



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU

Abteilung Hydrologie
Sektion Hydrogeologie

Ökologische Ziele für das Grundwasser in der Schweiz

>> Von der Verordnung zur Umsetzung

Michael Sinreich

Bundesamt für Umwelt BAFU, Schweiz

Kolloquium *Grundwasserökosysteme*

Umweltbundesamt – München 09.11.2010



Gewässerschutzverordnung GSchV

- Gewässerschutzgesetz 1991:
*Erhaltung natürlicher Lebensräume
für die einheimische Tier- und
Pflanzenwelt*
- GSchV 1998:
*Naturnahe und standortgerechte
Lebensgemeinschaften in
Oberflächengewässern*
- GSchV 1998:
*Chemische und mikrobiologische
Wasserqualität im Grundwasser*
- GSchV 1998:
Biozönose im Grundwasser



Gewässerschutzverordnung GSchV

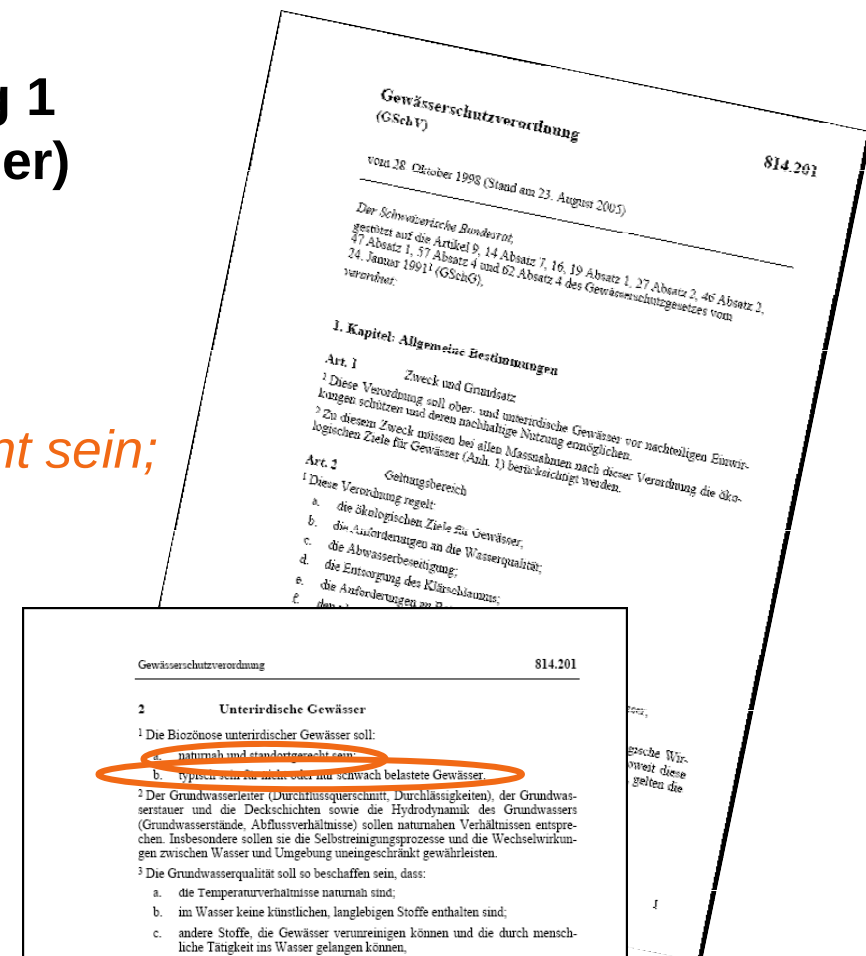
- Biozönose im Grundwasser

Forderung aus GSchV, Anhang 1 (Ökologische Ziele für Gewässer)

„Die Biozönose unterirdischer Gewässer soll:

- *Naturnah und standortgerecht sein;*
- *Typisch sein für nicht oder nur schwach belastete Gewässer.*“

Bio-Indikator für die Qualität des Grundwassers als Trinkwasserressource





Gewässerschutzverordnung GSchV

- **Vollzugshilfe Grundwasserschutz**

„Unter der Biozönose unterirdischer Gewässer versteht man Lebensgemeinschaften, welche das Grundwasser sowie den nicht gesättigten Untergrund besiedeln.

„... vorwiegend sesshafte Lebensgemeinschaften von Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze und Protozoen. ... finden sich auch mehrzellige Organismen wie Kleinkrebse, Würmer, Schnecken und Muscheln.“

„Die Biozönose naturnaher unterirdischer Gewässer bzw. diejenige, die typisch ist für nicht oder nur schwach belastete Gewässer, zeichnet sich aus durch eine geringe Anzahl koloniebildender Keime, eine geringe Besiedlungsdichte der übrigen Bakterien und Organismen sowie einem langsamen Stoffumsatz. ...“

„Die Biozönose unterirdischer Gewässer wird vom Typ des Grundwasserleiters, von der Temperatur, von den chemisch-physikalischen Eigenschaften des unterirdischen Gewässers und vom Nährstoffangebot beeinflusst. ...“



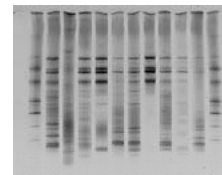


Umsetzung – Grundlagenstudien

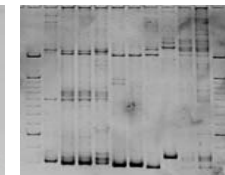
- Karst-Grundwasserleiter



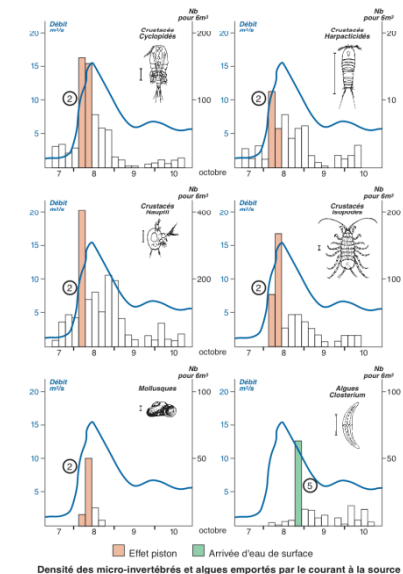
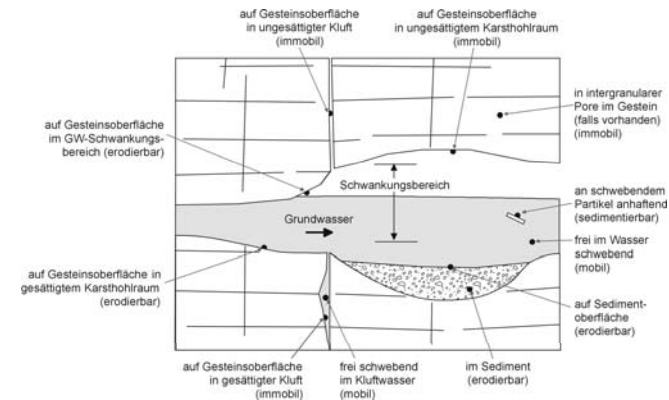
- Endemische Fauna
Moeschler et al. 1988
- Zeitliche und räumliche Variabilität
von Mikrobiologie und Fauna
Moeschler et al. 1982,
Fleury 2005,
Pronk et al. 2007



TTGE GEL



SSCP GEL





Umsetzung – Grundlagenstudien

- Literaturstudie zur Charakterisierung von mikrobiellen Gemeinschaften im Grundwasser
Hunkeler et al. 2006

→ Abklärung der Problematik und Umsetzungshilfe



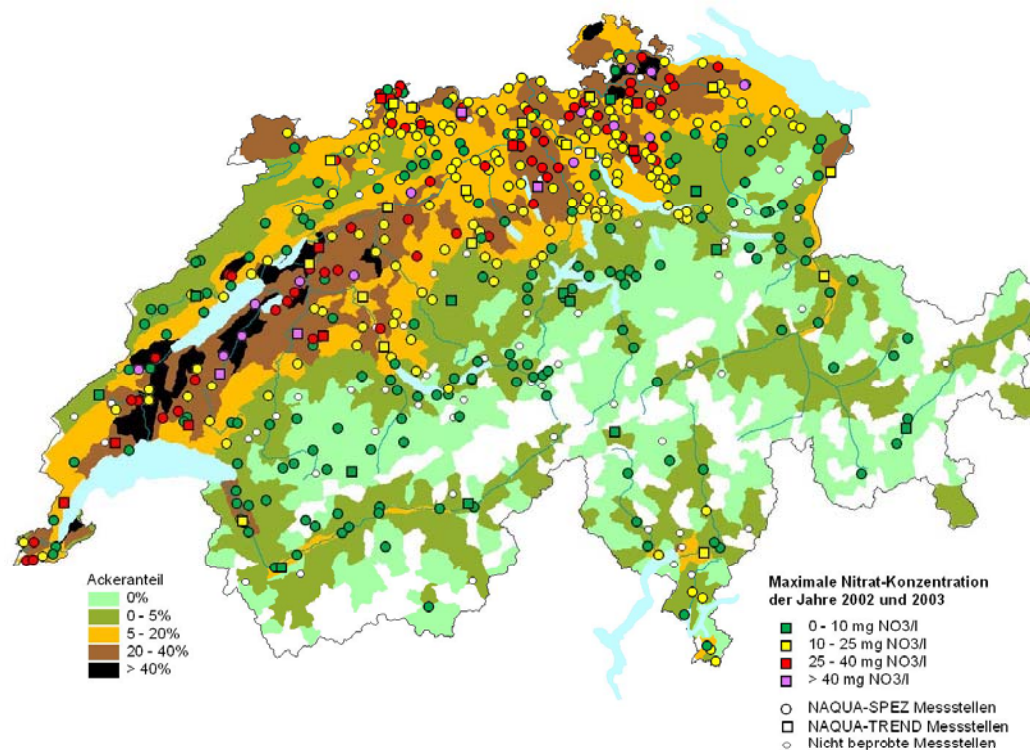
„Biozönosen im Grundwasser“
BAFU-Serie Umwelt-Wissen



Umsetzung – Problemstellungen

- „Naturnah“

Unbelastete Referenzstandorte ?



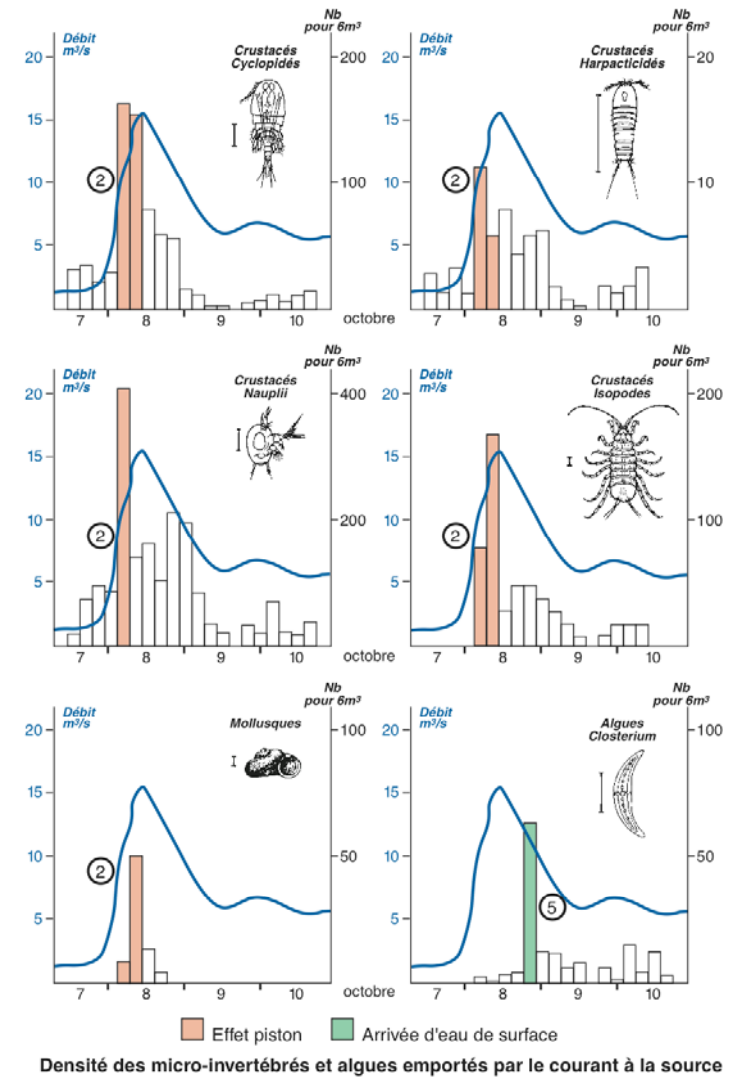


Umsetzung – Problemstellungen

Zeitliche Variabilität



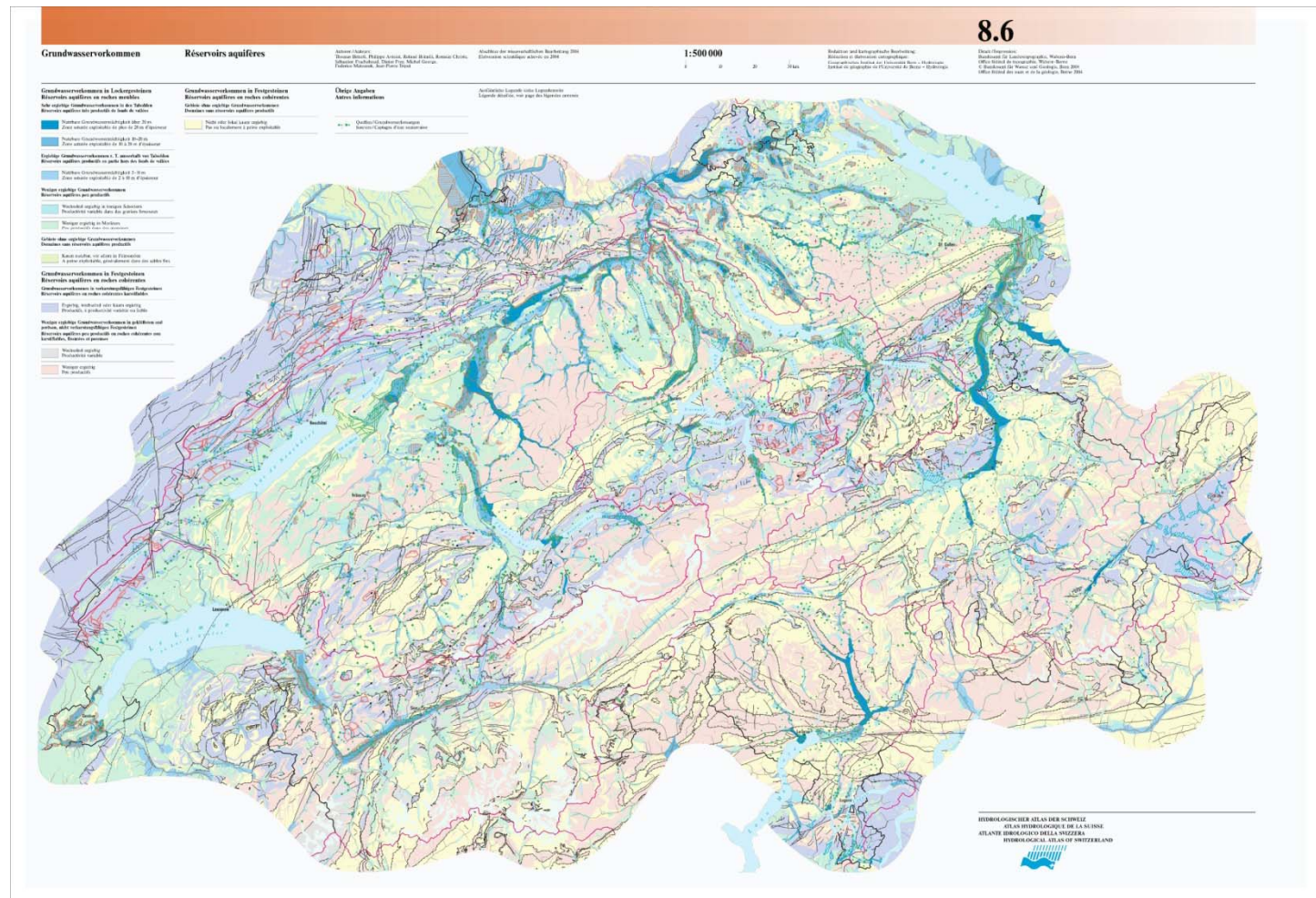
Moeschler et al. 1982





Umsetzung – Problemstellungen

Hydrogeologische Variabilität



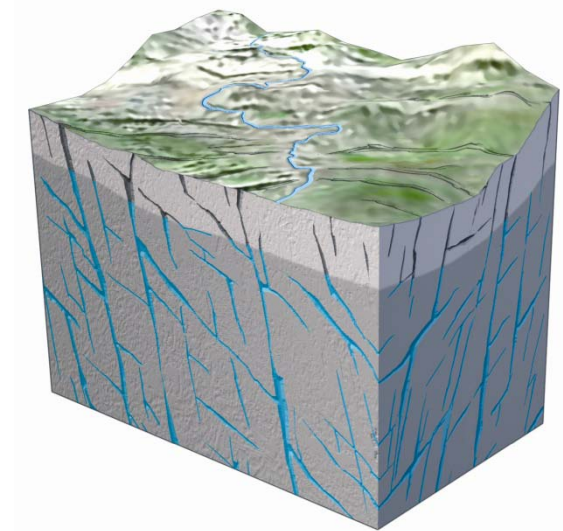
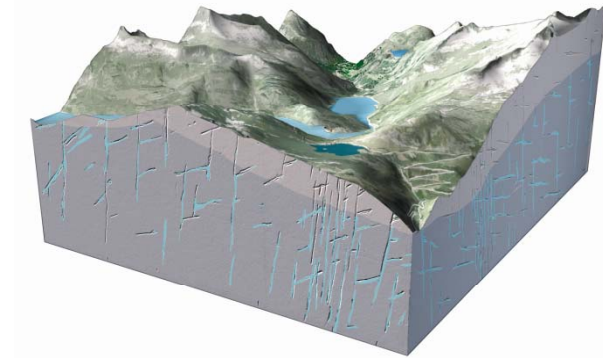


Hydrogeologie der Schweiz

- **Kluft-Grundwasserleiter**

78% der Landesfläche

30% des Trinkwasserverbrauchs



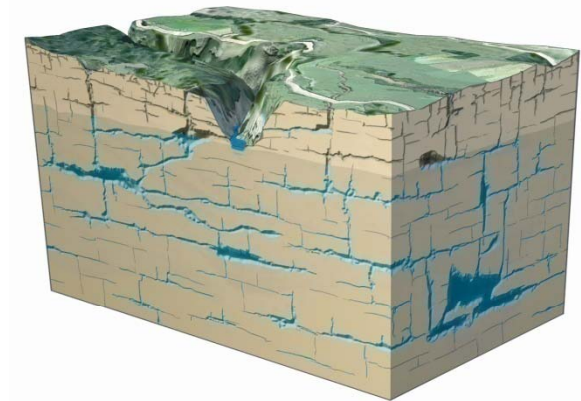
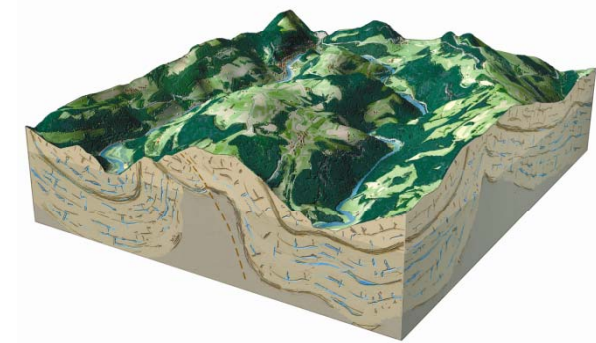


Hydrogeologie der Schweiz

- **Karst-Grundwasserleiter**

16% der Landesfläche

20% des Trinkwasserverbrauchs



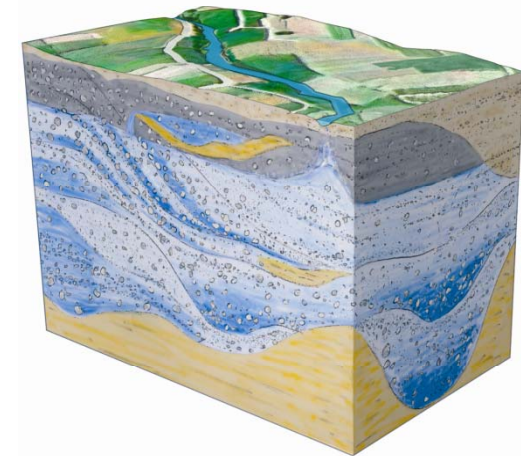


Hydrogeologie der Schweiz

- **Lockergesteins-Grundwasserleiter**

6% der Landesfläche

35% des Trinkwasserverbrauchs





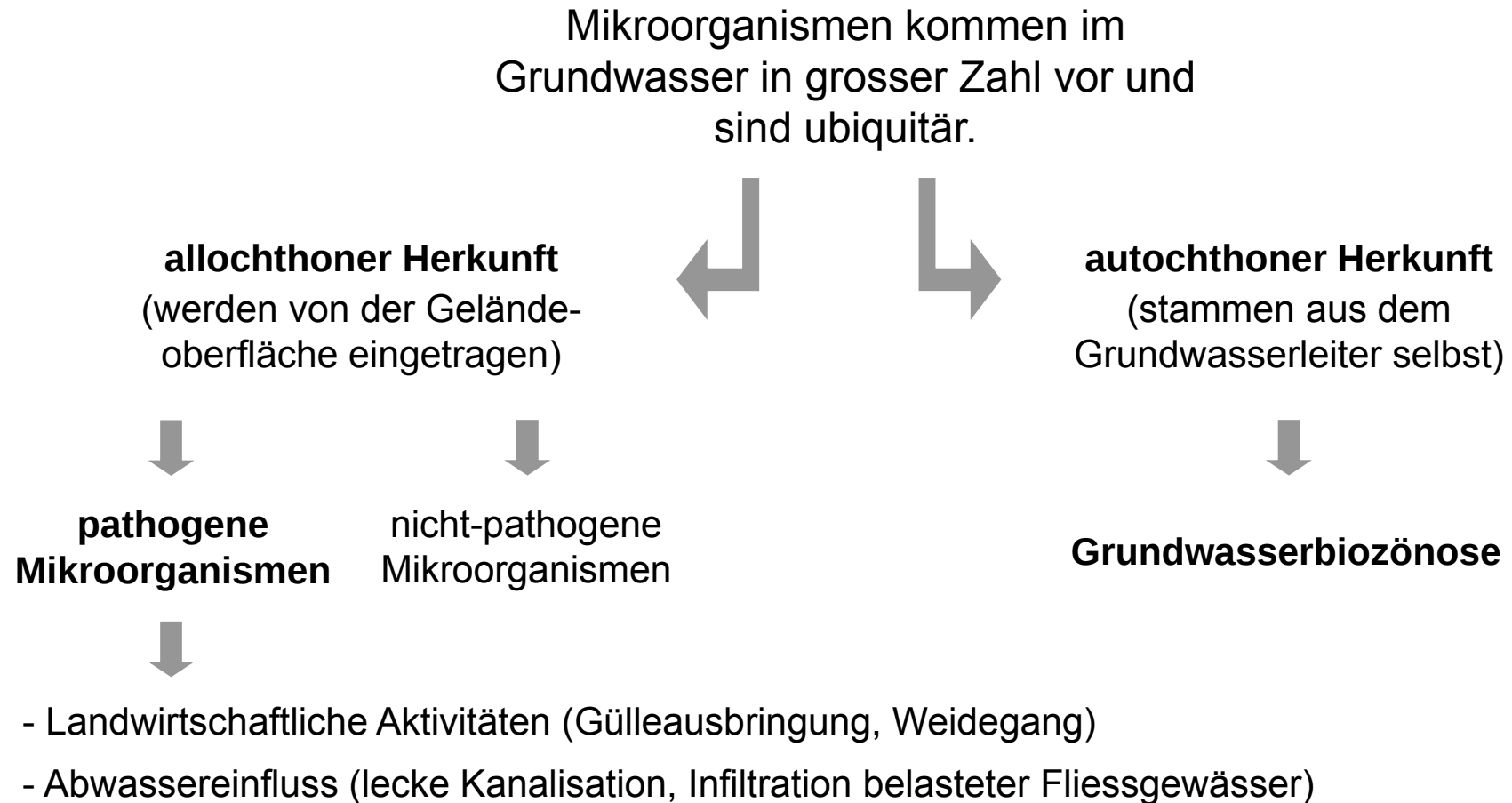
Umsetzung – Basiserhebungen

- Projekt

Mikrobiologischer Zustand des Schweizer Grundwassers



Umsetzung – Basiserhebungen

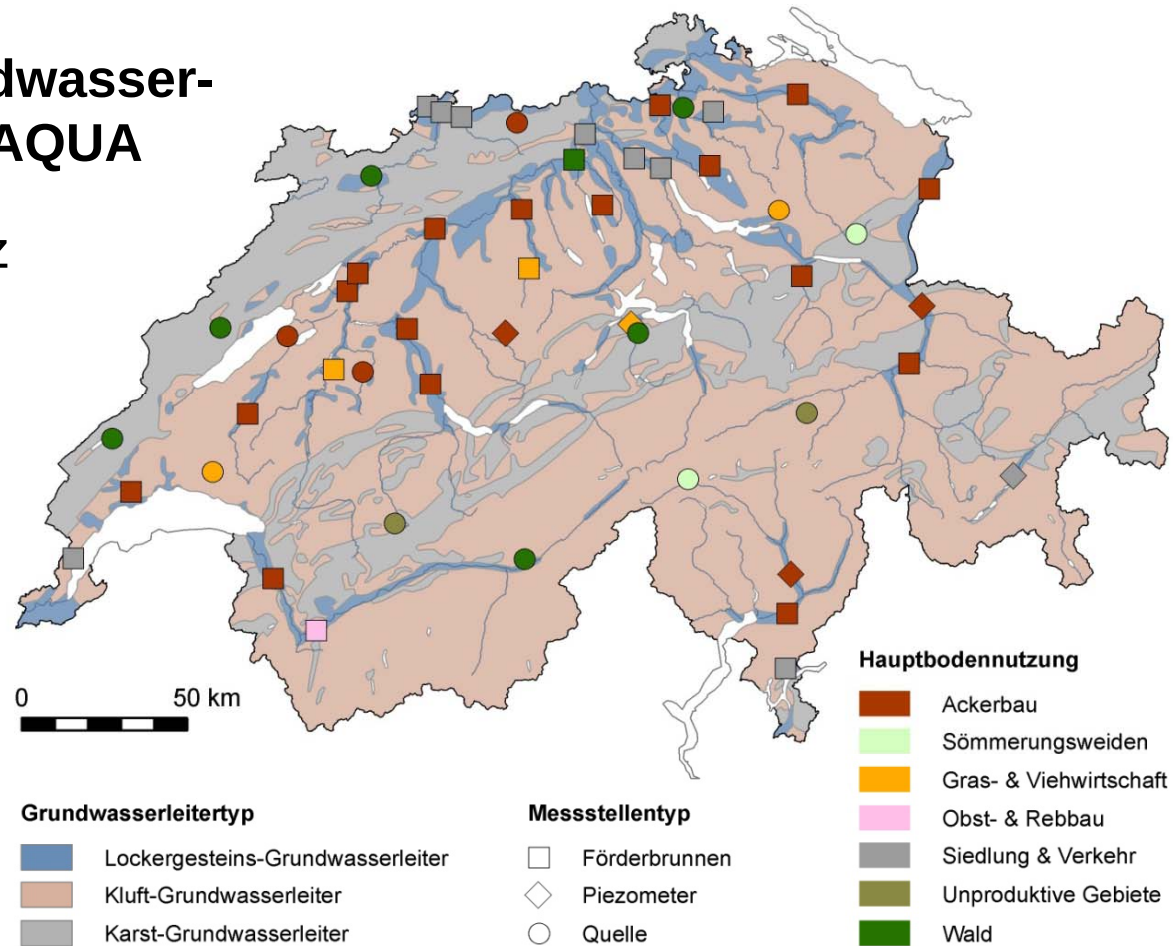




Umsetzung – Basiserhebungen

- **Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA**

Basismessnetz
Grundwasser-
qualität





Umsetzung – Basiserhebungen

• Allochthone Mikroorganismen

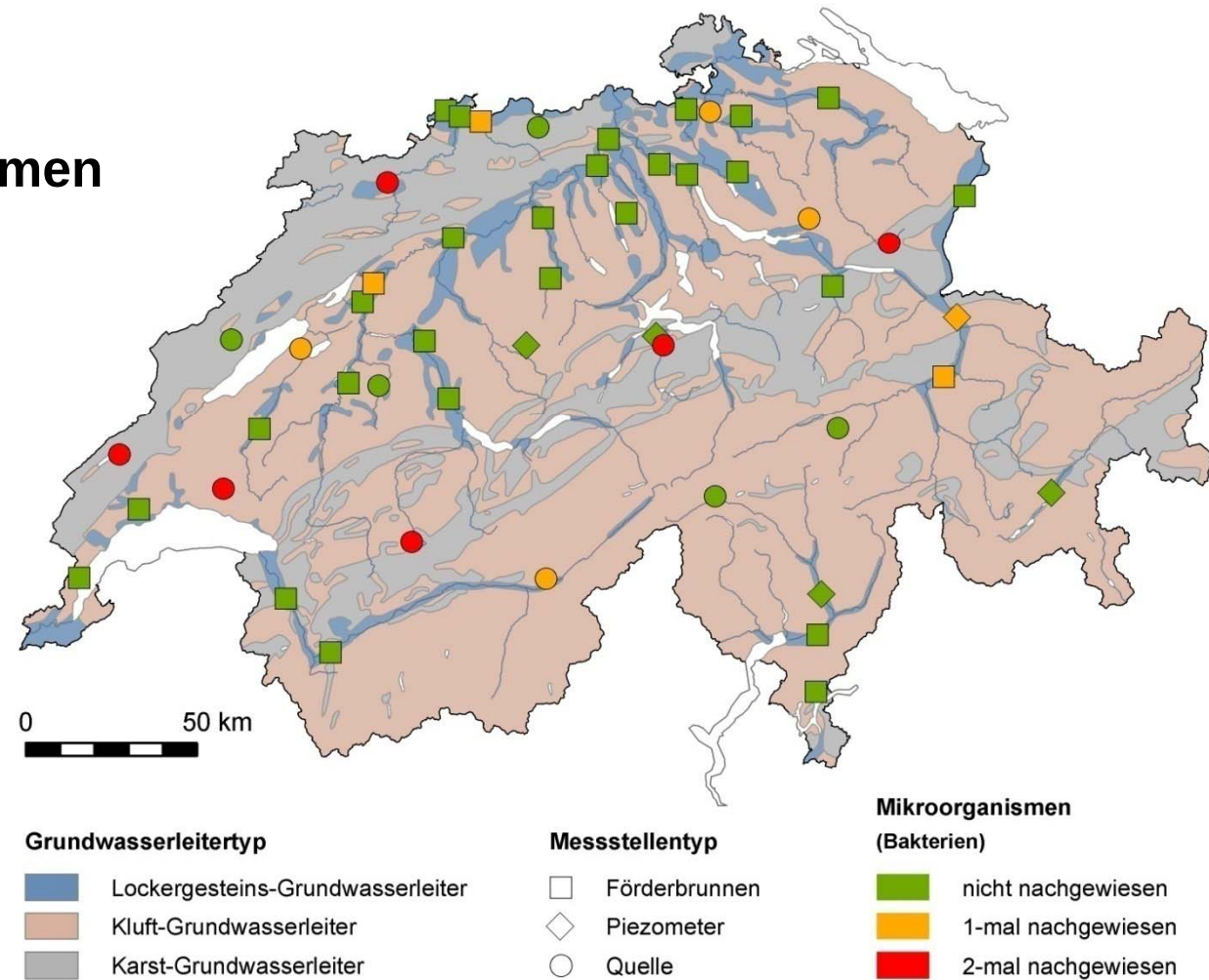
Mikroorganismen	Fäkalquelle	Grösse	Resistenz	Auftreten in Gewässern der Schweiz
Bakterien				
<i>Escherichia coli</i>	Mensch, Tier	0,5 - 2 µm		Oberflächen- und Grundwasser
Enterokokken	Mensch, Tier	0,5 - 2 µm	+	Oberflächen- und Grundwasser
<i>Clostridium perfringens</i>	Mensch, Tier	1 - 4 µm	++	Oberflächen- und Grundwasser
aerobe mesophile Keime	Ubiquitär	0,5 - 5 µm		Oberflächen- und Grundwasser
Gesamtzellzahl	Ubiquitär	0,5 - 5 µm		Oberflächen- und Grundwasser
<i>Salmonella</i> spp.	Wild-, Haustiere, Vögel, Mensch	1 - 4 µm		nicht bekannt
<i>Campylobacter</i> spp.	Wild-, Haustiere, Vögel	0,5 - 4 µm		Oberflächen- und Grundwasser
verotoxinbildende <i>Escherichia coli</i> (VTEC)	Kälber, Rinder	0,5 - 2 µm		Oberflächen- und Karstquellwasser
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Ubiquitär	0,5 - 5 µm		Oberflächen- und Grundwasser
Viren				
Noroviren	Mensch, Rindern, Schweinen *	27 - 40 nm	++	Oberflächen- und Karstquellwasser
Enteroviren	Mensch, Tier *	20 - 30 nm	++	Oberflächen- und Grundwasser
Rotaviren	Mensch, Tier *	~ 70 nm	+++	Oberflächen- und Grundwasser
Adenoviren	Mensch, Tier *	90 - 100 nm	++	nicht bekannt
Protozoen				
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Kälber, Wild-, Haustiere, Mensch	3 - 8 µm	+++	Oberflächen-, Kluft- und Karstquellwasser
<i>Giardia</i> spp.	Wiederkäuer, Hunde, Katzen	7 - 15 µm	+++	Oberflächenwasser

* mit der angewandten Methodik werden ausschliesslich humanpathogene Viren detektiert



Umsetzung – Basiserhebungen

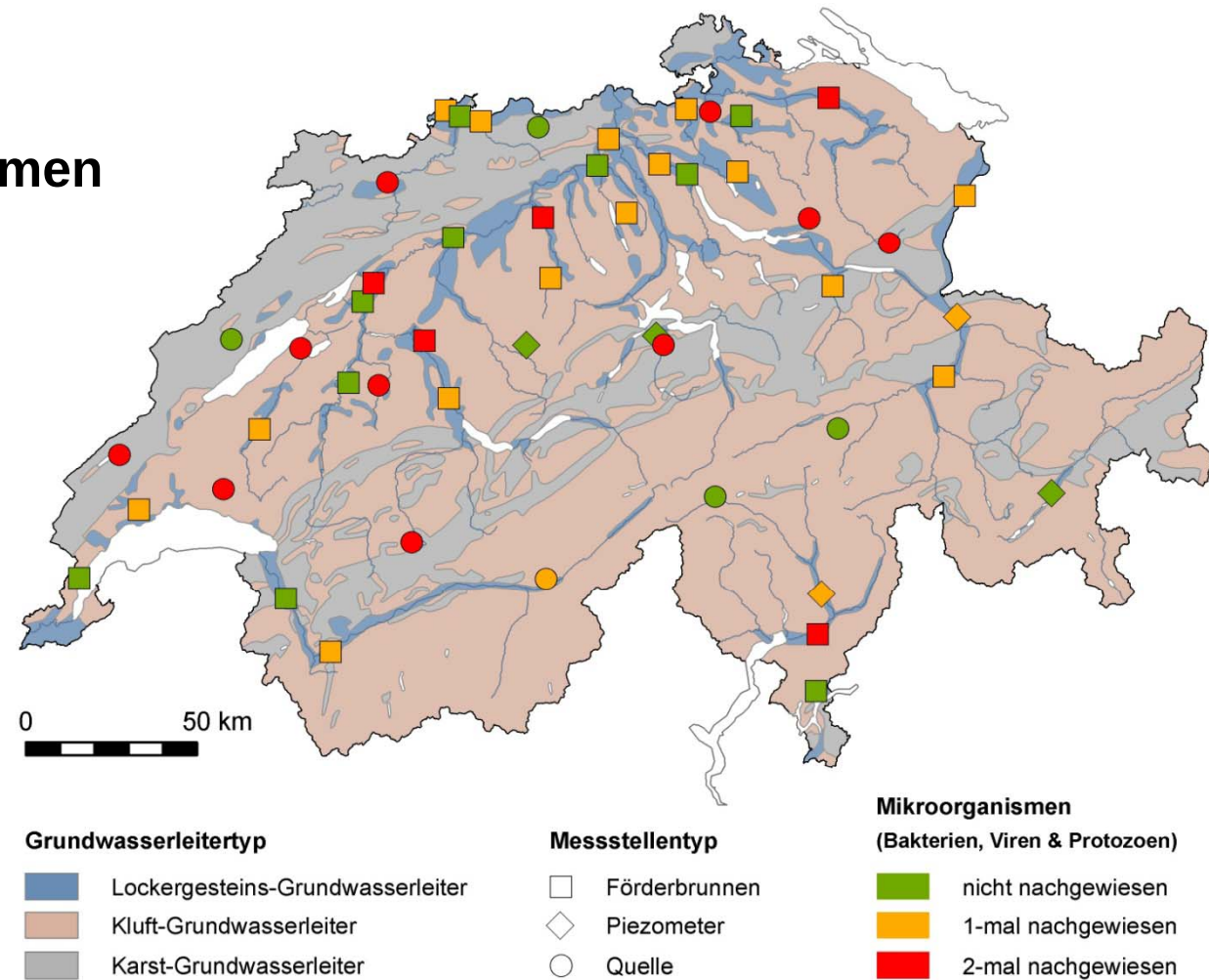
- Allochthone Mikroorganismen





Umsetzung – Basiserhebungen

- Allochthone Mikroorganismen





Umsetzung – Basiserhebungen

- **Autochthone Mikroorganismen**

FCM		Flow-Cytometry
		- Totalzellzahl (TZZ)
		- Low Nucleic Acid Bacteria (LNA)
		- High Nucleic Acid Bacteria (HNA)
		- Live / Dead (intakte und permeabilisierte Zellen)

ATP		Adenosintriphosphat
		- Gesamt
		- Frei
		- Zellulär

TOC / DOC / AOC		Total Organic Carbon
		Dissolved Organic Carbon filtriert bei 0.22 µm Porengröße
		Assimilable Organic Carbon ermittelt aus Regrowth Potential (RGP) bei 30°C

EAWAG / BAFU



Umsetzung – Basiserhebungen

- **Autochthone Mikroorganismen**

- durchgehend ca. 90% der Zellen intakt
- Totalzellzahlen für Grundwasserleitertypen
- ATP korrelierbar mit Totalzellzahl

EAWAG / BAFU

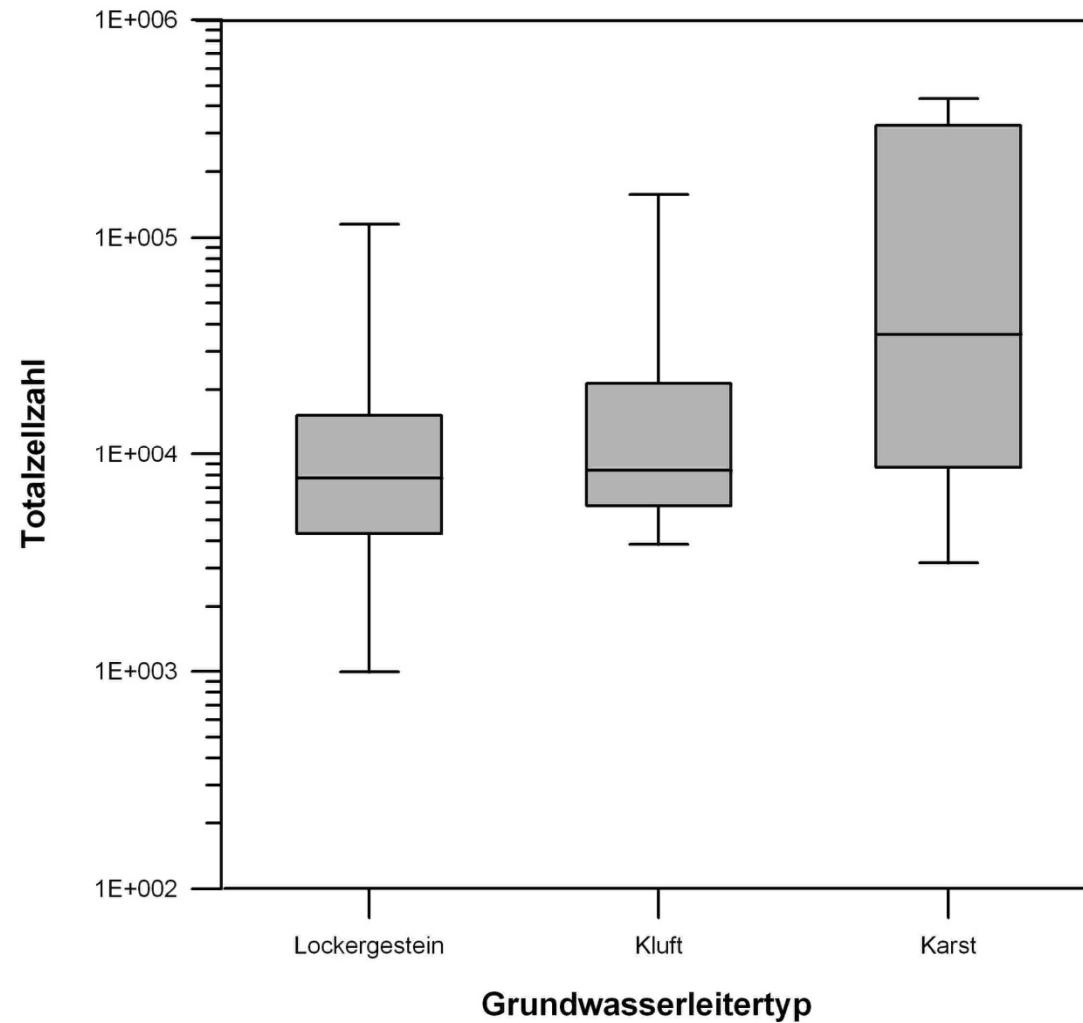
- Molekularbiologische
Untersuchungen (T-RFLP)

EPFL / BAFU



Umsetzung – Basiserhebungen

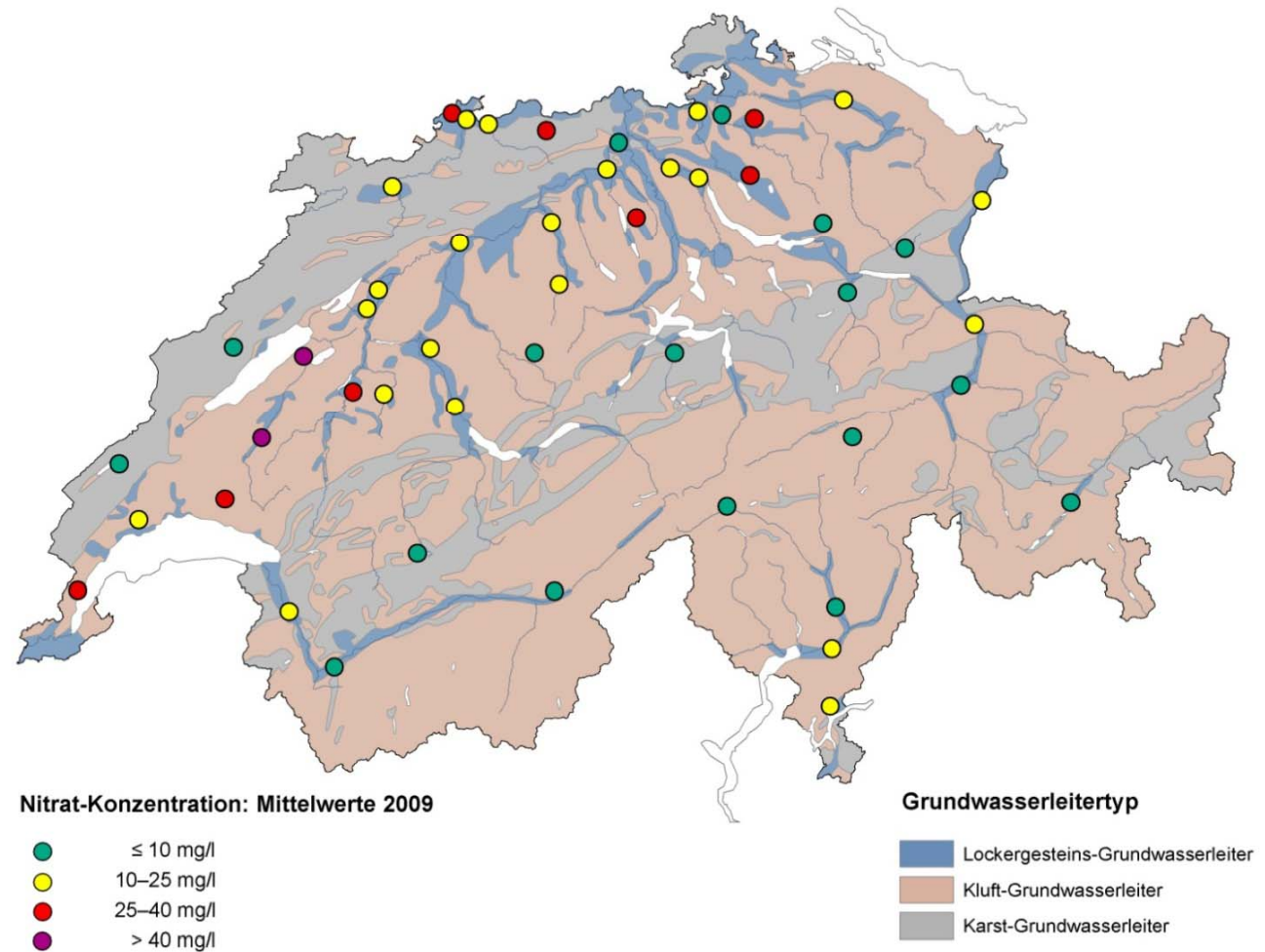
- Autochthone Mikroorganismen

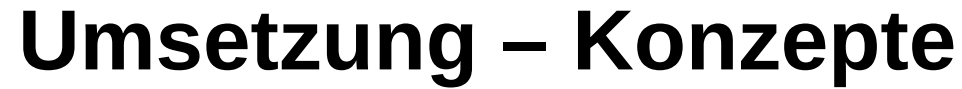




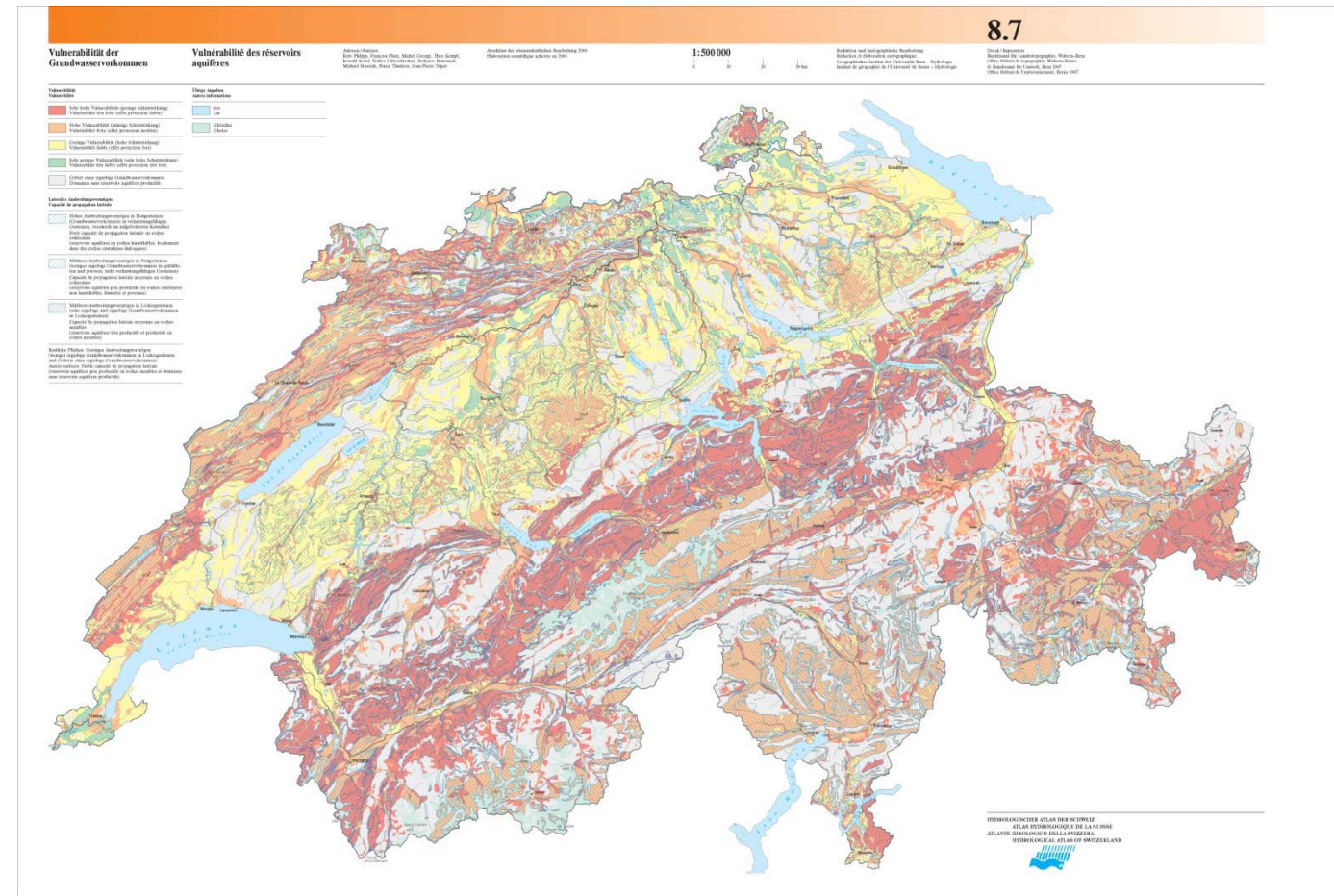
Umsetzung – Konzepte

- Vulnerabilitätsansatz





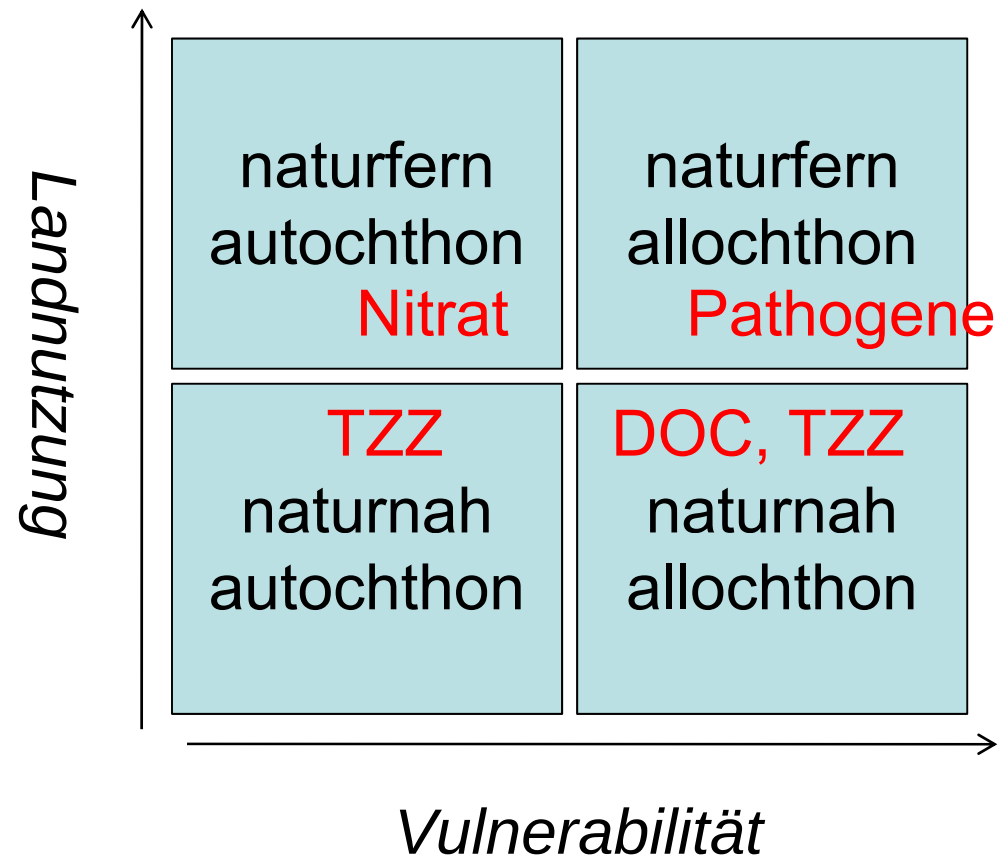
- **Vulnerabilitätsansatz**





Umsetzung – Konzepte

- Vulnerabilitätsansatz





Fazit

- **Gesetzlicher Rahmen ist gegeben**
- **Intakte Biozönose als Indikator für die Grundwasserqualität**
- **Regionale Grundlagen werden derzeit erhoben**
- **Erstellung von Konzepten zur Auswertung der Daten**
- **Evaluierung des Zustands der Grundwasser-biozönose (naturnah, standortgerecht, typisch)**