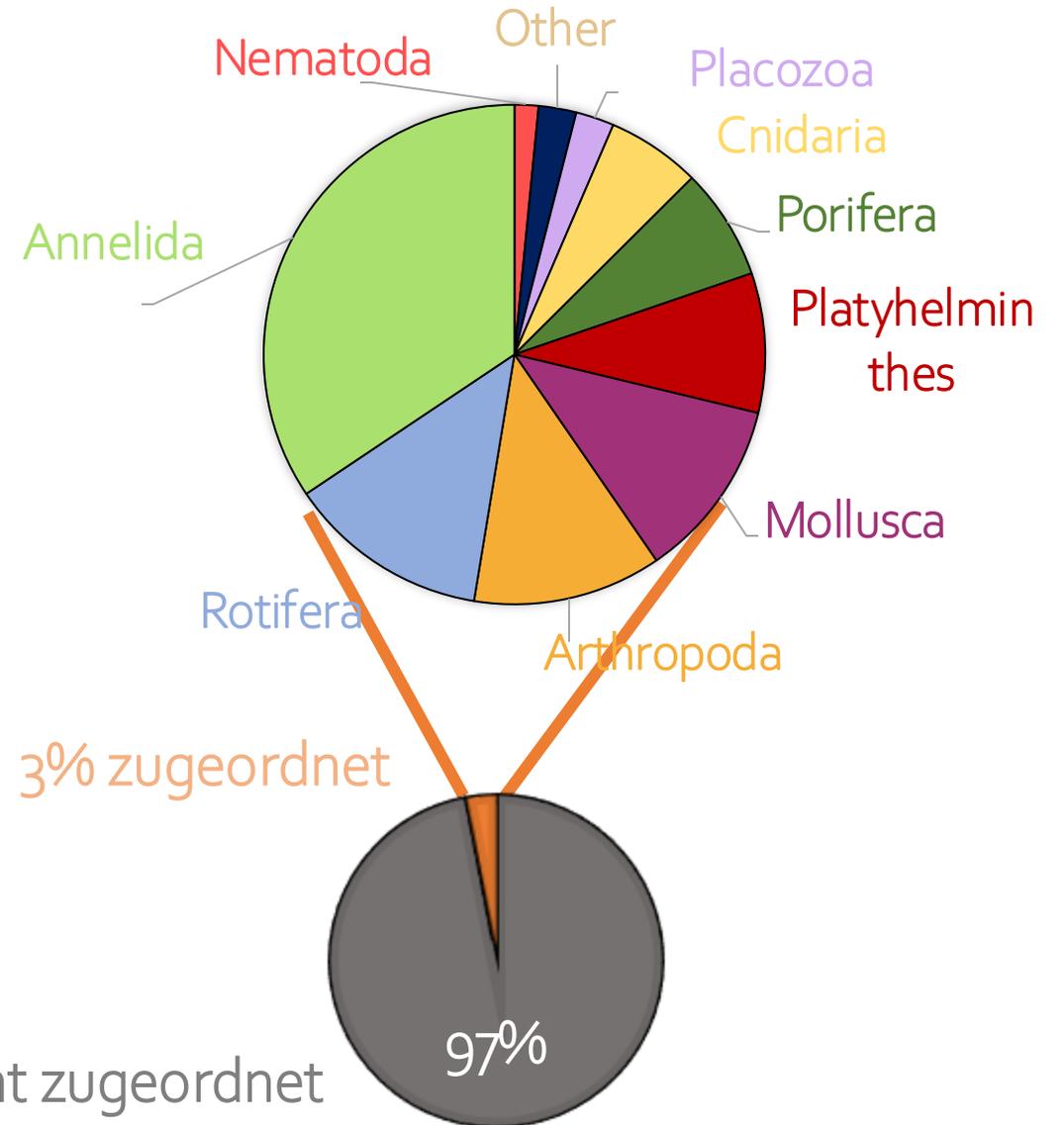
**Integrieren Effekte** kurzzeitiger Exposition, Mischexposition und chronische Exposition.

# Grundwasserdiversität und Funktion bedroht

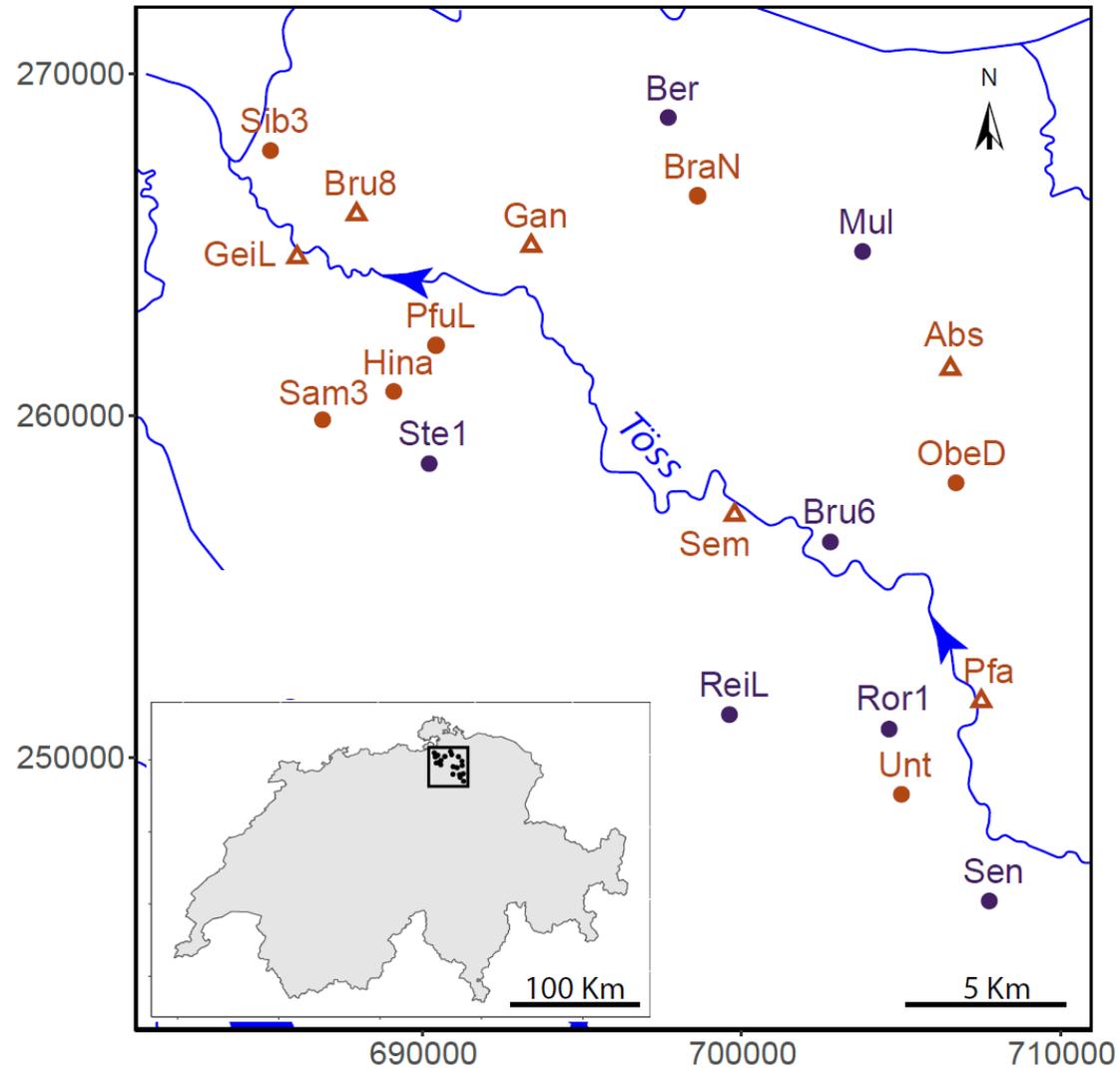
## Umwelt-DNA (eDNA) Analyse



Tausende von Organismen  
(v.a. Mikroben) nachgewiesen.



# Grundwasserdiversität und Funktion bedroht



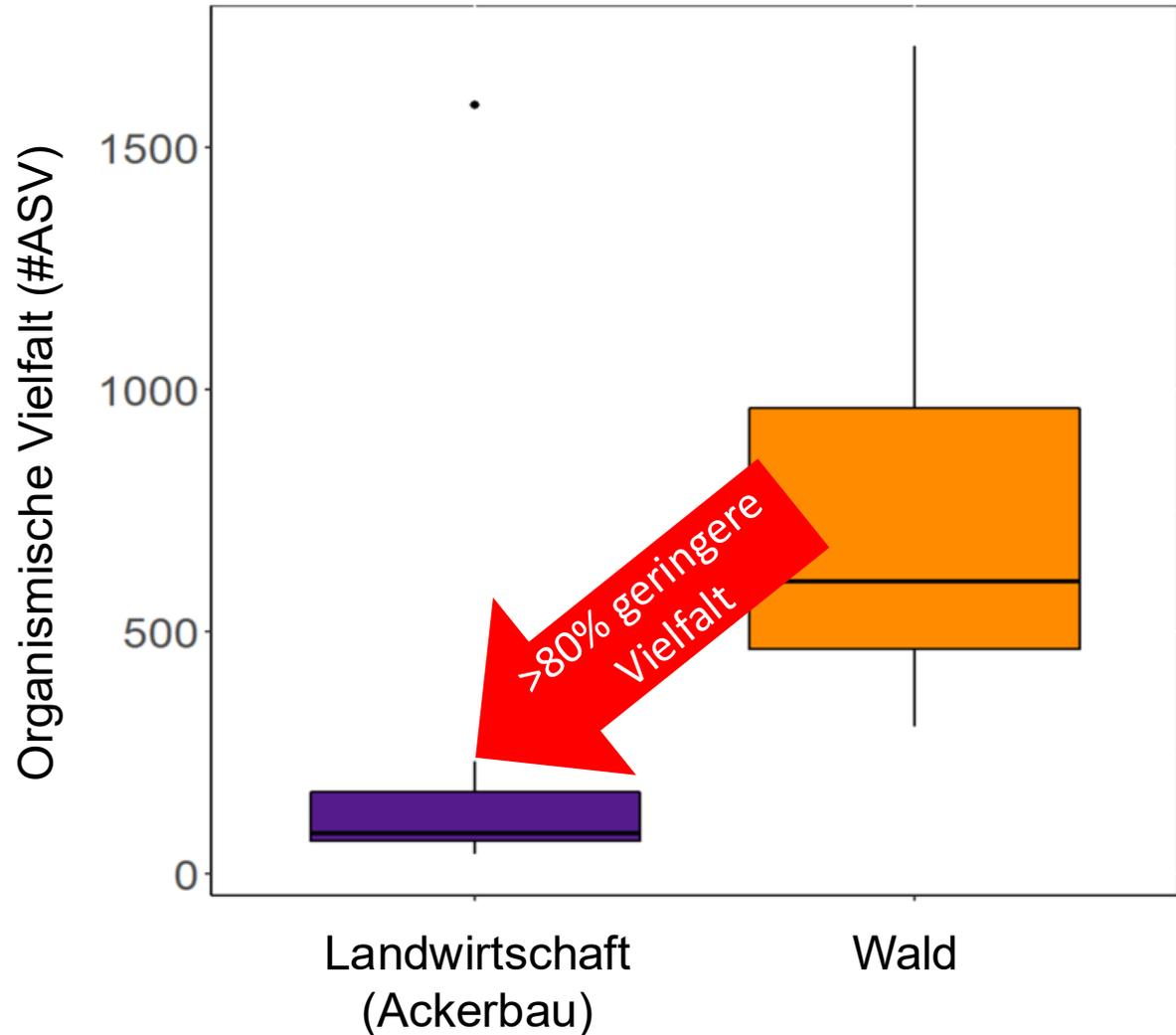
## Landnutzung:

-  Landwirtschaft (Ackerbau)
-  Wald

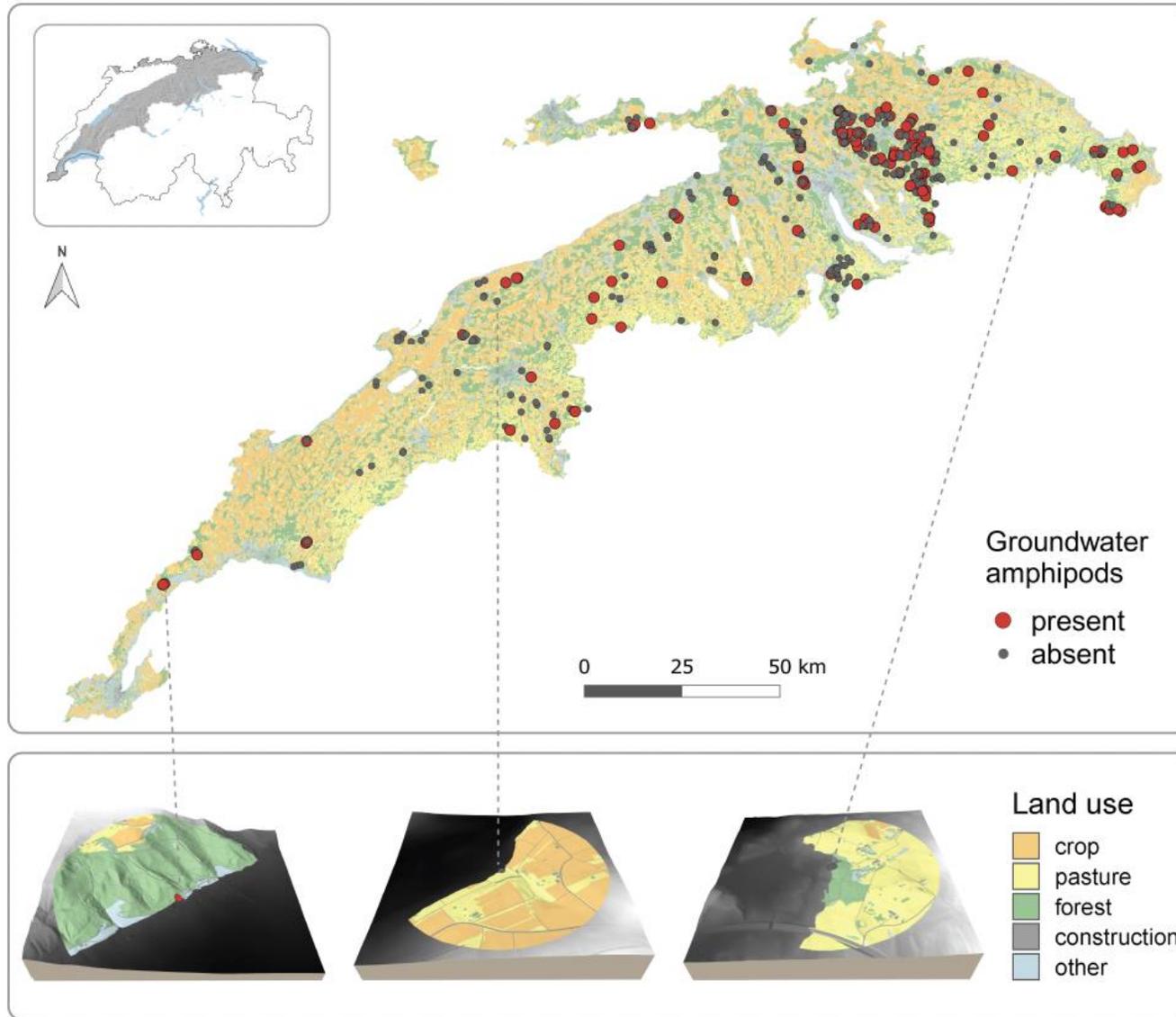
## Aquifer:

-  Kluftgestein
-  Lockergestein

# Grundwasserdiversität und Funktion bedroht



# Beeinflussung durch Landnutzung im Umkreis



484 Probestellen im Mittelland.

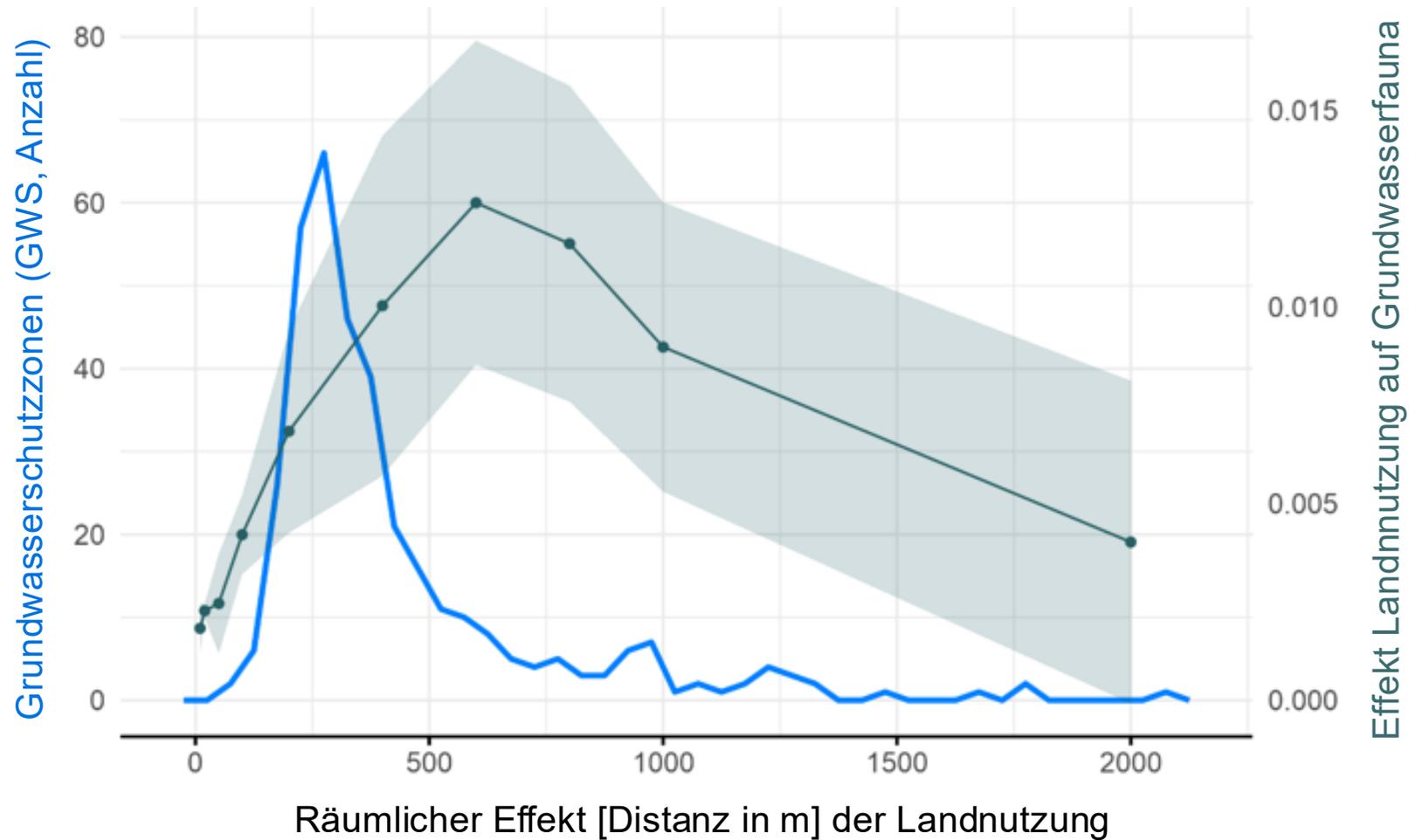
Flohkrebse gefunden oder nicht.

Landnutzung im Umkreis (Radius 10–5000 m) analysiert.



Signifikant weniger Vorkommen von Flohkrebse in intensiv landwirtschaftlich genutztem Gebiet (Ackerbau in direkter Umgebung).

# Beeinflussung durch Landnutzung im Umkreis



Negative Effekte der intensiven Landnutzung im Umkreis von 1–1.5 km nachweisbar.

GWS

Negative Effekte Landnutzung

Definition und Ausscheidung Zuströmbereich und Anpassung Landnutzung notwendig

# Schlussfolgerungen

- **Hohe Biodiversität** im Grundwasser, grösstenteils noch unbekannt
- Essentiell für Ökosystemleistungen, v.a. **Reinigung/Sicherstellung Trinkwasser**
- **Landnutzung** (v. a. intensive Landwirtschaft) **beeinträchtigen Grundwasserbiodiversität**
- Einflussbereich der Landnutzung im **Zuströmbereich** bis >1 km Distanz; Ausscheidung Zuströmbereiche für Schutz Grund/Trinkwasser wichtig
- **3D Raumplanung**: Grundwasser mitdenken und überwachen

# Nächste Schritte aus Sicht Wissenschaft

2024 | Artikel

## «Die einzigartige Biodiversität des Grundwassers braucht mehr Beachtung»

Carte blanche für Florian Altermatt und Roman Alther, Eawag und Universität Zürich

12.12.2024 – Das Grundwasser ist die wichtigste Trinkwasserquelle der Schweiz. Seine Unversehrtheit ist von hohem gesellschaftlichem und wirtschaftlichem Interesse. Es beherbergt eine einzigartige Vielfalt an hochspezialisierten Organismen, von denen viele nur in der Schweiz vorkommen. Die Biodiversität des Grundwassers ist jedoch grösstenteils unerforscht und erscheint kaum im Monitoring und in Berichten zur Biodiversität. Aus unserer Sicht wäre eine angemessene Berücksichtigung der biologischen Vielfalt des Grundwassers dringend notwendig. Erste wichtige Schritte wären Rote Listen für Grundwasserorganismen und die systematische Überwachung der biologischen Vielfalt.



*Der Beitrag gibt die persönliche Meinung der Autoren wieder und muss nicht mit der Haltung der SCNAT übereinstimmen.*

Die Schweiz beherbergt eine einzigartige Biodiversität mit über 56'000 bekannten und geschätzt insgesamt 85'000 Arten. [↗](#) Diese Artenvielfalt ist an Land sowie in Seen und Bächen relativ gut dokumentiert. Über die

Biodiversität im Grundwasser, das mehr als 40 Prozent aller Süsswasserreserven der Schweiz enthält, ist jedoch nur sehr wenig bekannt. Dies ist erstaunlich, werden aus dem Grundwasser

## 2 Aspekte wichtig:

- Überwachung Grundwasserbiologie mittels eDNA. Parallel zu bestehenden Programmen und chemisch-physikalischer Überwachung.
- Rote Listen als rechtlich wirksames Mittel, um Schutz zu gewährleisten. RL sind etabliertes Instrument, und würden sich auch für effektiven Schutz der Grundwasserbiologie eignen.



# Danke!



[www.altermattlab.ch](http://www.altermattlab.ch)



[@florianaltermatt.bsky.social](https://www.bsky.social/florianaltermatt)



Kontakt:

[Florian.Altermatt@eawag.ch](mailto:Florian.Altermatt@eawag.ch)

Forschungsbeiträge von:

Dr. Roman Alther, Dr. Mara Knüsel, Dr. Marjorie Couton



# Literatur

Alther, R., N. Bogni, Š. Borko, C. Fišer, and F. Altermatt (2020) Reiche Grundwasser-Fauna: Pilotstudie fördert Artenvielfalt zutage. *Aqua & Gas* 100: 36-42.

Couton, M., S. Hürlemann, A. Studer, R. Alther, and F. Altermatt (2023) Groundwater environmental DNA metabarcoding reveals hidden diversity and reflects land-use and geology. *Molecular Ecology* 32: 3497–3512.

Di Lorenzo, T., E. Lunghi, C. Aanei, F. Altermatt, R. Alther, et al. (2024) EU needs groundwater ecosystems guidelines. *Science* 386: 1103-1103.

Knüsel, M., R. Alther, and F. Altermatt (2024) Terrestrial land use signals on groundwater fauna beyond current protection buffers. *Ecological Applications* 34: e3040.

Knüsel, M., R. Alther, N. Locher, A. Ozgul, C. Fišer, and F. Altermatt (2024) Systematic and highly resolved modelling of biodiversity in inherently rare groundwater amphipods. *Journal of Biogeography* 51: 2094-2108.

Bericht Echo der Zeit  
(3.2.2025):



Bericht 10vor10  
(3.2.2025):



Bericht BAFU Magazin



Bericht Nano (3Sat)

