



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Umwelt BAFU

Abteilung Hydrologie, Sektion Hydrogeologische Grundlagen

Grundwasser in der Schweiz



Ronald Kozel & Michael Sinreich, Sektion Hydrogeologische Grundlagen
(ronald.kozel@bafu.admin.ch)

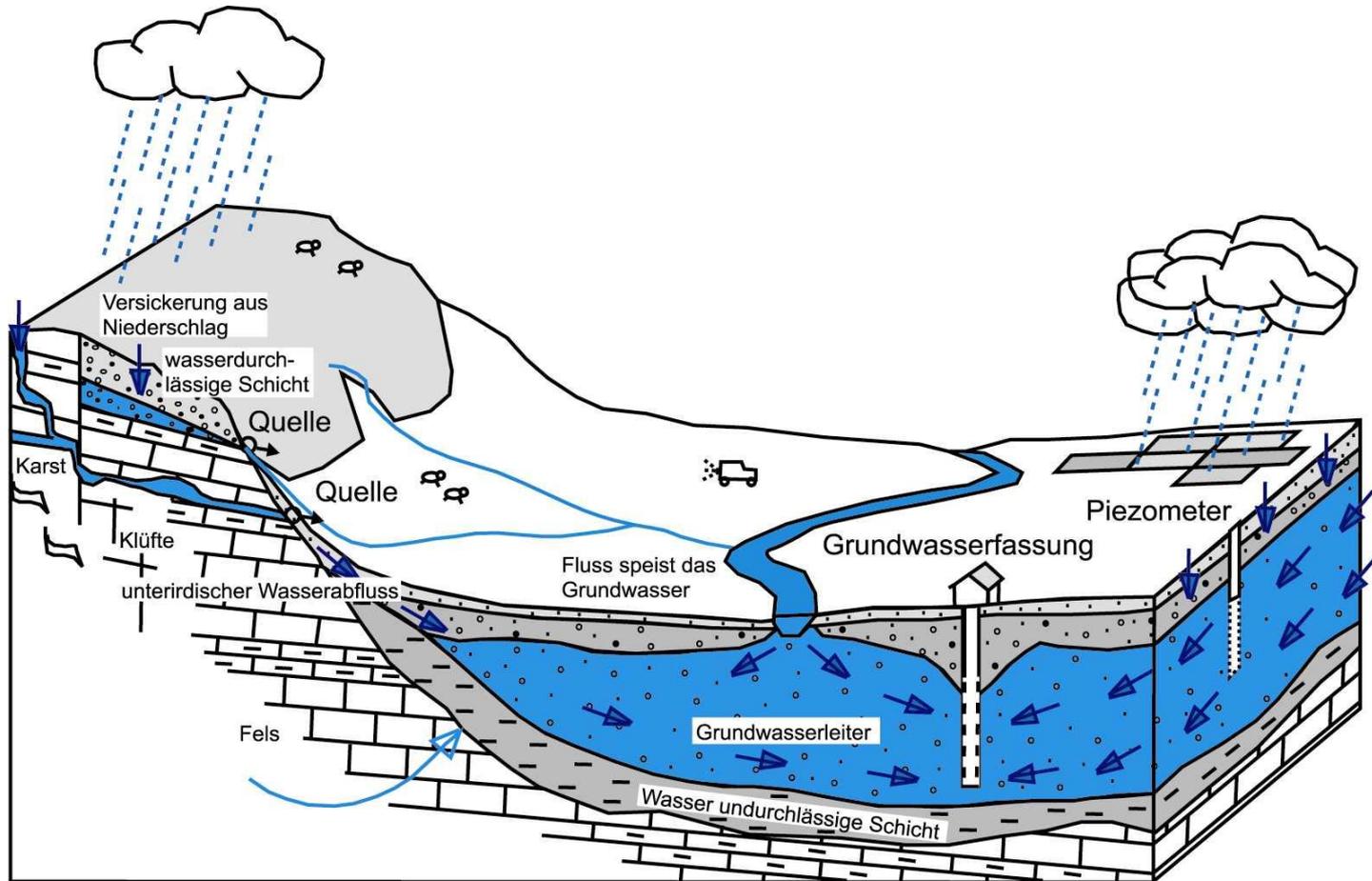
Bundesamt für Umwelt BAFU



Schweizerischer Brunnenmeisterverband – Weiterbildungskurse 2019



Grundwassersysteme





Grundwasser – Gesetzlicher Auftrag

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG)

- erteilt dem Bund den Auftrag, **„Erhebungen von gesamtschweizerischem Interesse“** durchzuführen **„über die hydrologischen Verhältnisse sowie die Wasserqualität der ober- und unterirdischen Gewässer“** (Art. 57 Abs. 1).
- Im Weiteren „stellt er die Ergebnisse und die Auswertung der Erhebungen Interessierten zur Verfügung“ (Art. 57 Abs. 3 GSchG), und er informiert „die Öffentlichkeit über den Gewässerschutz und den Zustand der Gewässer“ (Art. 50 Abs. 1).

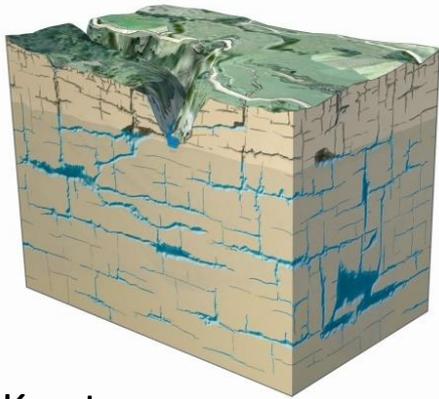
Verordnung über die Landesgeologie (Landesgeologieverordnung, LGeolV)

- definiert als Aufgaben der Landesgeologie u.a. das Zurverfügungstellen von geologischen Informationen im Hinblick auf die „nachhaltige Nutzung des geologischen Untergrundes“ (Art. 3 Abs. 1a) sowie dass die Fachstellen für Landesgeologie die Öffentlichkeit über ihre Tätigkeiten und Aufgaben“ informieren (Art. 3, Abs. 2).
- Die Fachstellen werden verpflichtet u.a. zu folgenden Bereichen geologische Daten und Informationen von nationalem Interesse bereitzustellen:
„Vorkommen und Beschaffenheit von Grundwassergebieten“ (Art. 5 b).
- „Zuständige Fachstelle für die hydrogeologischen Aufgaben der Landesgeologie“ ist das **Bundesamt für Umwelt** (Art. 16 Abs. 2).

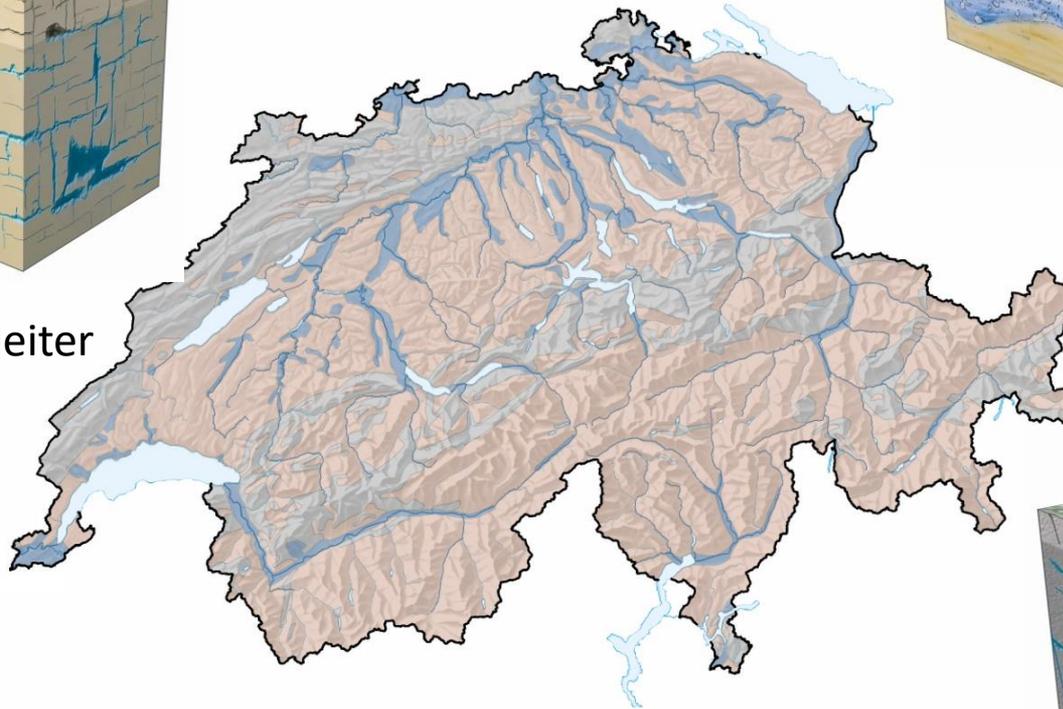


Grundwassersysteme

3 Grundwasserleitertypen



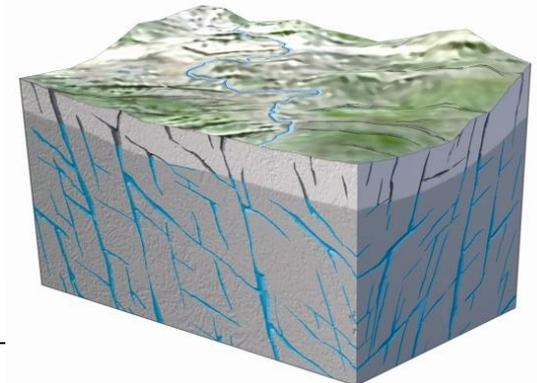
Karst-
Grundwasserleiter



Lockergesteins-
Grundwasserleiter



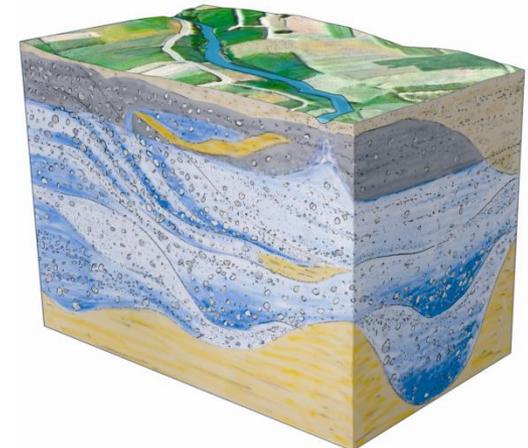
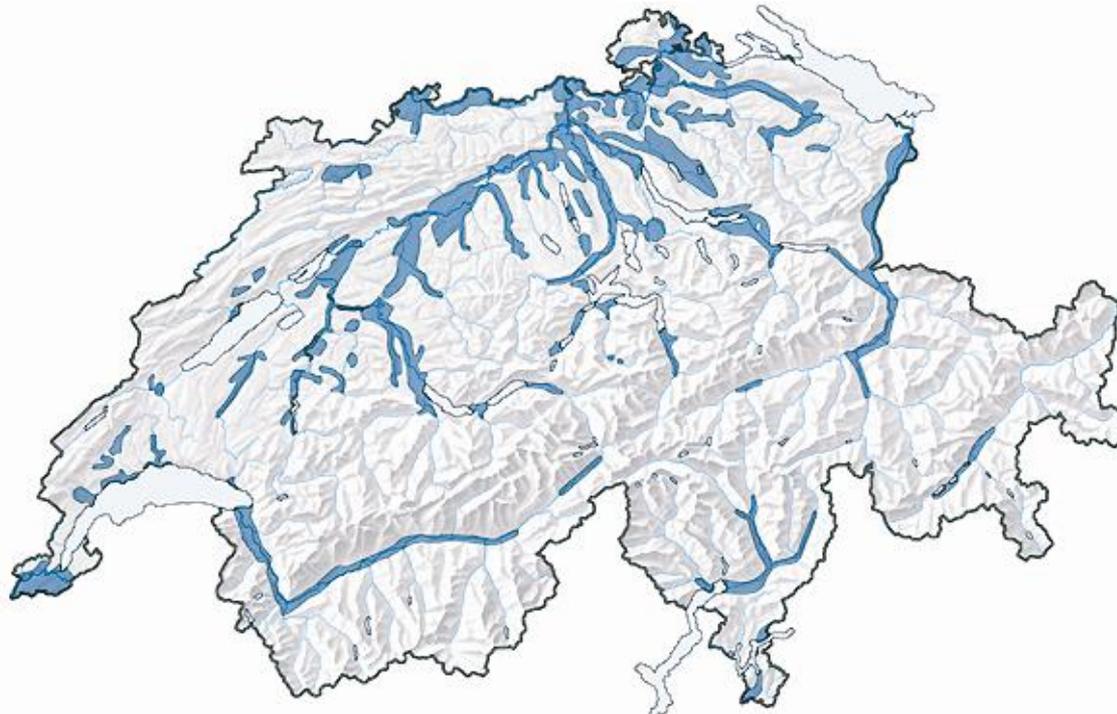
Kluft-
Grundwasserleiter





Grundwassersysteme

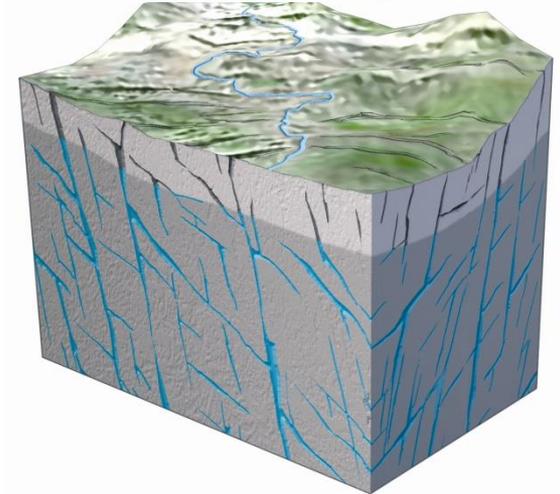
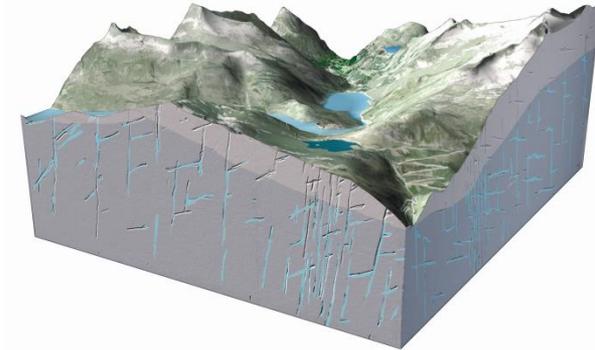
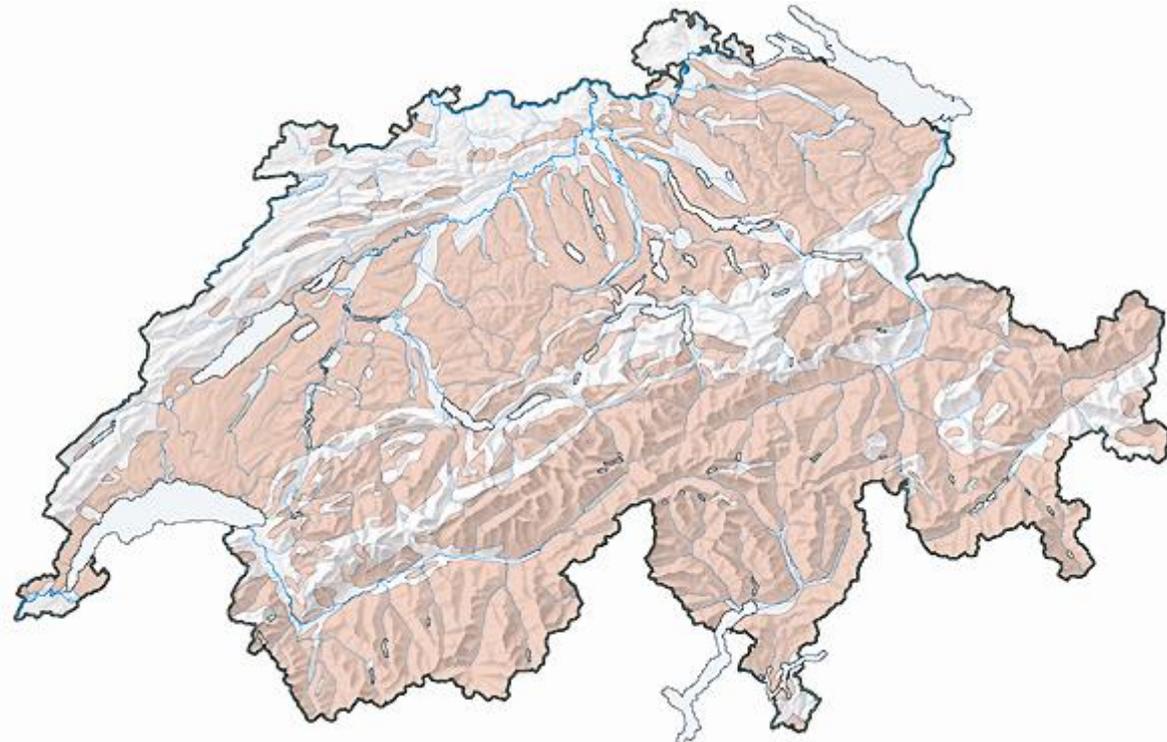
Lockergesteins-Grundwasserleiter





Grundwassersysteme

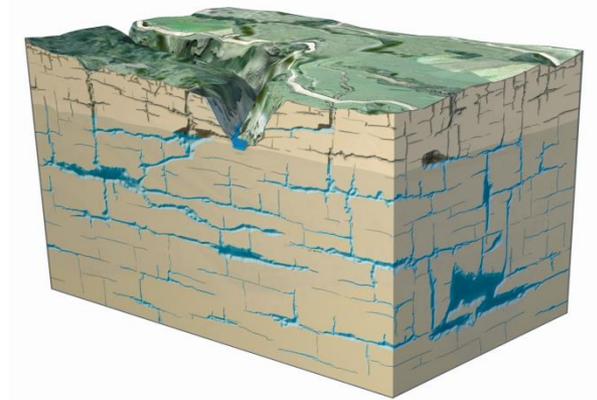
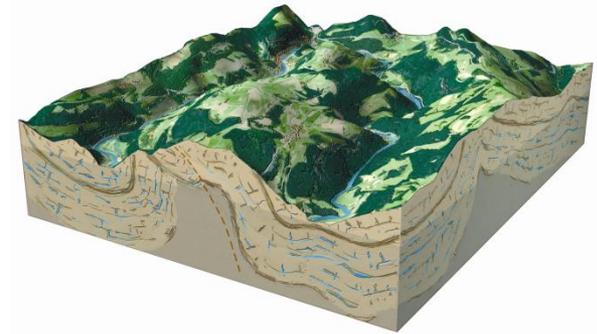
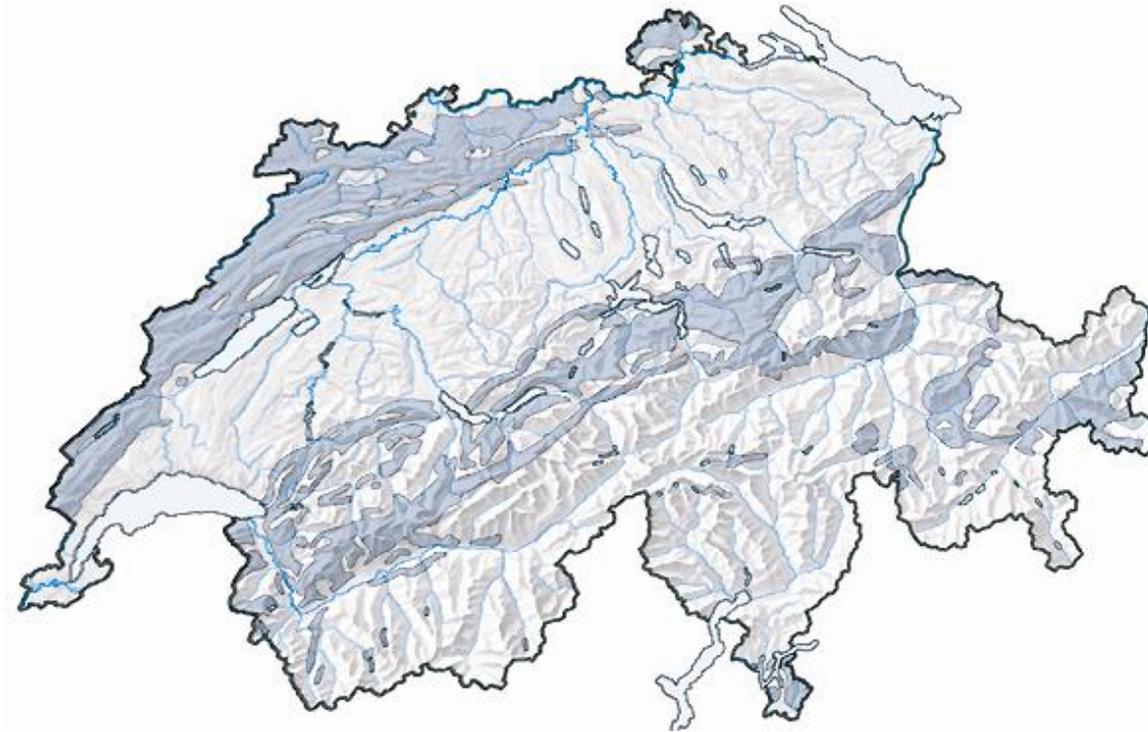
Kluft-Grundwasserleiter





Grundwassersysteme

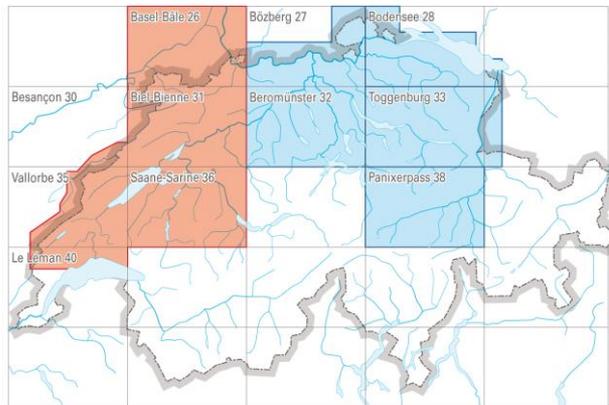
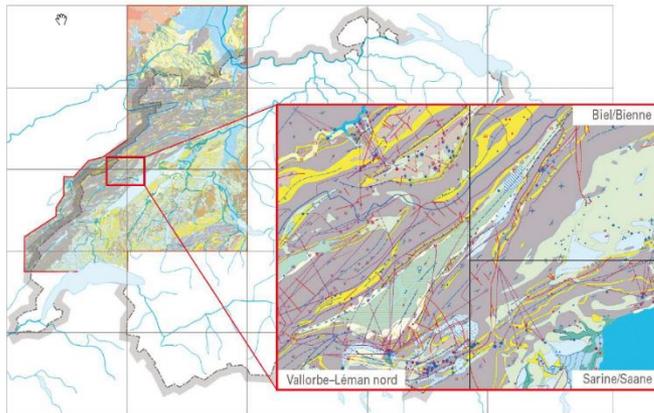
Karst-Grundwasserleiter





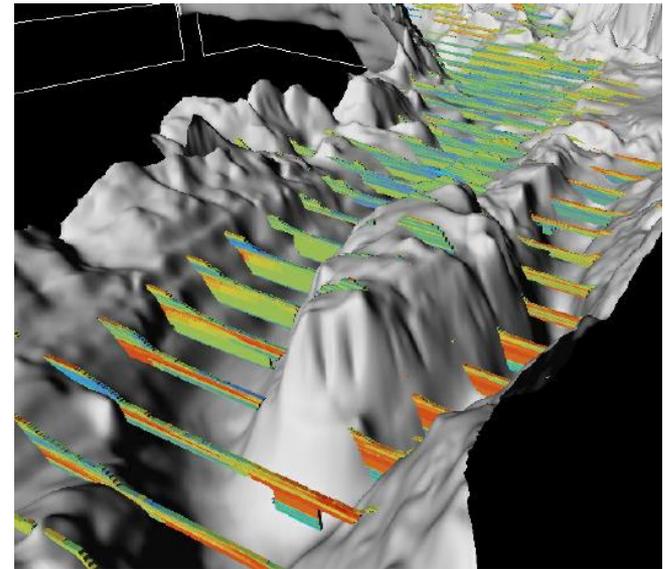
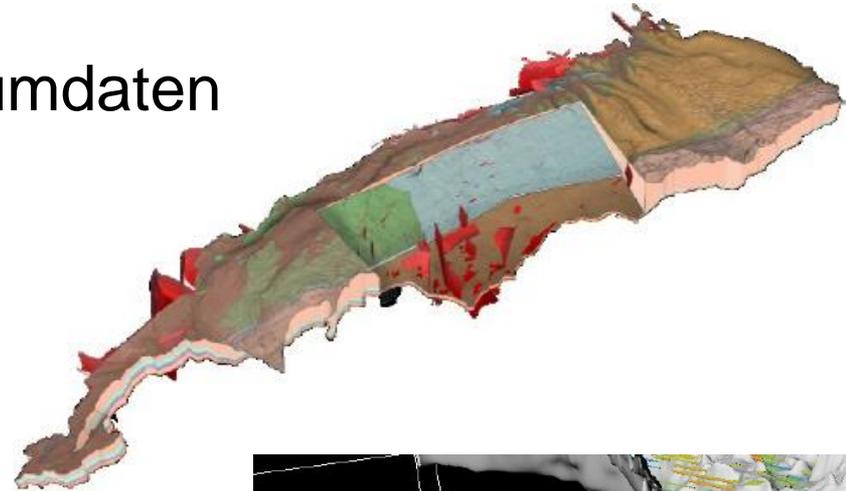
Grundwassersysteme

Hydrogeologische Raumdaten



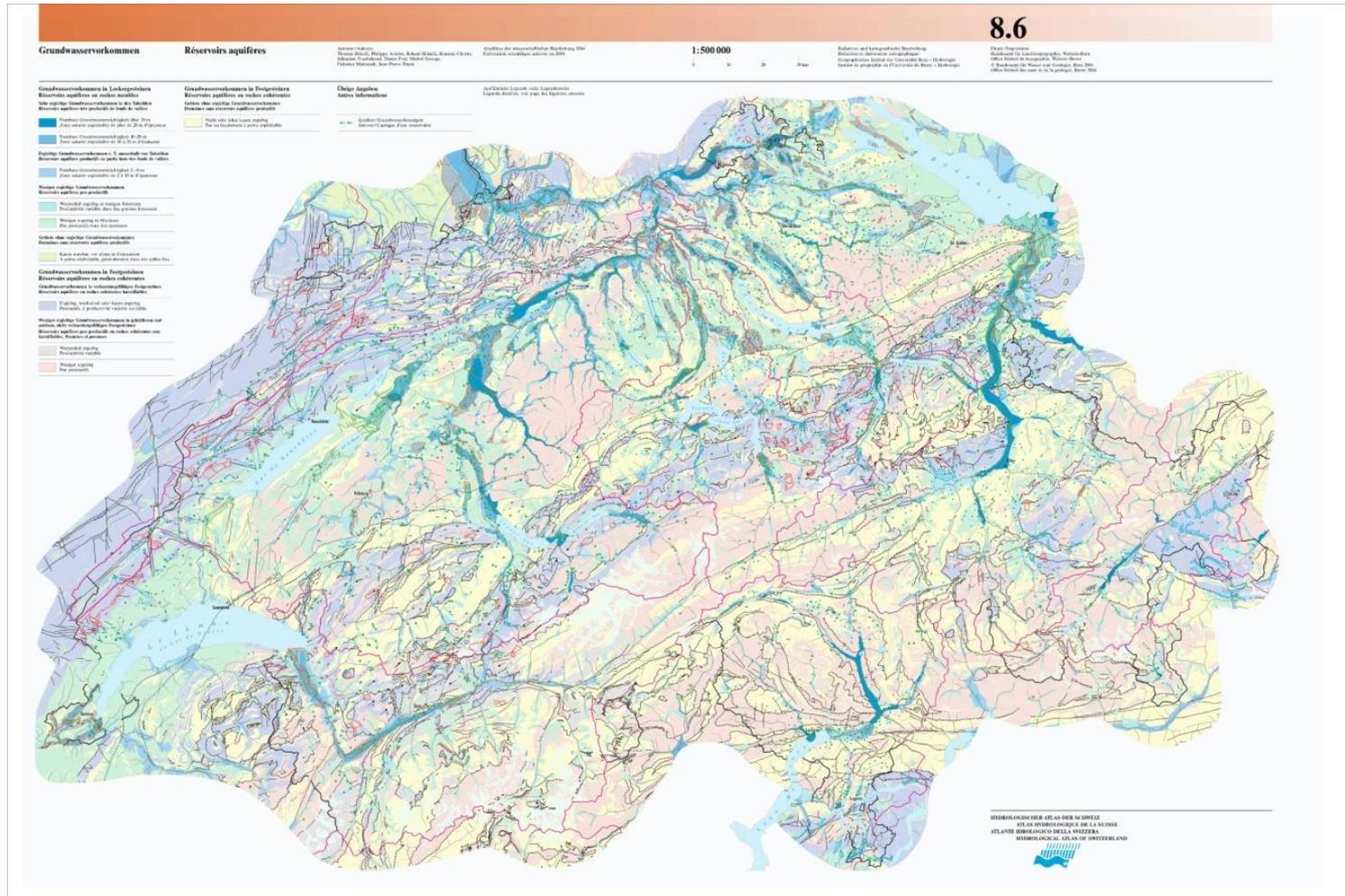
Publizierte Kartenblätter

Blattschnittfreie Vektordaten NW-Schweiz (GIS)





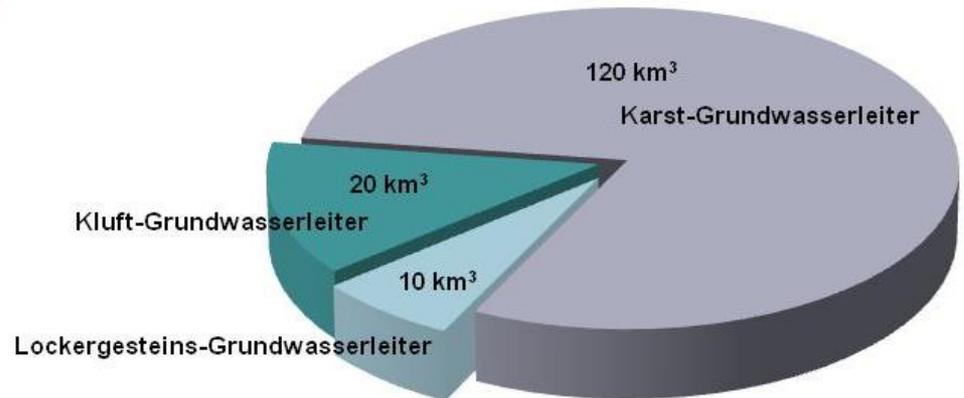
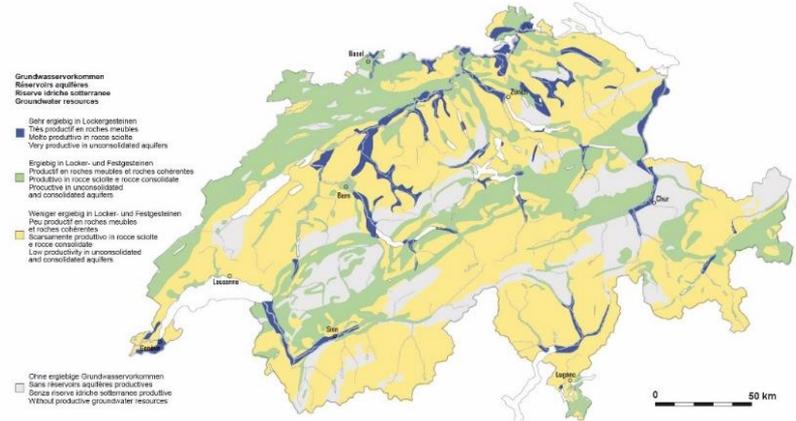
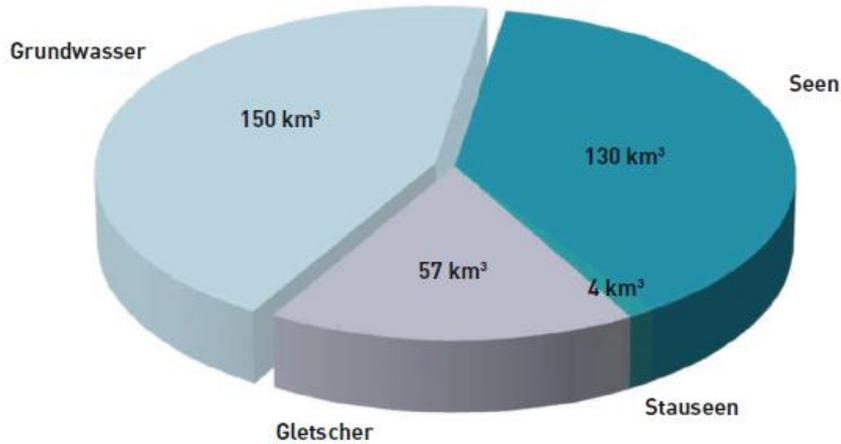
Grundwasservorkommen (1:500'000)





Grundwasservorkommen

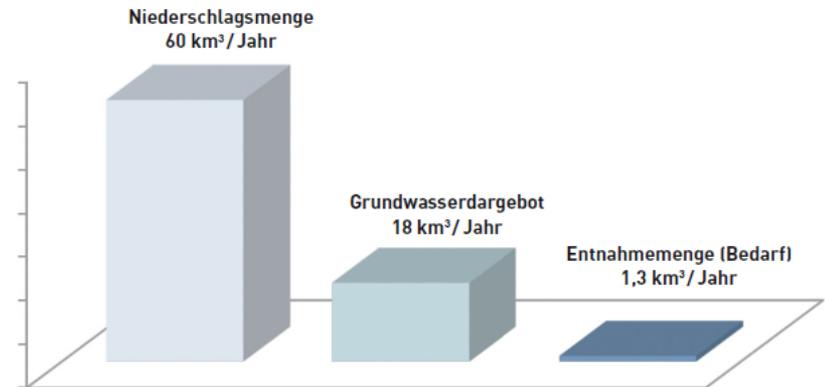
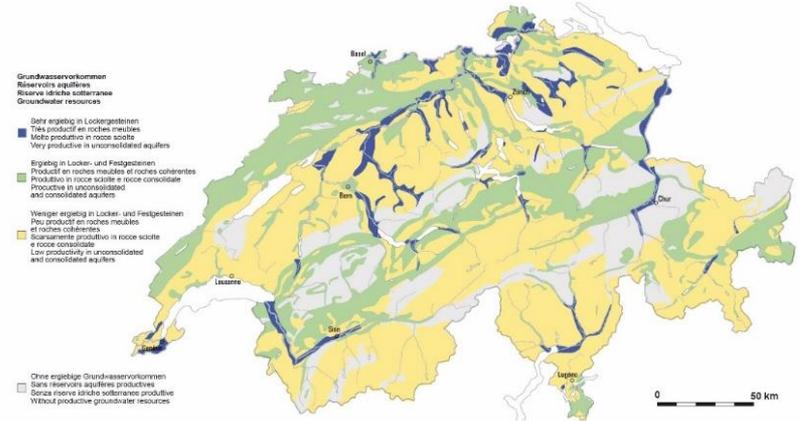
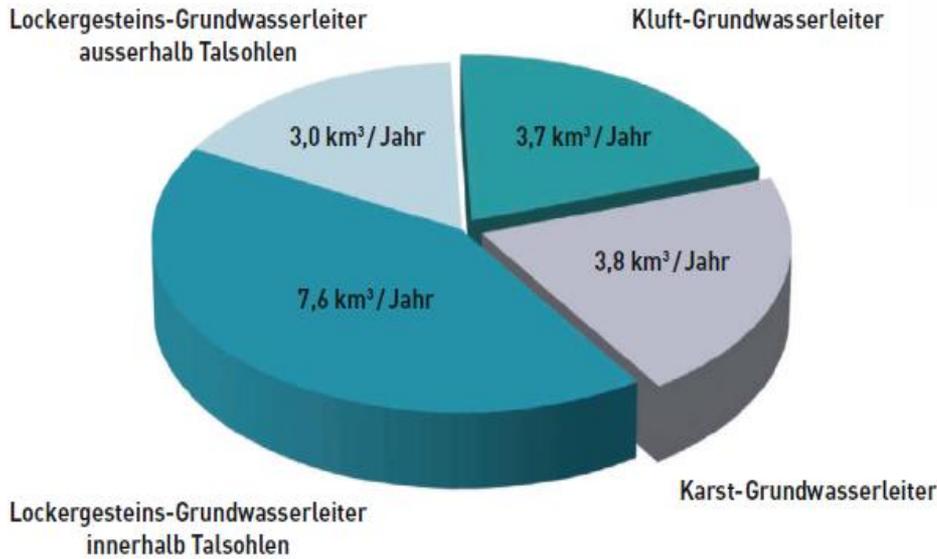
Grundwasservolumen





Grundwasservorkommen

Nachhaltig nutzbares Grundwasserdargebot



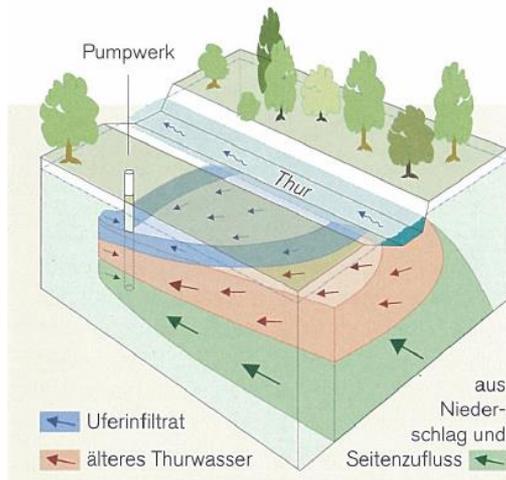


Grundwasser als Trinkwasserressource

80% des Trinkwassers stammt aus dem Grundwasser

Hälfte aus Pumpbrunnen
Hälfte aus Quellfassungen

Ca. 25% aus Uferfiltration





Grund-/Trinkwasser Zuständigkeiten

GRUNDWASSER

TRINKWASSER

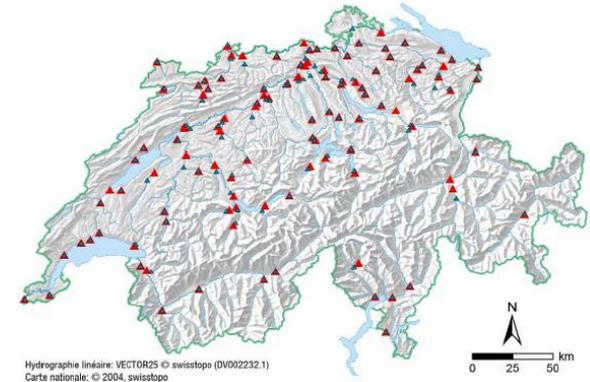
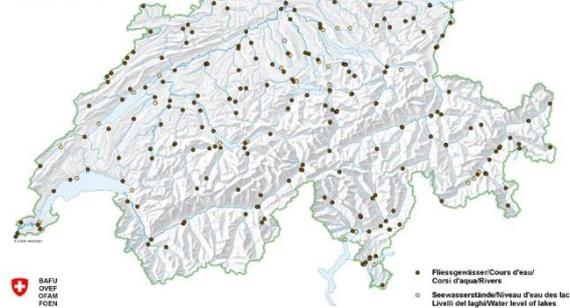




Integrales Gewässermonitoring Schweiz

Oberflächenwasser

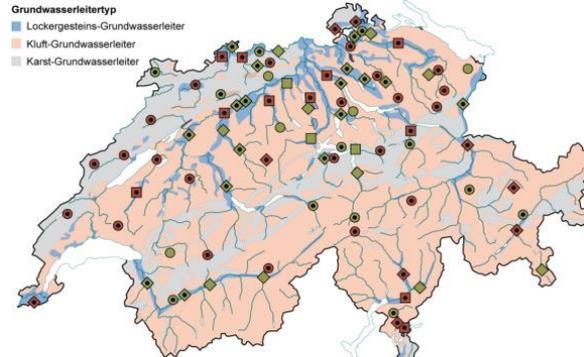
Abfluss und Wasserstände
Débit et niveaux d'eau
Portate e livelli d'acqua
Discharge and waterlevel
← zurück/retour/in dietro/back



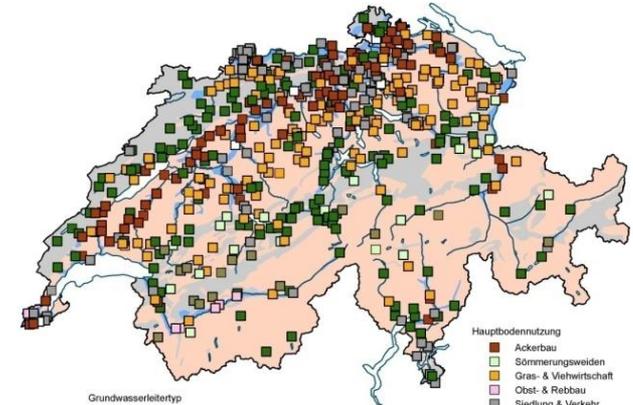
Grundwasser

Grundwasserleitertyp

- Lockergesteins-Grundwasserleiter
- Kluft-Grundwasserleiter
- Karst-Grundwasserleiter



- Messteilertyp**
- Förderbrunnen
 - ◇ Piezometer
 - Quelle
- Basis-/Komplementärmessstelle**
- Basismessstelle
 - Komplementärmessstelle
- Messstellenbetreiber**
- Bund
 - Kanton / Wasserversorgung



- Grundwasserleitertyp**
- Karst-Grundwasserleiter
 - Lockergesteins-Grundwasserleiter
 - Kluft-Grundwasserleiter

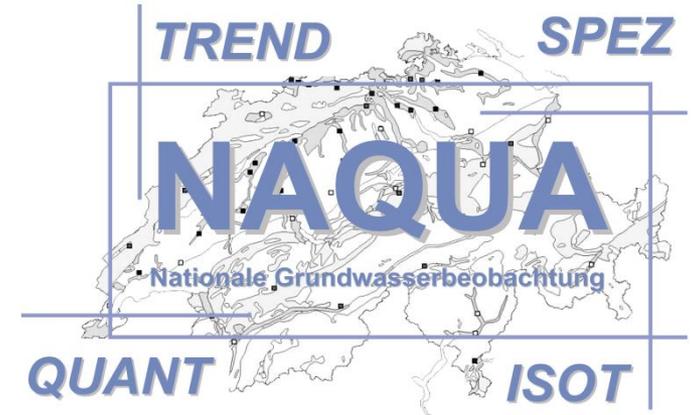
- Hauptbodenutzung**
- Ackerbau
 - Sommerungswiesen
 - Gras- & Viehwirtschaft
 - Obst- & Rebbaub
 - Siedlung & Verkehr
 - Unproduktive Gebiete
 - Wald
 - Nicht zugeordnet

Quantität

Qualität



Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA



Ziel:

Die Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA liefert ein **landesweites** Bild über **Zustand und Entwicklung** der Grundwasserressourcen, sowohl in **qualitativer** als auch in **quantitativer** Hinsicht.

- **Dokumentation** von Zustand und Entwicklung der Grundwasser-Qualität und -Quantität auf Landesebene
- **Früherkennung** problematischer Stoffe und unerwünschter Entwicklungen
- **Erfolgskontrolle** der Massnahmen zum Schutz des Grundwassers
- **Charakterisierung** und Klassifizierung der wichtigsten Grundwasserleiter der Schweiz



Nationale Grundwasser- beobachtung NAQUA

Auftrag	GSchG , Art. 57 (Aufgaben des Bundes)
Ziele	Dokumentation von Zustand und Entwicklung der Grundwasser-Qualität und -Quantität auf Landesebene Früherkennung problematischer Stoffe und unerwünschter Entwicklungen Erfolgskontrolle der Massnahmen zum Schutz des Grundwassers
Organisation	Thematische Module , z.T. reine Bundesmessnetze (TREND, ISOT), z.T. in enger Zusammenarbeit mit den Kantonen (SPEZ, QUANT)
Output	Online-Daten, Datenlieferung, Statistiken, Auswertungen, Umwelt- und Grundwasser-Berichte, Umweltindikatoren, EUA-Reporting, GCOS, IAEA, IGRAC, etc.

NAQUA
Thematische
Module

QUANT
Übersicht
GW-Quantität
(91 Stationen)

TREND
Übersicht
GW-Qualität
(50 Stationen)

SPEZ
Statistik GW
Kontaminanten
(500 Stationen)

ISOT
Referenzdaten
Stabile Isotope
(22 Stationen)



Grundwasserbeobachtung

NAQUA QUANT (Grundwasser-Quantität)



- **Zielsetzung**

Grundwasserquantität in der Schweiz erfassen
(Hochwasser, Niedrigwasser, Klimawandel)

- **Messstellen**

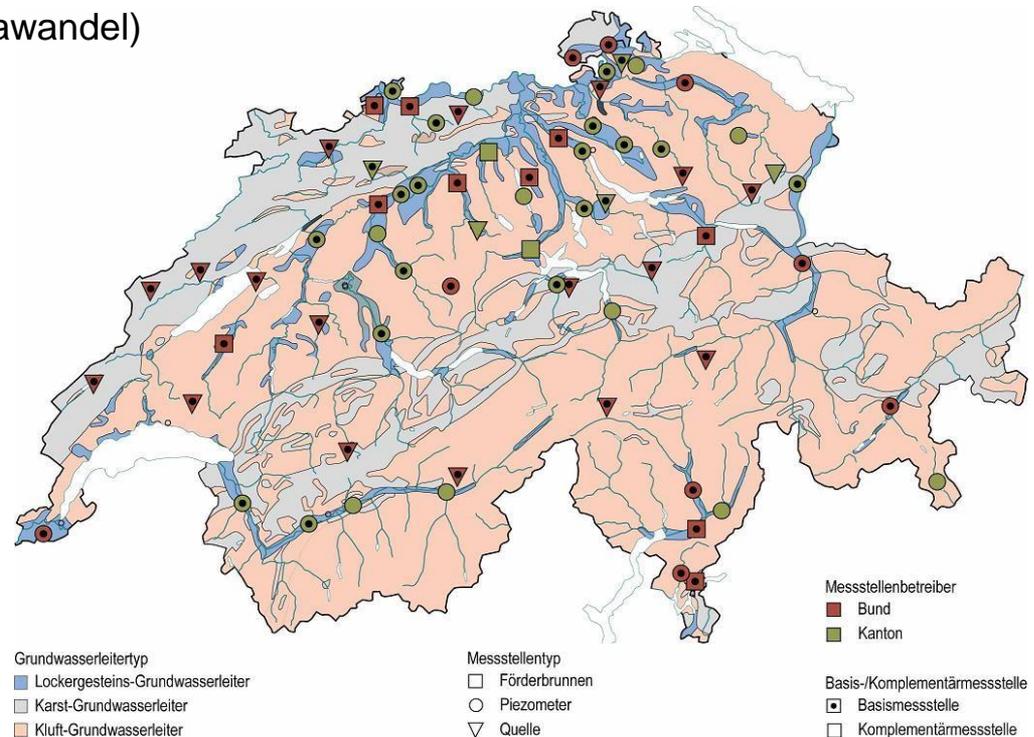
zur Zeit 91 Messstellen
(Endausbau: 100 Messstellen)

- **Parameter**

Pegel / Quellschüttung,
Temperatur, Leitfähigkeit
und z.T. Trübung (kontinuierlich)

- **Output**

Online-Daten
Grundwasser-Bulletin
Hydrologisches Jahrbuch
Umweltindikatoren



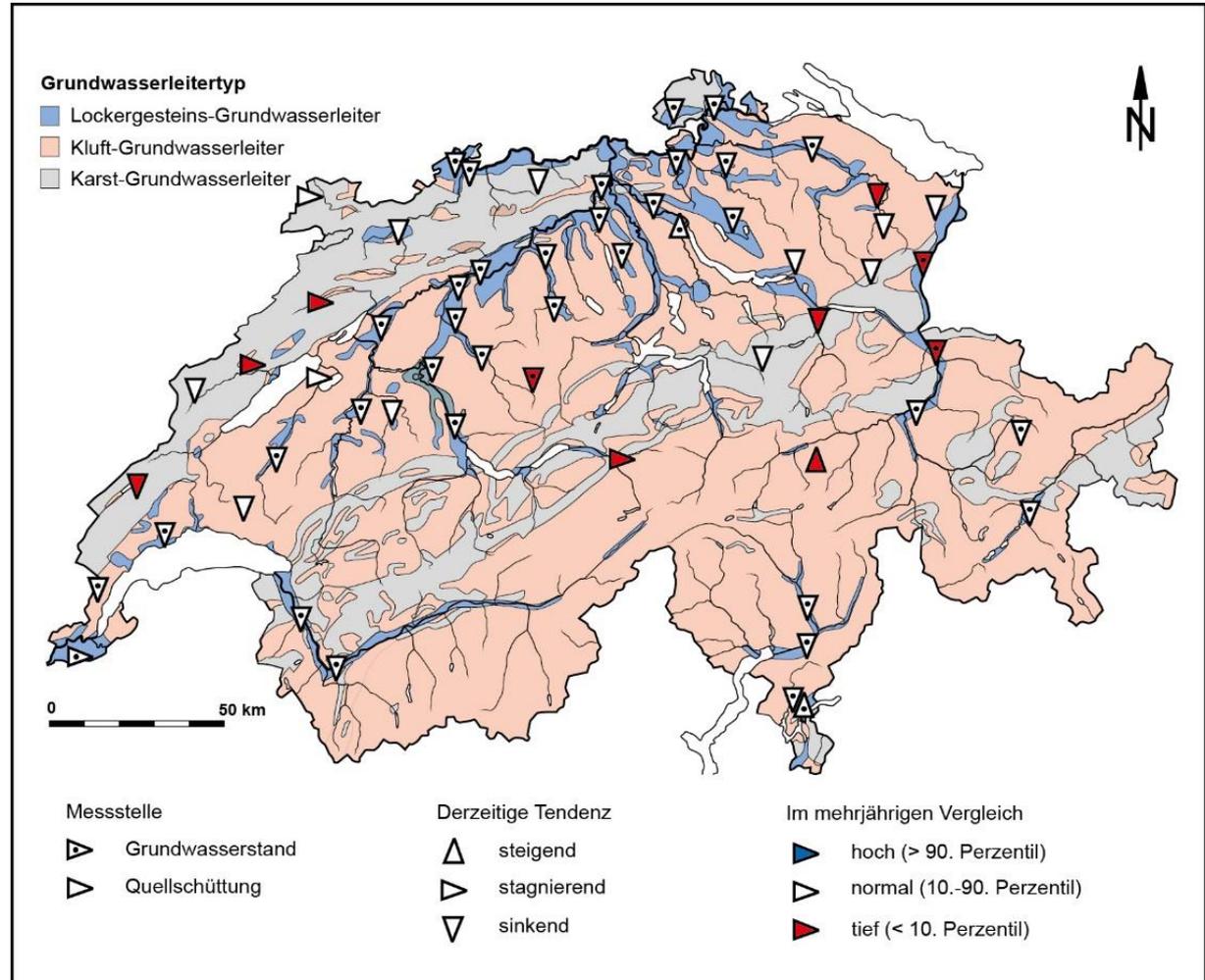


Grundwasser-Quantität

Zustand

Grundwasserbulletin

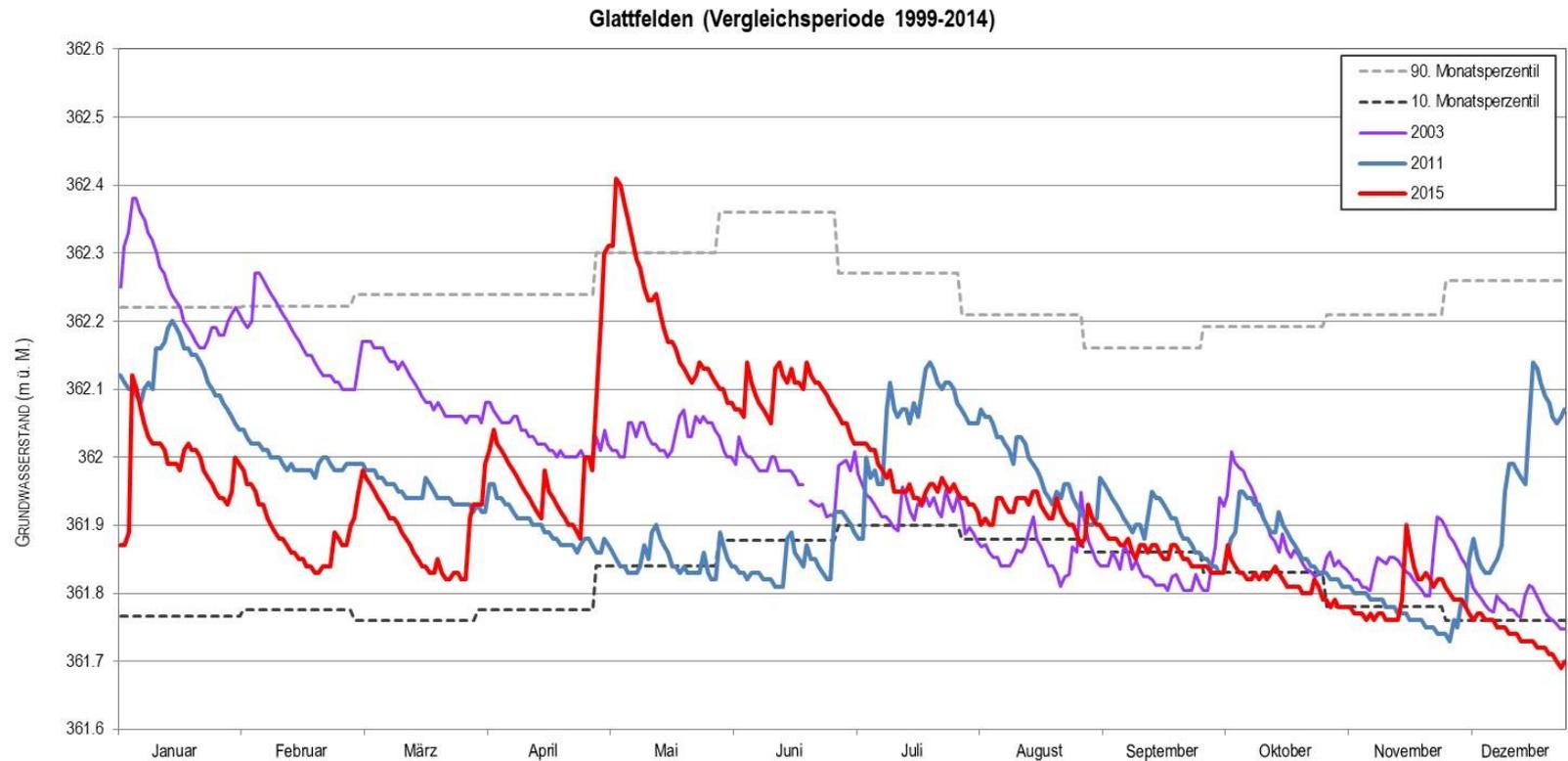
www.bafu.admin.ch/grundwasser





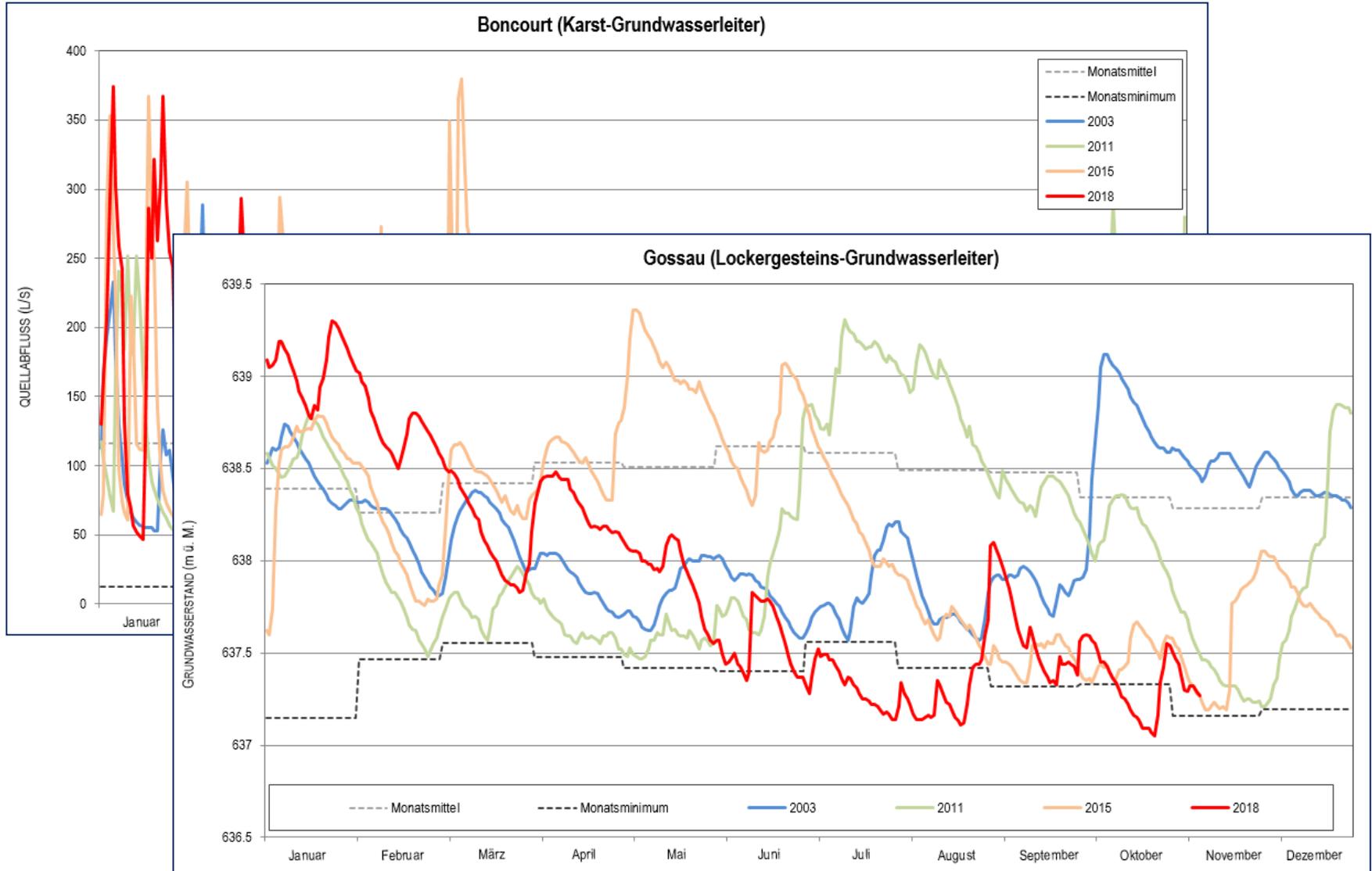
Grundwasser-Quantität

Entwicklung





Grundwasser-Quantität: Niedrigwasser 2018





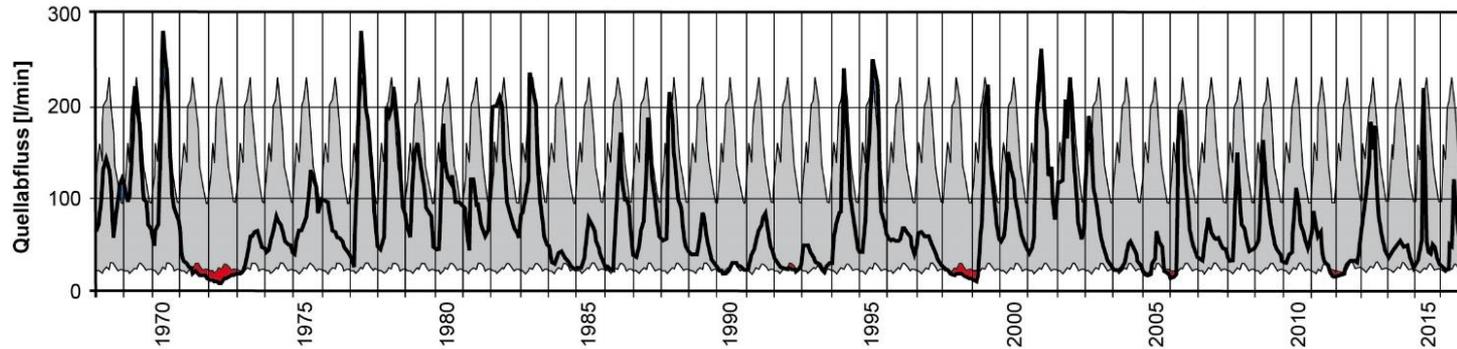
Grundwasser-Quantität

Langfristige Entwicklung

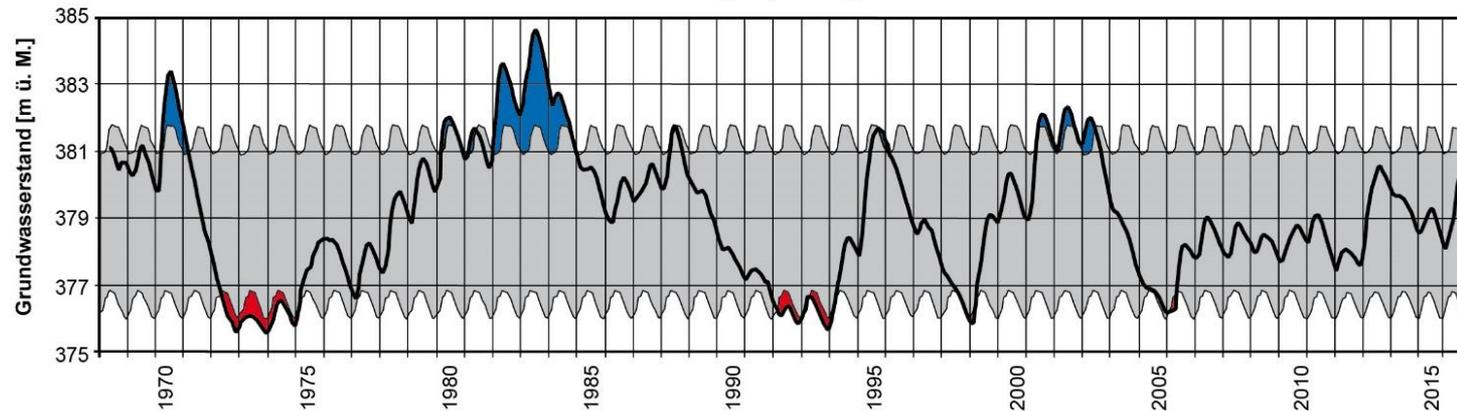
Freienstein-Teufen, Tösstal

Grundwasserstand bzw. Quellabfluss

- Mittelwert pro Monat
- hoch
- normal
- tief



Wilchingen, Klettgau





Grundwasserbeobachtung



NAQUA TREND

(Grundwasser-Qualität, CH-typische Standorte)

- **Zielsetzung**

Grundwasserverhältnisse an einer Auswahl von CH-typischen Messstellen (Systemverständnis)

- **Messstellen**

50 Bundes-Messstellen

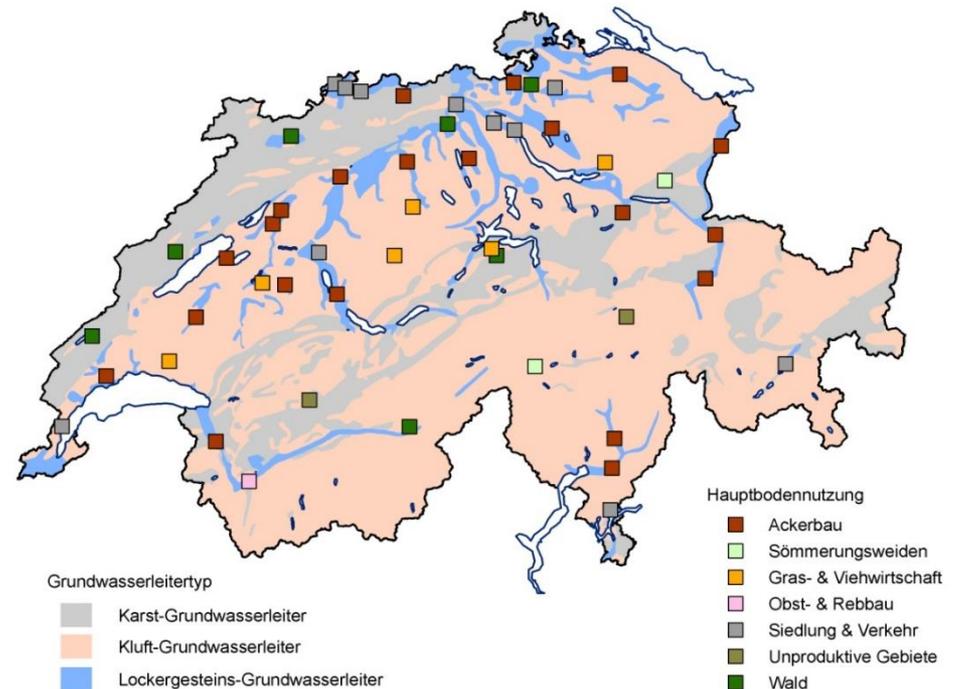
- **Parameter**

Pegel / Quellschüttung,
Temperatur, Leitfähigkeit
und z.T. Trübung

→ *kontinuierlich*
(Datenfernübertragung)

Hydrochemie

→ *jährlich bis vierteljährlich*



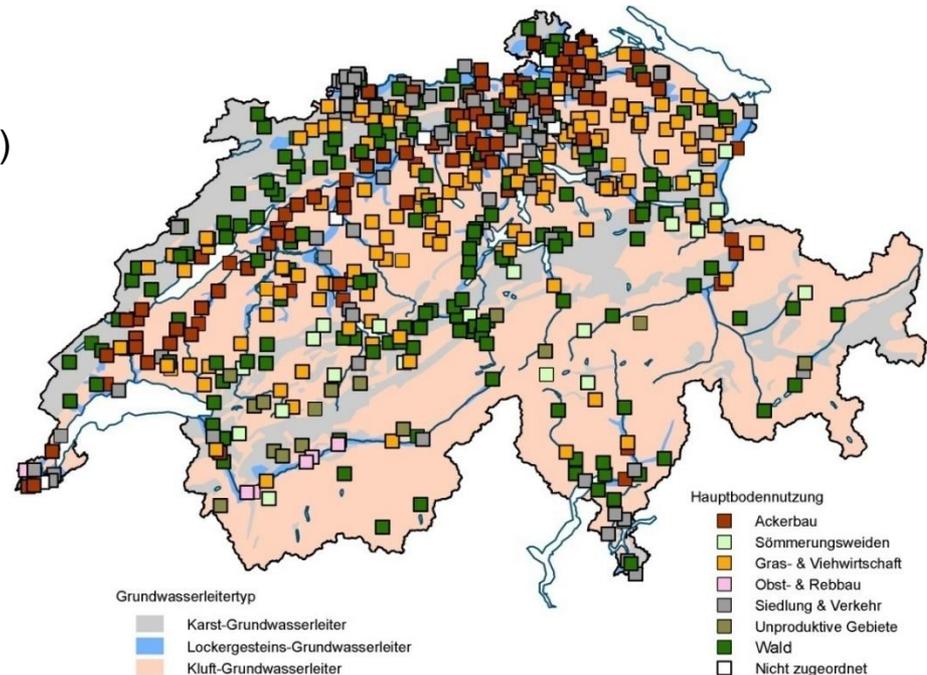


Grundwasserbeobachtung



NAQUA SPEZ (Grundwasser-Qualität, landesweit)

- **Zielsetzung**
Schadstoffgehalte im Kontext der Landnutzung
(landesweit, statistisch belastbar)
- **Messstellen**
500 Messstellen
(in Zusammenarbeit mit den Kantonen)
- **Parameter**
Schadstoffe
→ *jährlich bis vierteljährlich*
- **Output GW-Qualität**
Datenlieferung
NAQUA-Bericht
Internet
Umweltindikatoren





Grundwasser-Qualität: Ergebnisse

Anorganische Spurenelemente

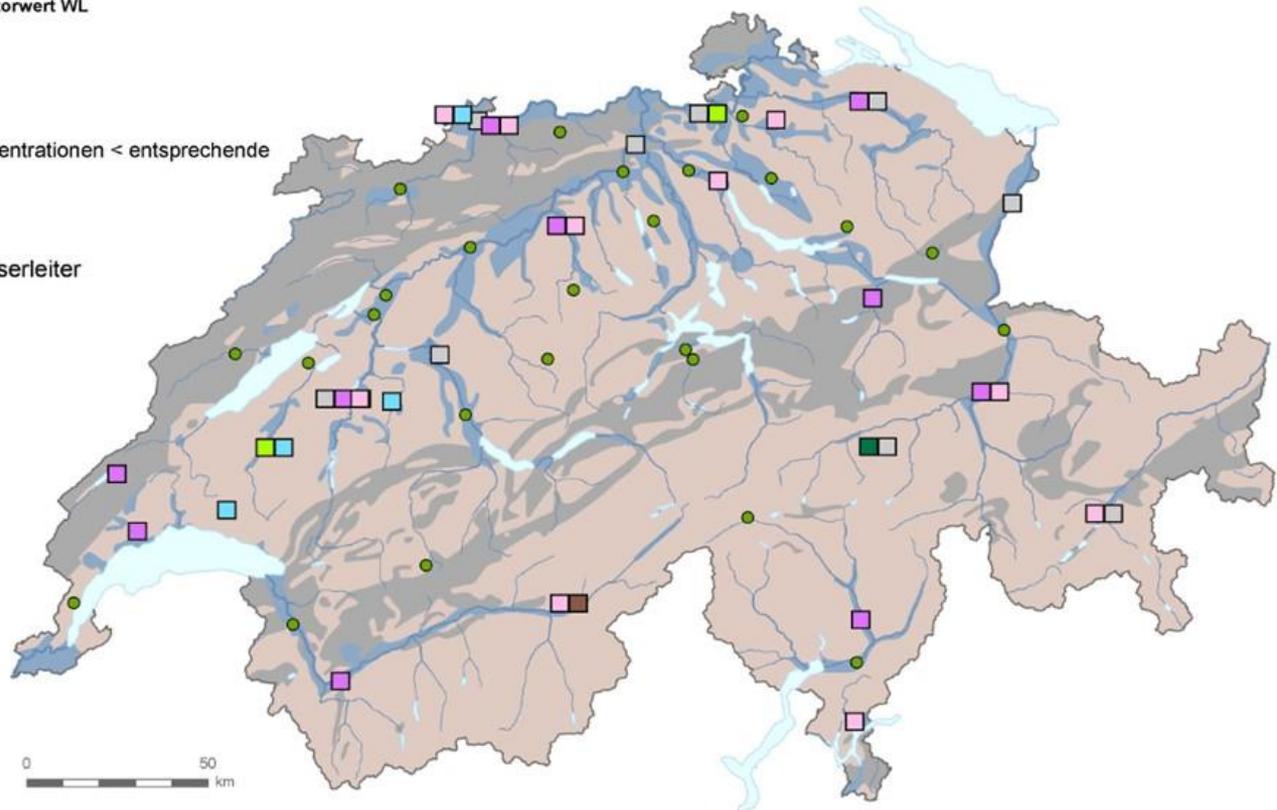
Spurenelemente: Konzentrationen 2006 - 2008 und 2012

	Chrom	> 2 µg/l	} Indikatorwert WL
	Kupfer	> 2 µg/l	
	Zink	> 5 µg/l	
	Cadmium	> 0.05 µg/l	
	Arsen	> 5 µg/l	

	Antimon	> 0.1 µg/l
	Uran	> 10 µg/l
	Beprobt, nachgewiesene Konzentrationen < entsprechende Konzentrationen oben	

Grundwasserleiter

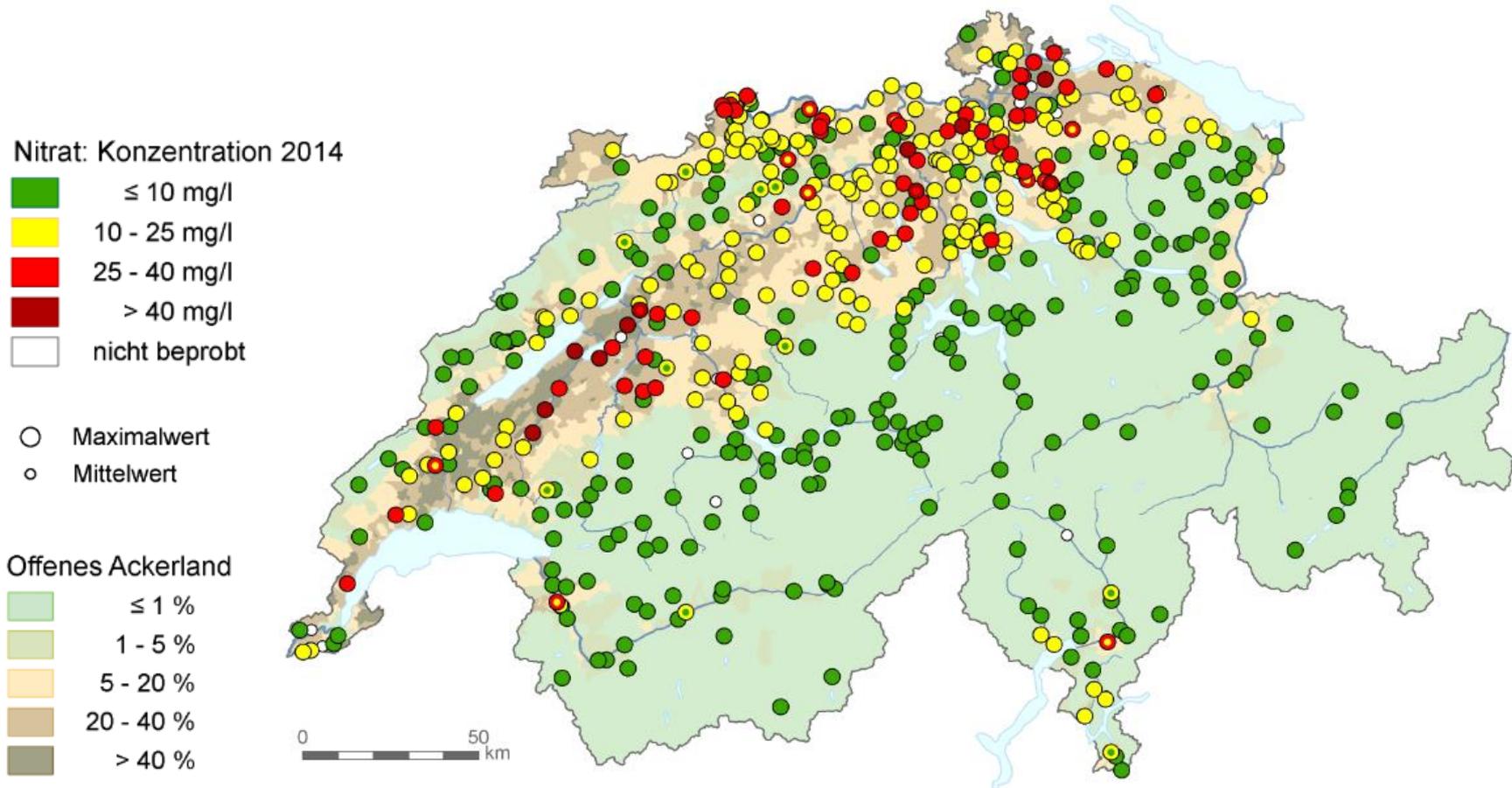
	Lockergesteins-Grundwasserleiter
	Kluft-Grundwasserleiter
	Karst-Grundwasserleiter





Grundwasser-Qualität: Ergebnisse

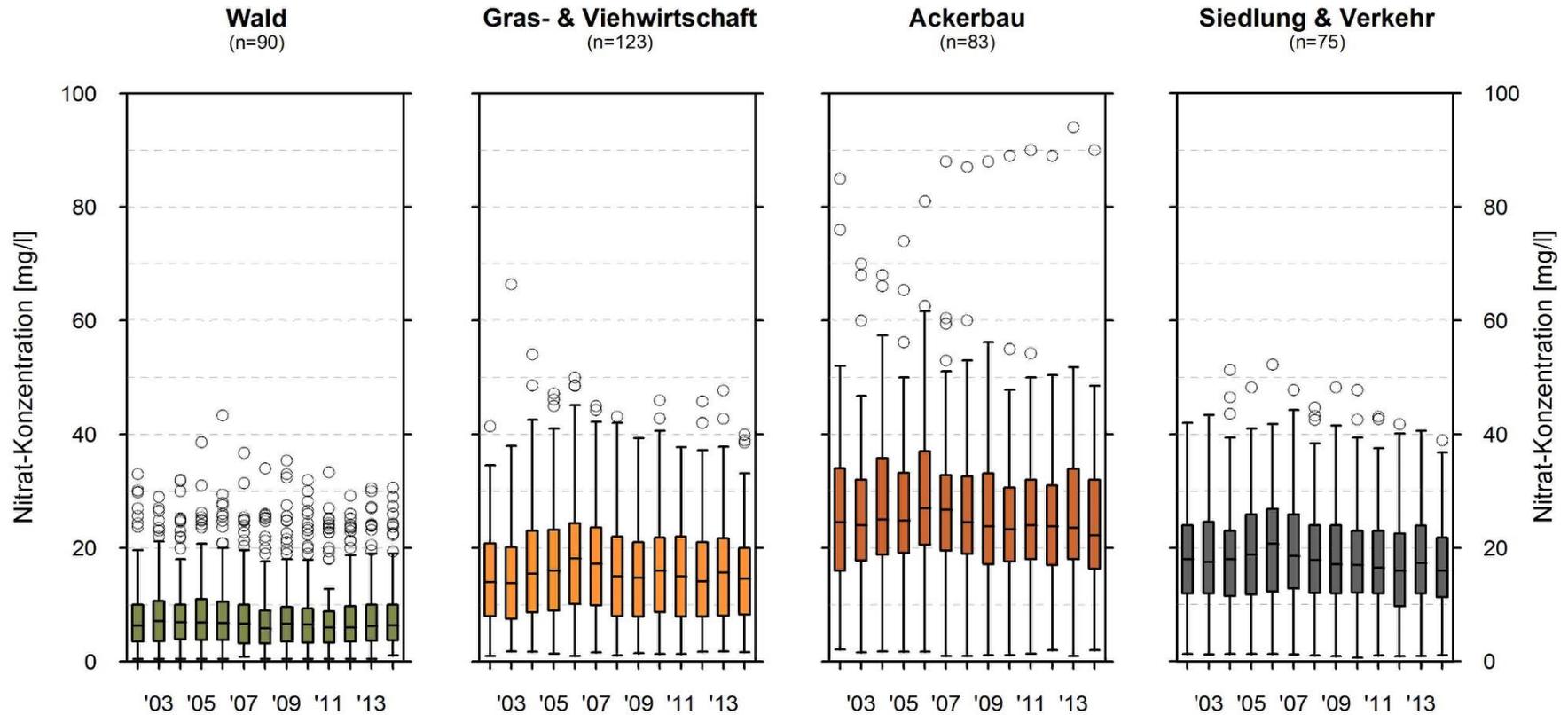
Nitrat – räumliche Verteilung





Grundwasser-Qualität: Ergebnisse

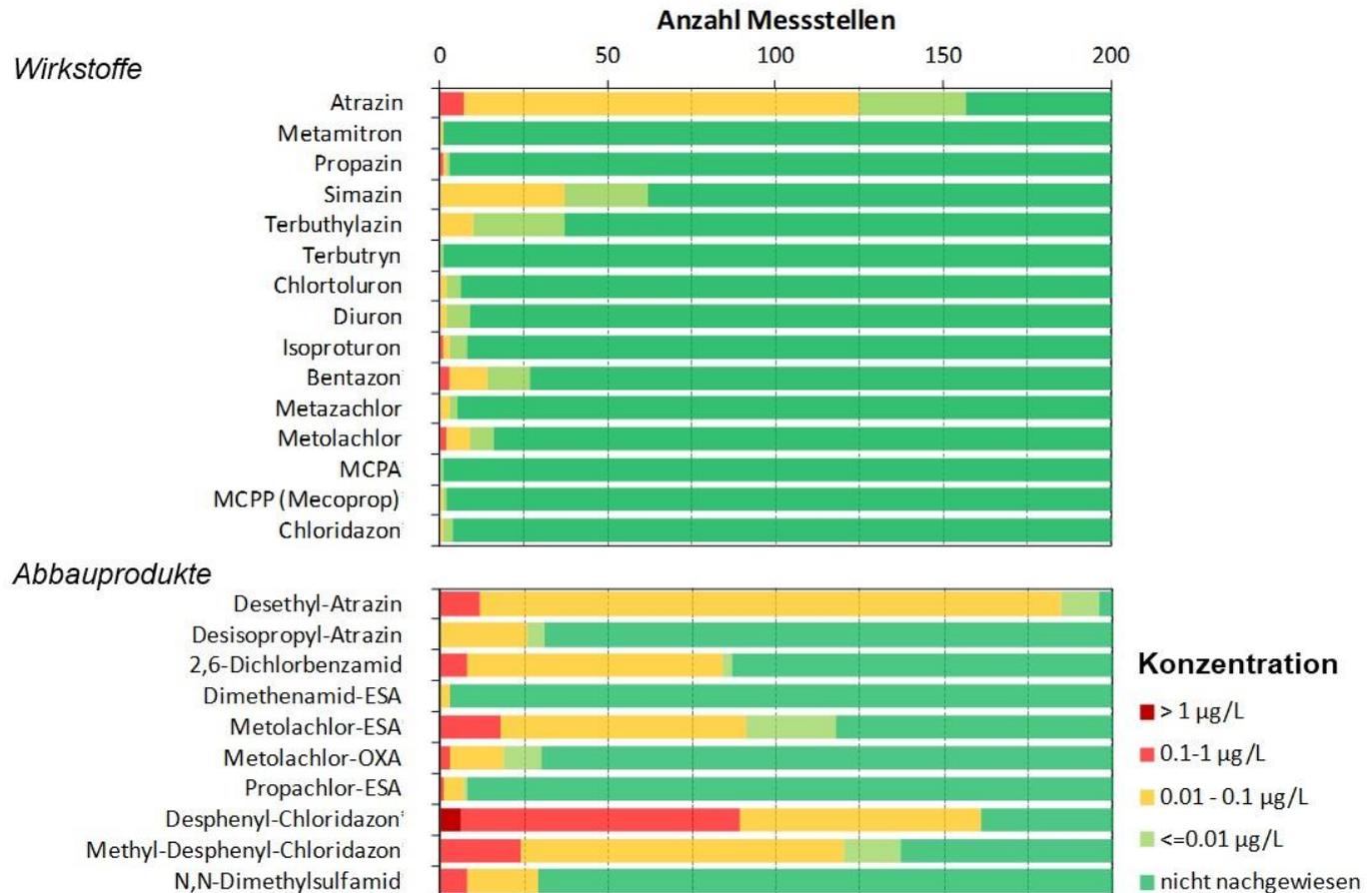
Nitrat – zeitliche Entwicklung





Grundwasser-Qualität: Ergebnisse

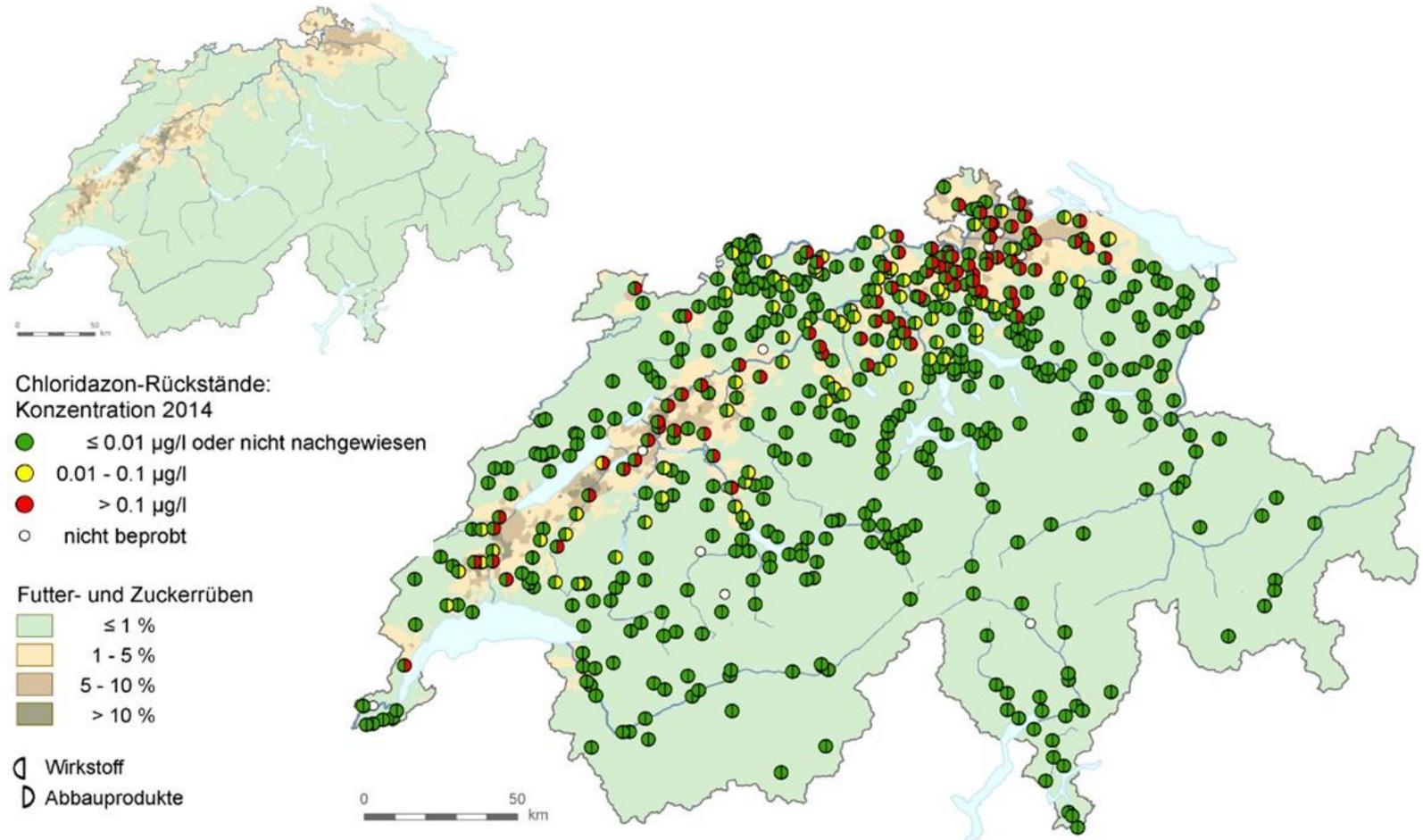
Pflanzenschutzmittel (PSM)-Rückstände





Grundwasser-Qualität: Ergebnisse

Chloridazon-Rückstände





Grundwasser-Qualität: Ergebnisse

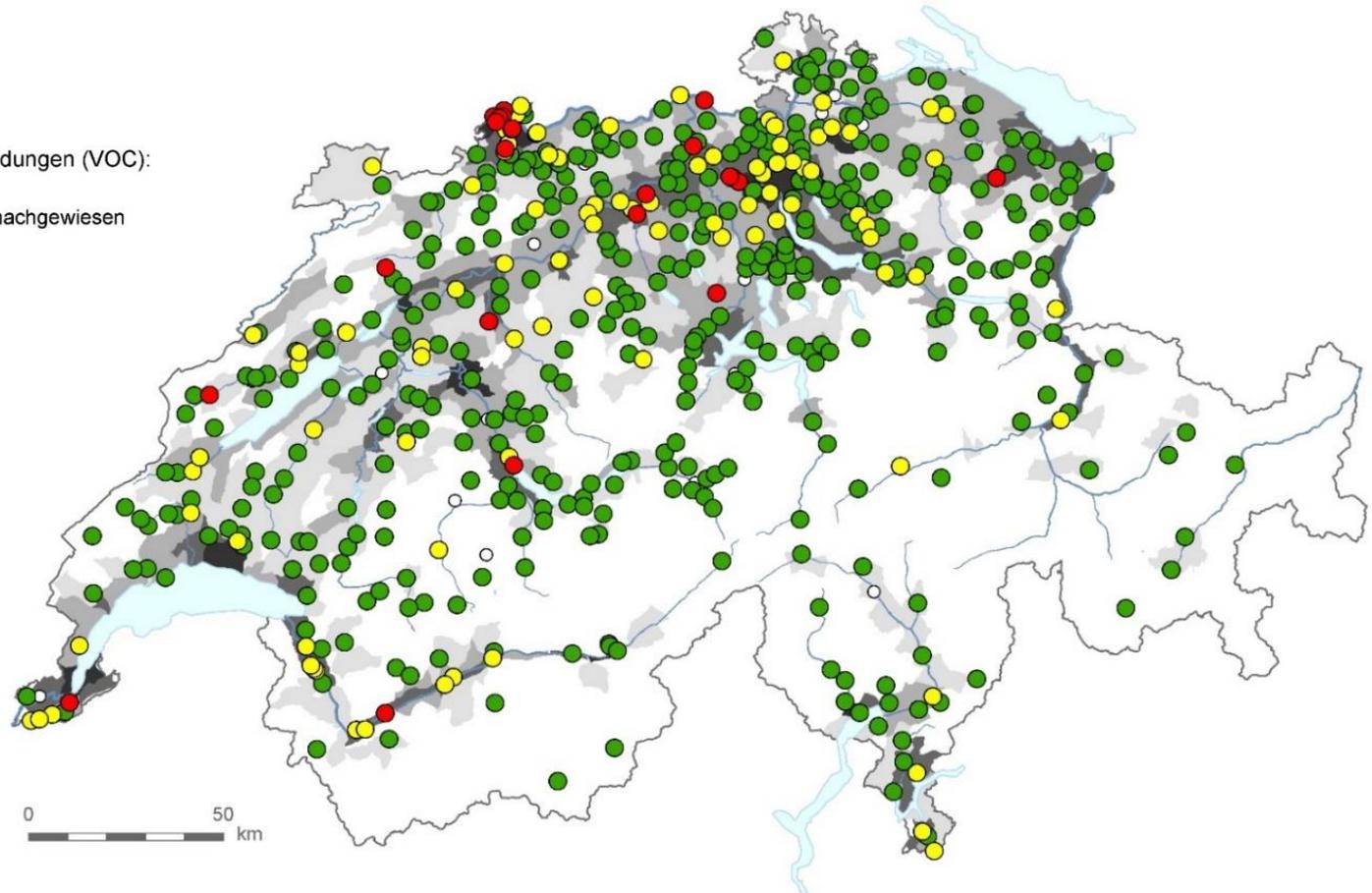
Flüchtige organische Verbindungen VOC

Flüchtige organische Verbindungen (VOC):
Konzentration 2014

- $\leq 0.1 \mu\text{g/l}$ oder nicht nachgewiesen
- $0.1 - 1 \mu\text{g/l}$
- $> 1 \mu\text{g/l}$
- nicht beprobt

Geschlossene Siedlung

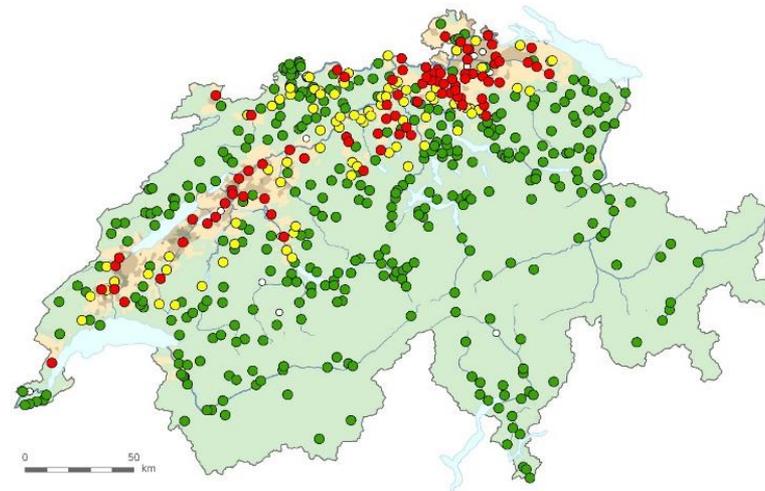
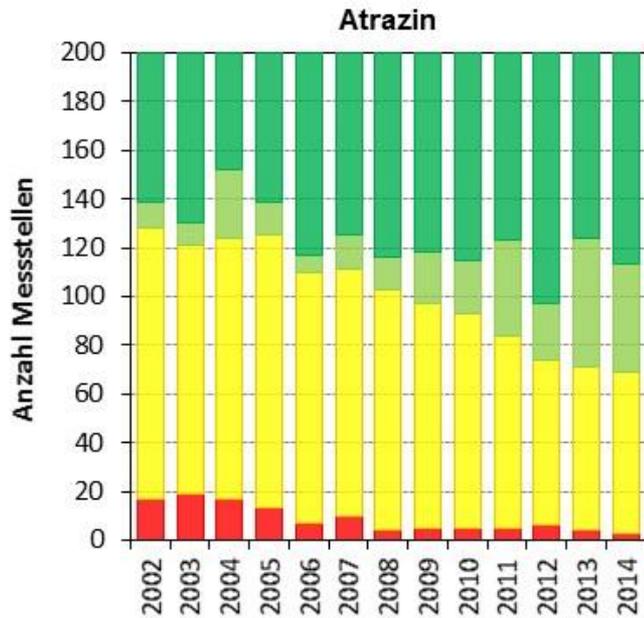
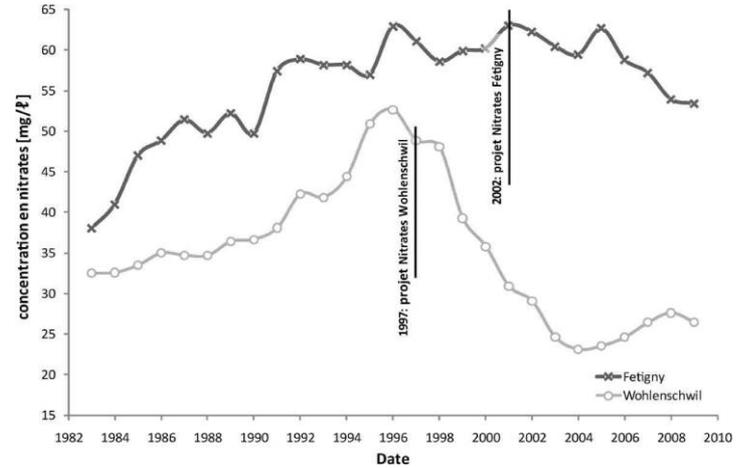
- $\leq 5 \%$
- 5 - 10 %
- 10 - 20 %
- 20 - 40 %
- $> 40 \%$





Grundwasser-Qualität

Langzeiteffekt

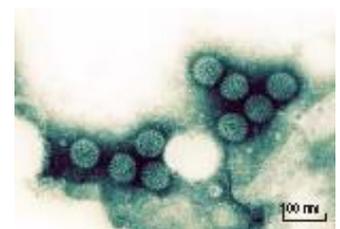
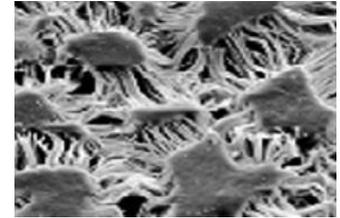




Grundwasser-Qualität

Pilotstudien

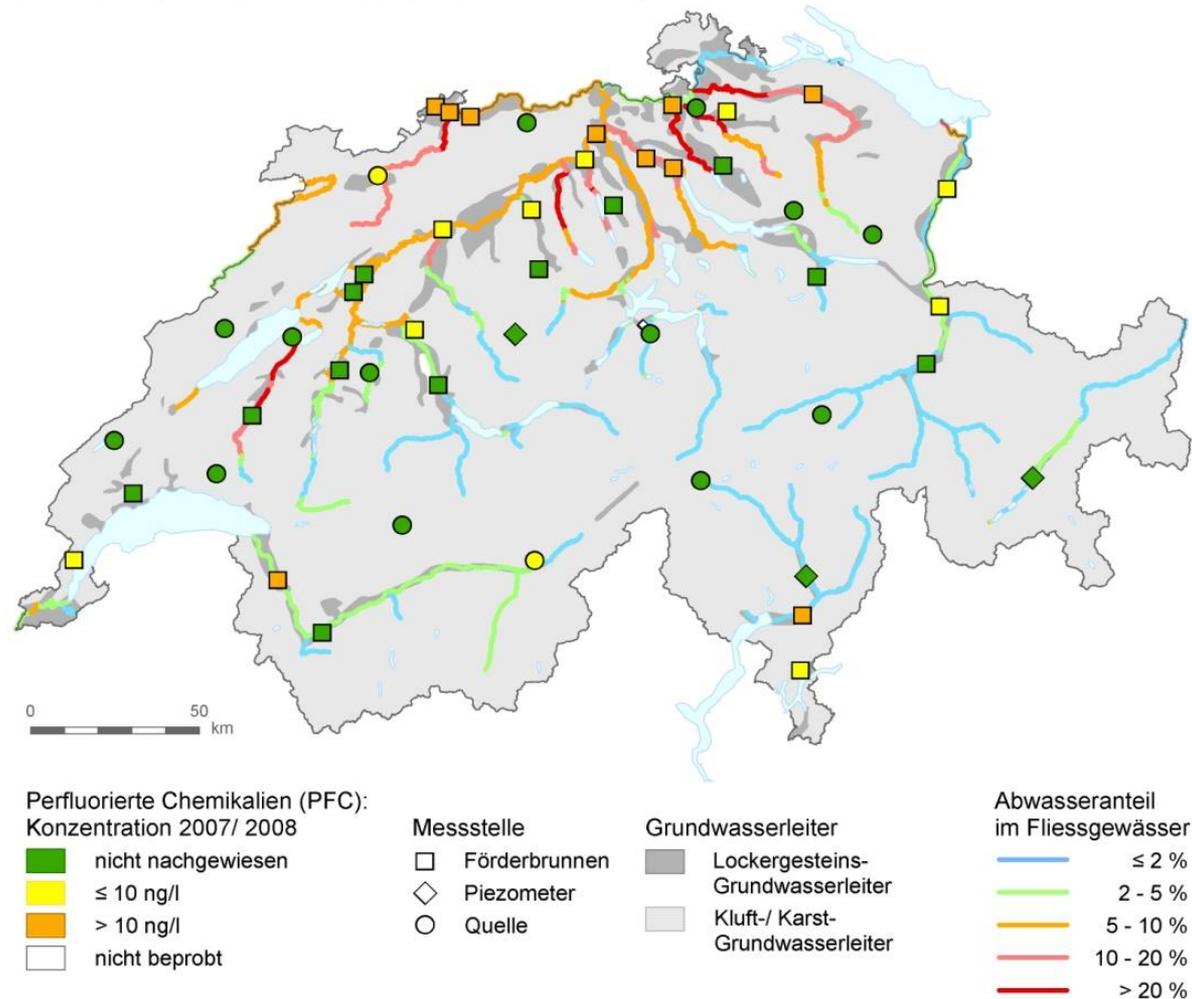
- | | |
|--|-------------|
| • Arzneimittel | 2004 – 2006 |
| • Radionuklide (3H, 222Rn, 226Ra, 234U+238U) | 2005 |
| • Natürliche transiente Tracer (3He/3H) | 2005 – 2007 |
| • Isotope (18O, 2H, 3H) | 2006 – 2009 |
| • Antimon | 2006 – 2007 |
| • Spurenelemente | 2007 – 2008 |
| • Perfluorierte Chemikalien PFC | 2007 - 2008 |
| • Screening auf Mikroverunreinigungen | 2007 – 2009 |
| • Mikrobiologie | 2009 – 2010 |
| • Dynamik Pflanzenschutzmittel | 2010 – 2011 |
| • Radioisotope | 2012 |
| • Grundwasserbiozönose | 2012 – 2013 |
| • Bacterial source tracking | 2012 – 2013 |
| • Grundwasserfauna | 2013 – 2014 |
| • 1,4-Dioxan | 2014 – 2016 |
| • Glyphosat | 2016 |
| • Screening auf Mikroverunreinigungen | 2017 ff |
| • Passiv-Sampling | 2017 ff |
| • Spurenelement und Hauptinhaltsstoffe | 2018 |
| • Perchlorat | 2018 |





Grundwasser-Qualität: Pilotstudien

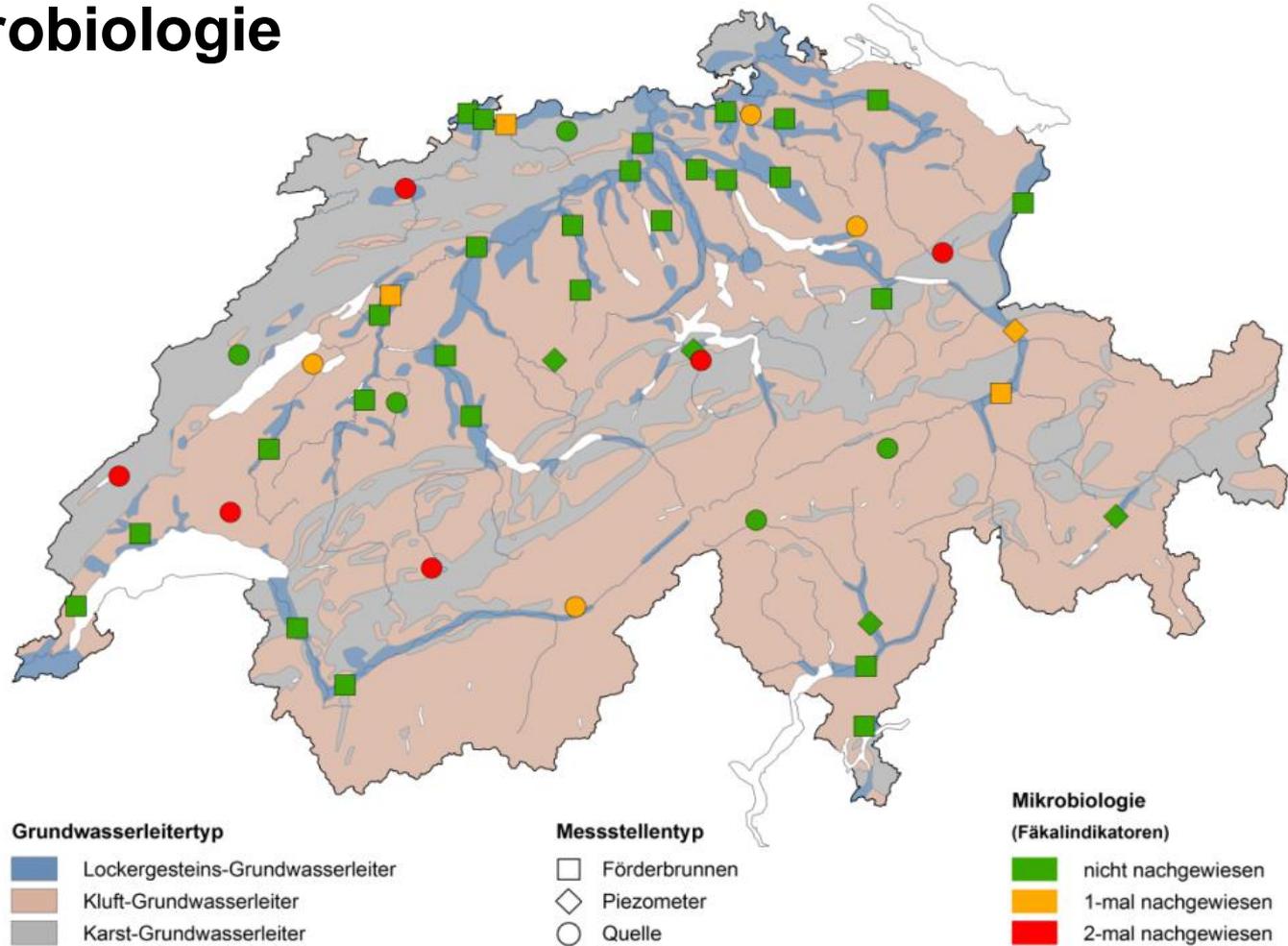
Perfluorierte Chemikalien PFC





Grundwasser-Qualität: Pilotstudien

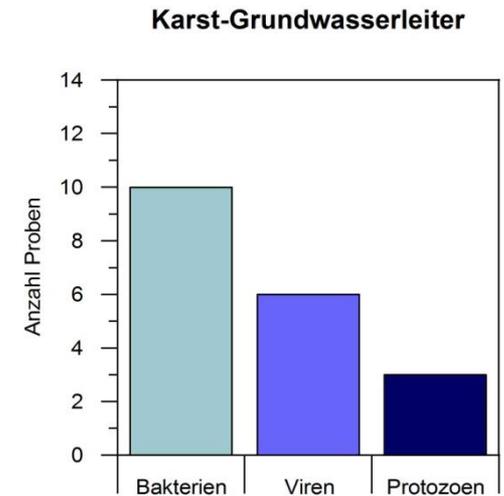
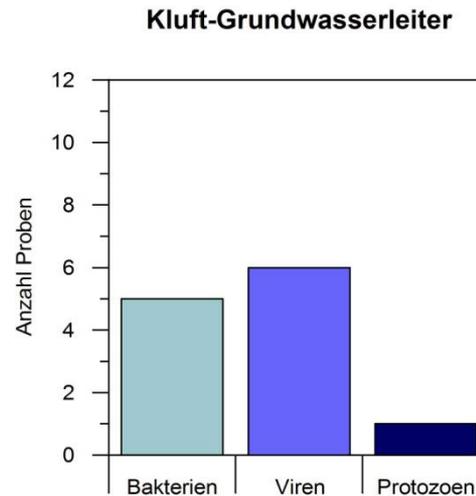
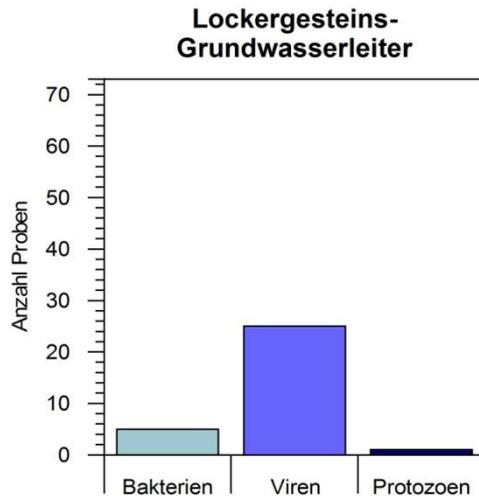
Mikrobiologie





Grundwasser-Qualität: Pilotstudien

Mikrobiologie



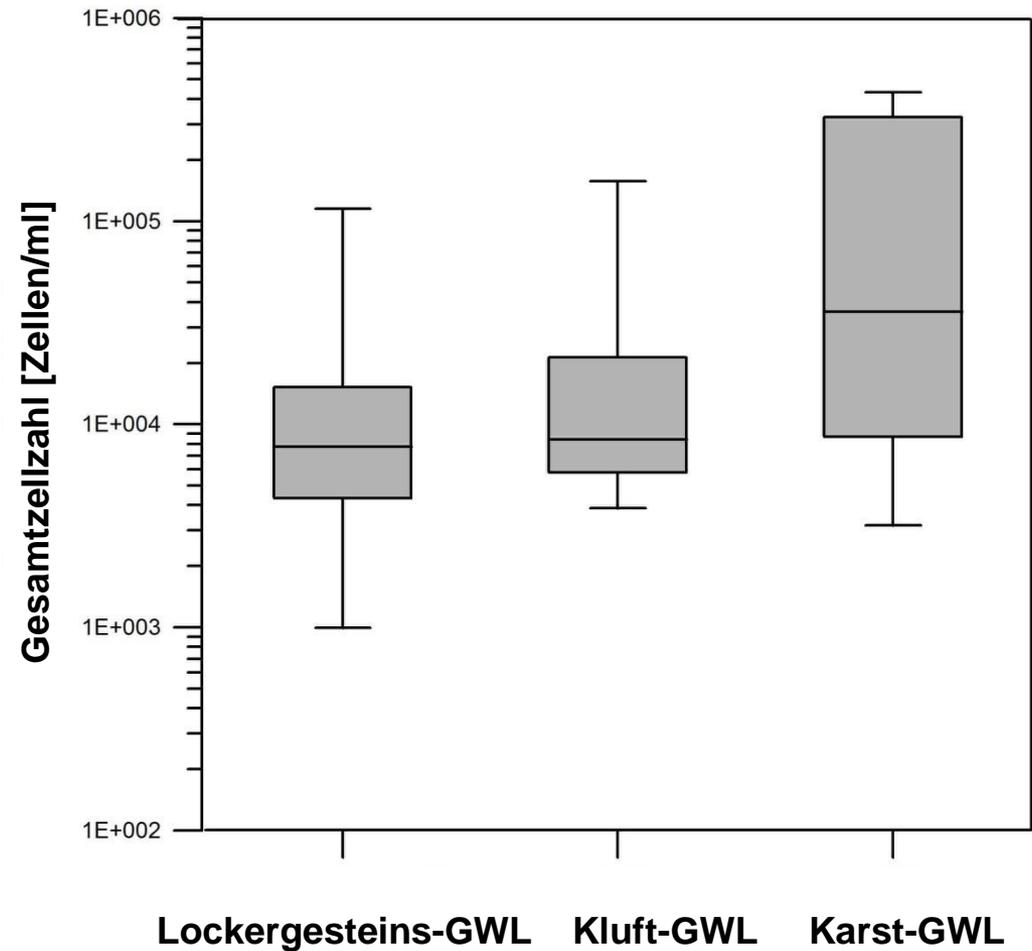
Filterwirkung

Fließgeschwindigkeiten



Grundwasser-Qualität: Pilotstudien

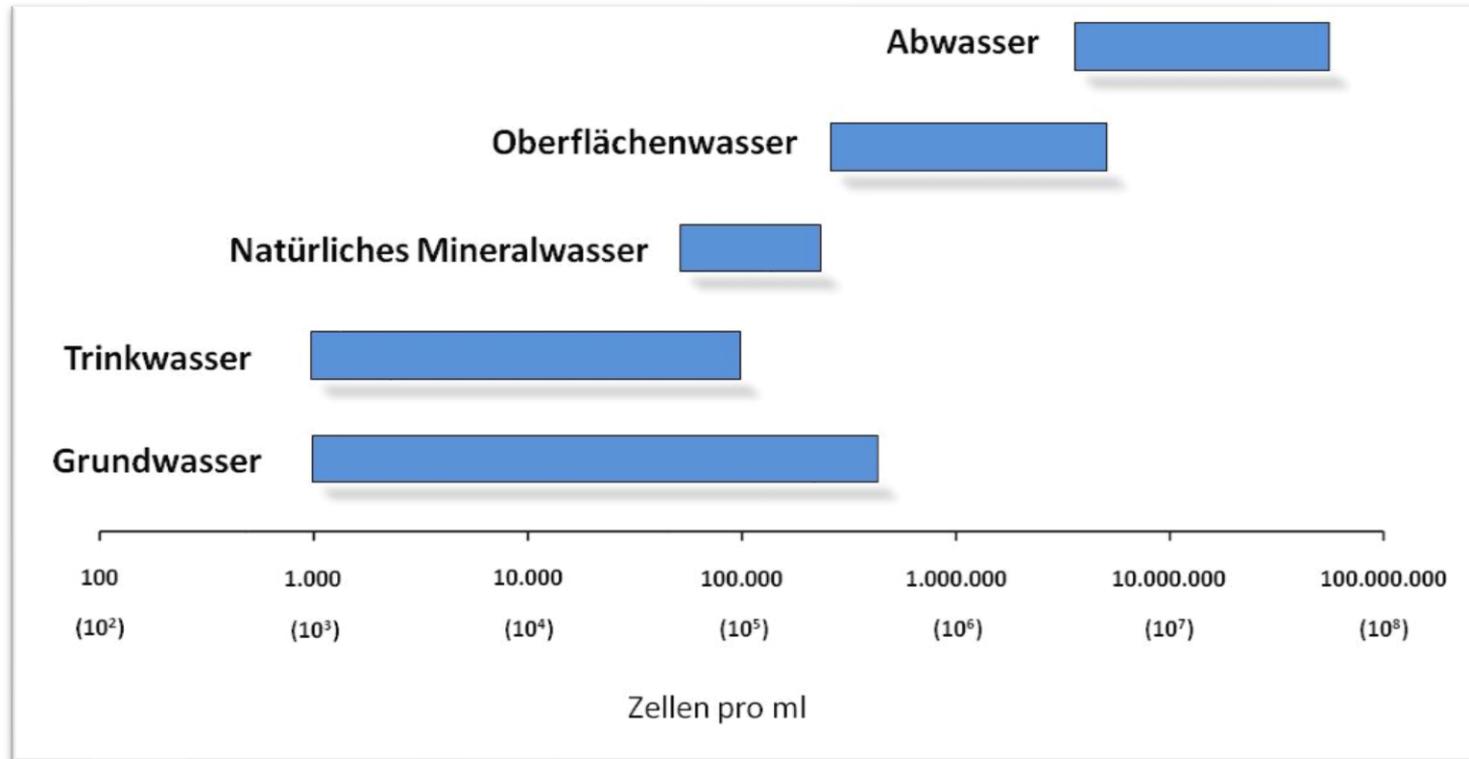
Mikrobiologie





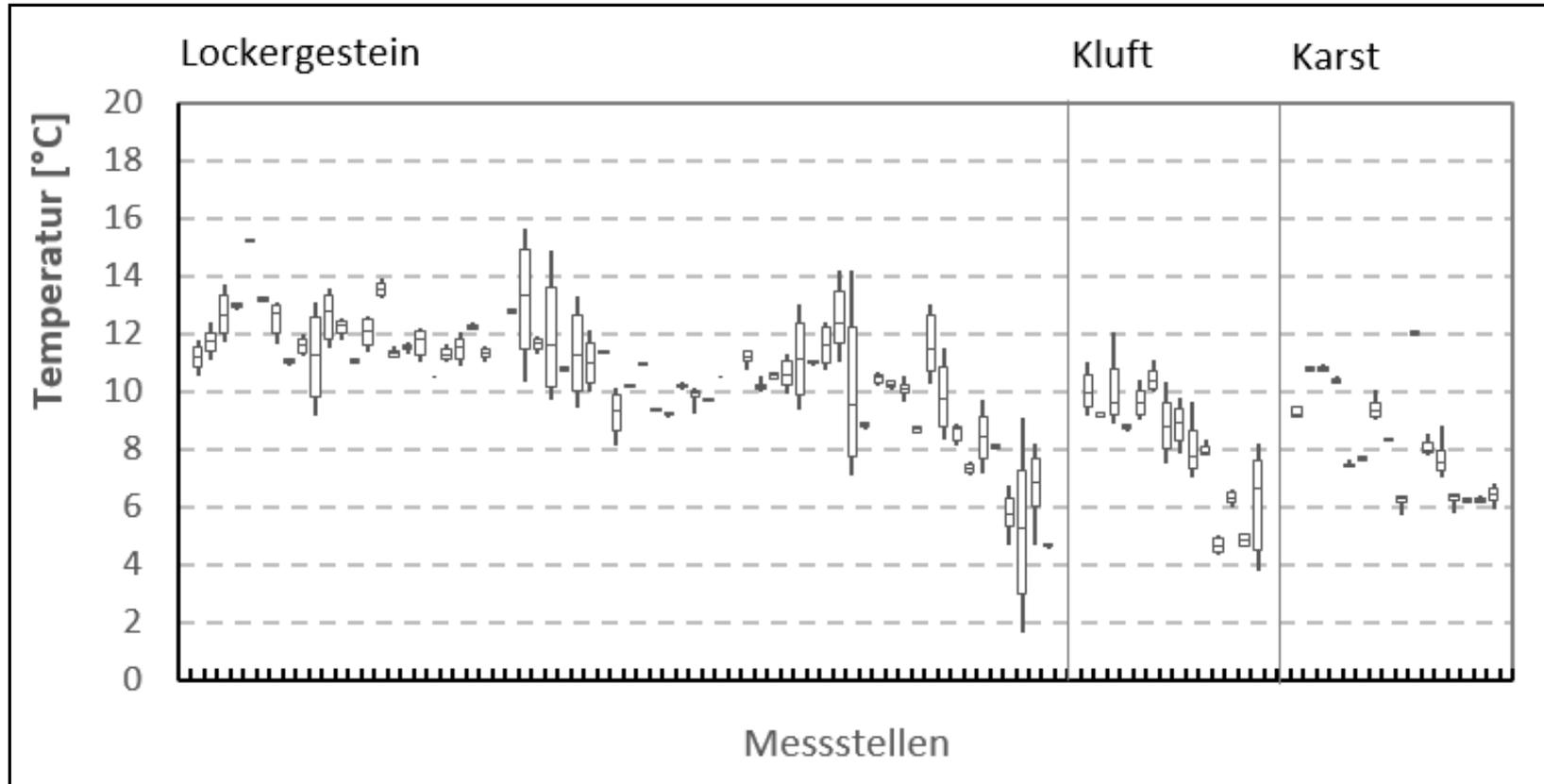
Grundwasser-Qualität: Pilotstudien

Mikrobiologie



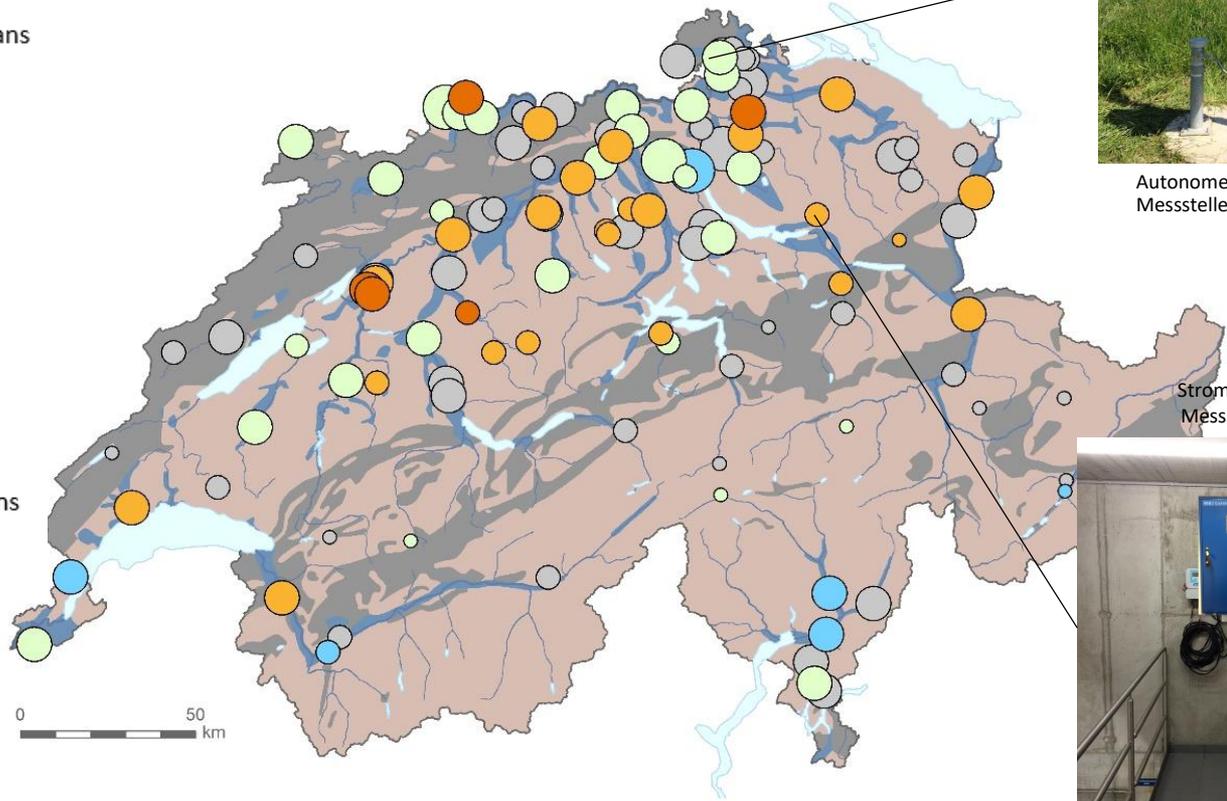
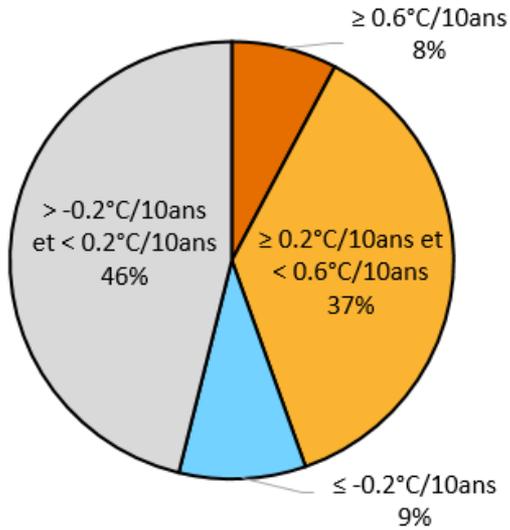


Grundwasser-Temperatur





Grundwasser-Temperatur



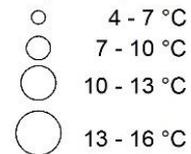
Autonome Piezometer-Messstelle Schaffhausen

Stromversorgte Quell-Messstelle Goldingen



Température des eaux souterraines

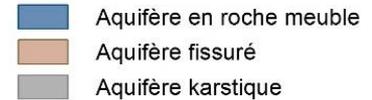
Moyenne pluriannuelle



Tendance



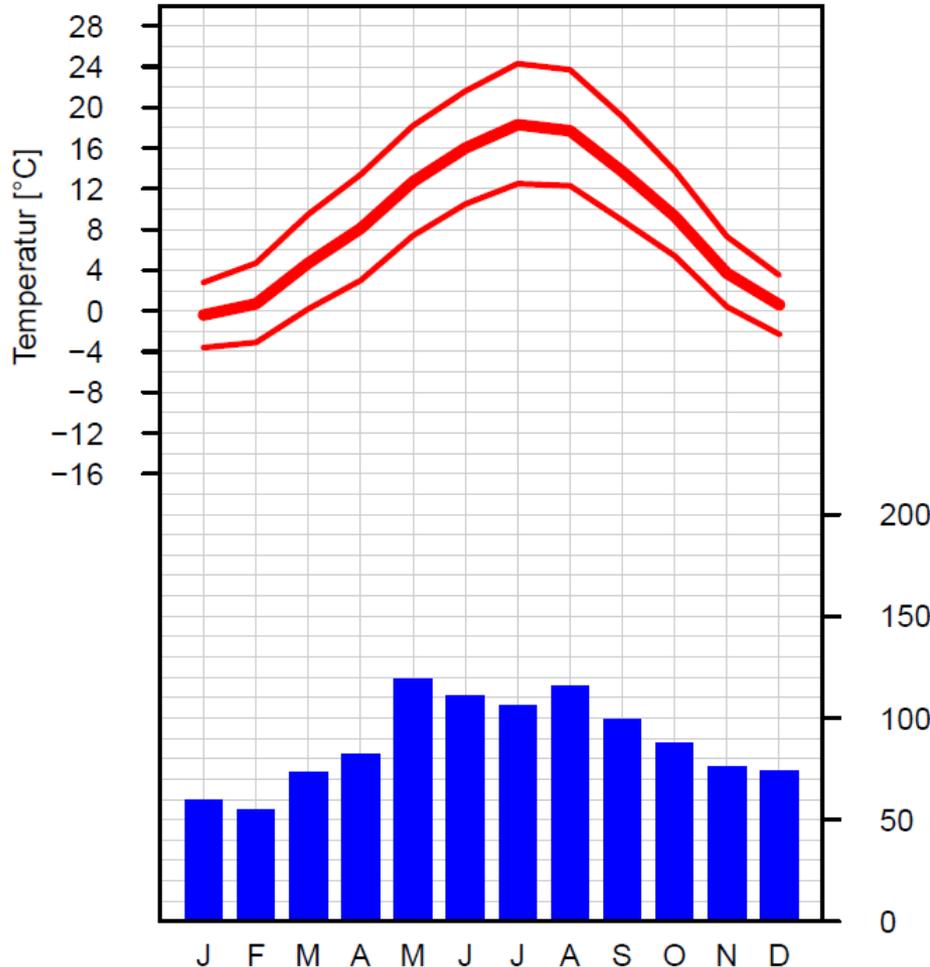
Type d'aquifère



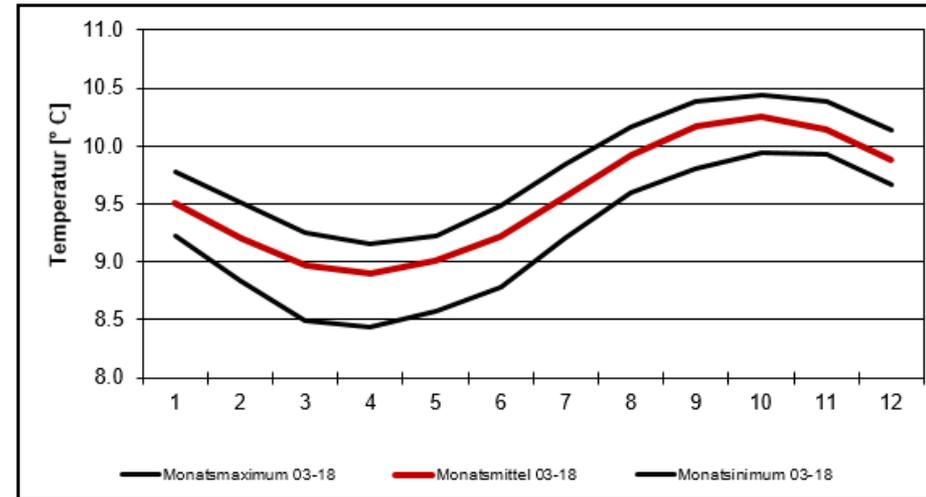


Grundwasser-Temperatur

Lufttemperatur in Bern/Zollikofen
Normwert 1981-2010



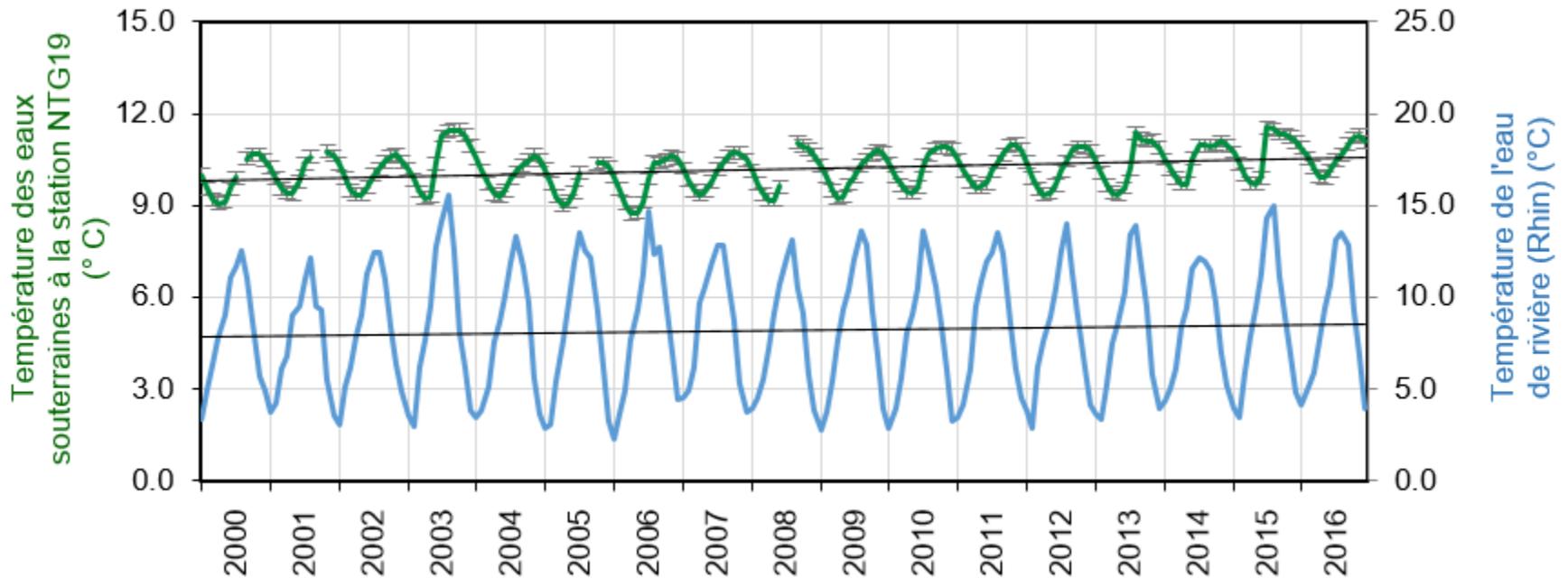
Grundwassertemperatur in Heitenried
Normwert 2003-2018



- Für die Schweiz typischer oberflächennaher Grundwasserleiter ohne Oberflächenwassereinfluss
- Ausschliesslich Grundwasserneubildung aus Niederschlag
- Verschiebung des Temperatursignals um ca. 3 Monate (häufig)



Grundwasser-Temperatur

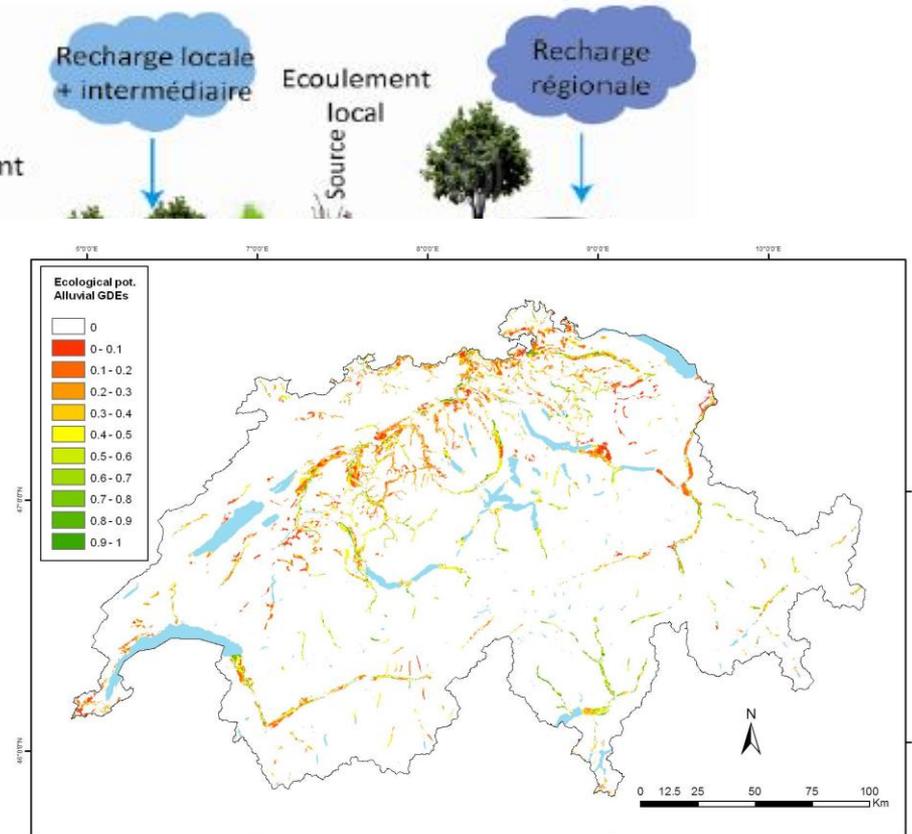
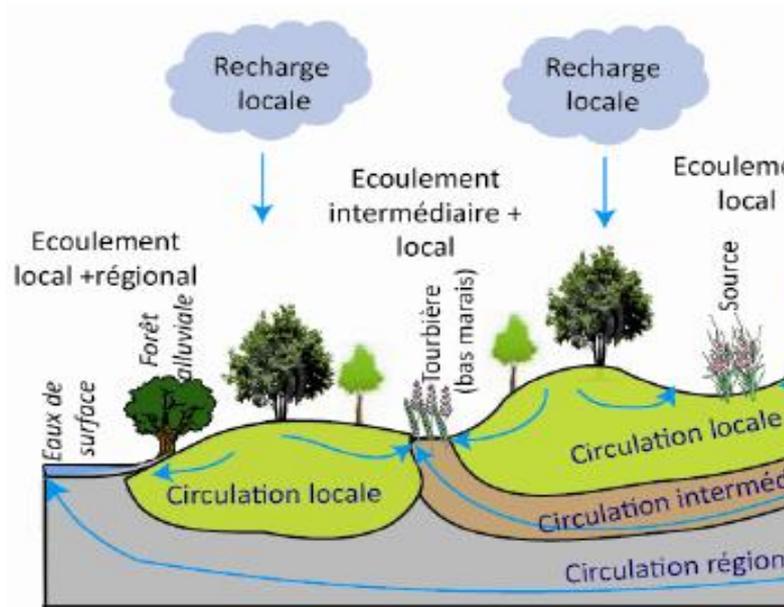


- Für die Schweiz typischer oberflächennaher Grundwasserleiter mit Oberflächenwassereinfluss
- Grundwasserneubildung auch aus Fließgewässer (Rhein)
- Verschiebung des Temperatursignals um ca. 3 Monate



Grundwasser-abhängige Ökosysteme

Quellen, Auen, Moore, hyporheische Zone



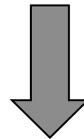


Klimaeinfluss auf die Wasserressourcen

Observations,
Scenarios, Forecasts,
Research,
Monitoring



Diverse (potential)
users of climate
services



Research
Projects

Synthesis
Report

Climate
Services



Klimaeinfluss auf die Wasserressourcen

NCCS Hydro CH-2018 / Focus area 3: Water cycle and extreme events

«Water
balance and
droughts»
ETHZ

«AgriAdapt»
*Agroscope, Uni Bern,
Uni Neuchâtel*

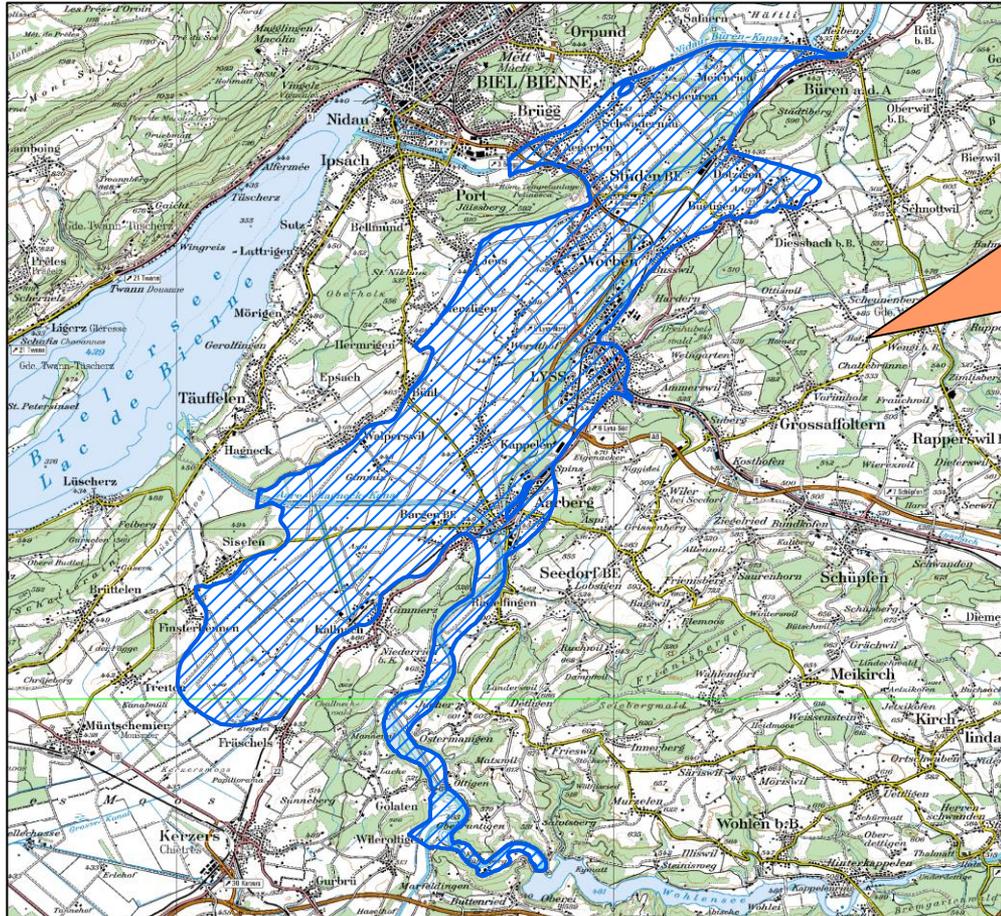


«Snow and
groundwater»
*Uni Neuchâtel,
Uni Lausanne*

«FORHYCS-
ICE-2018»
WSL



Klimaeinfluss auf die Wasserressourcen



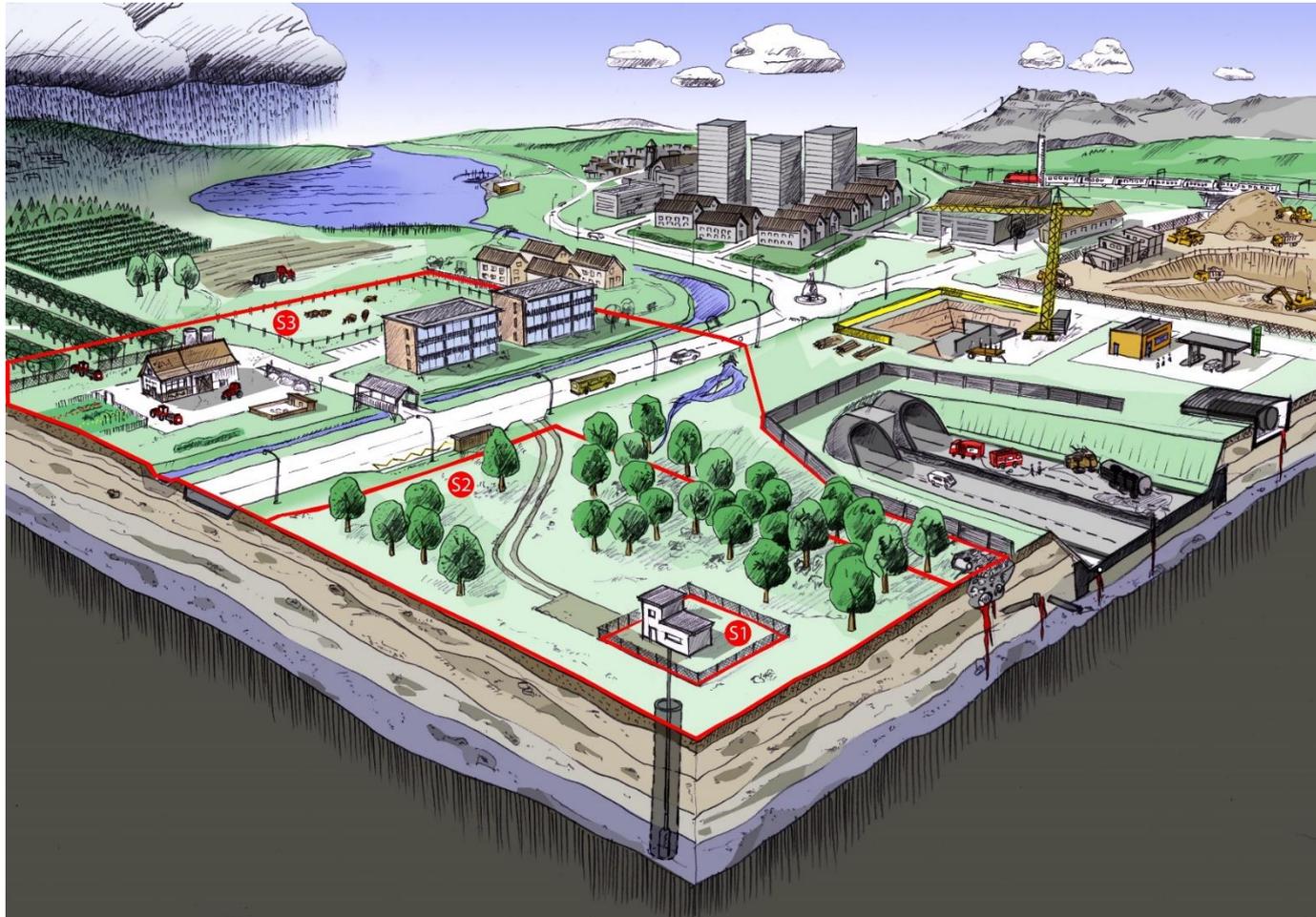
Quelle: Agroscope

«AgriAdapt»
Agroscope, Uni Bern,
Uni Neuchâtel

Forschungsprojekt:
Agricultural
adaptation to
climate change and
its impact on
groundwater
resources



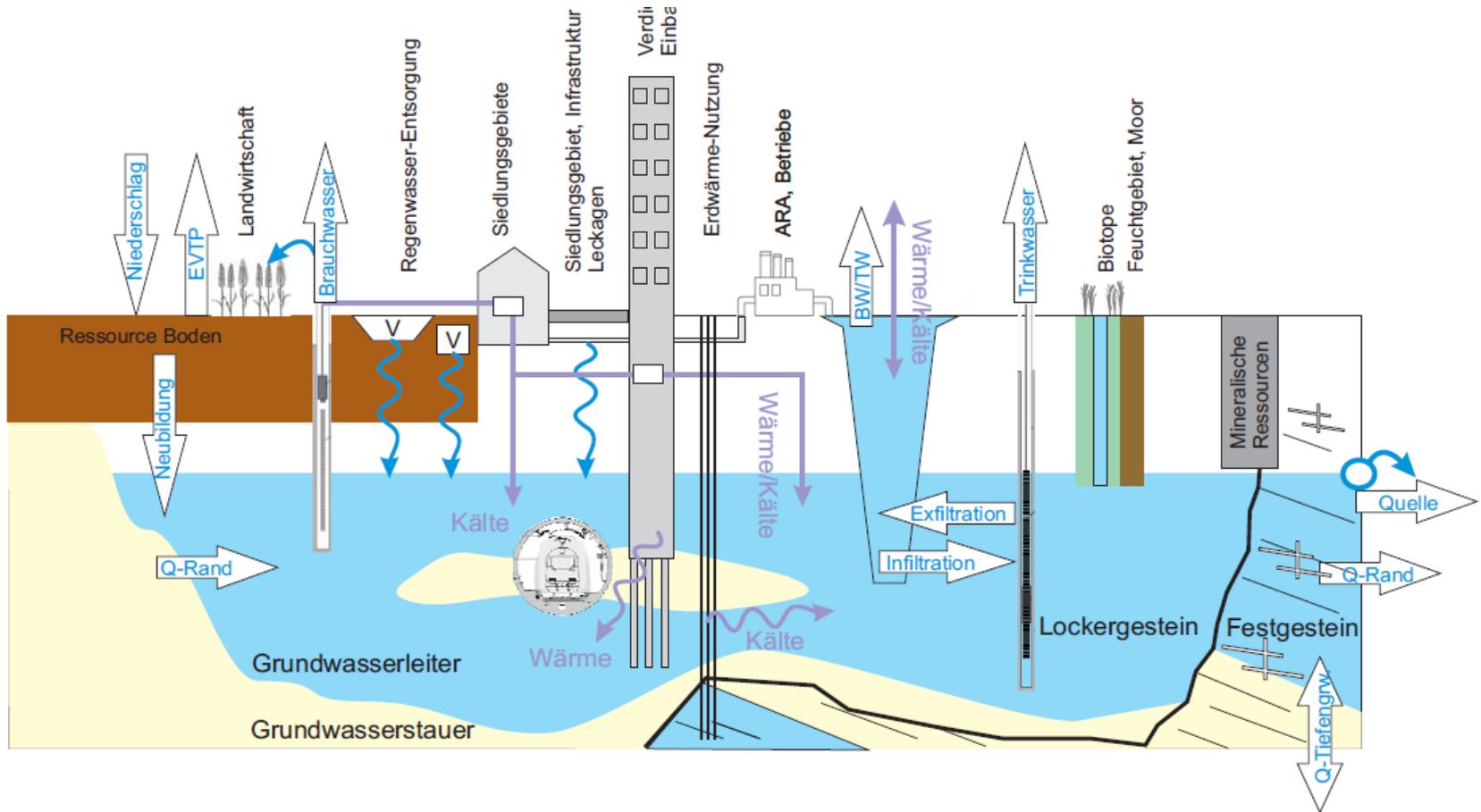
Gefährdung der Grundwassersysteme





Bewirtschaftung der Grundwassersysteme

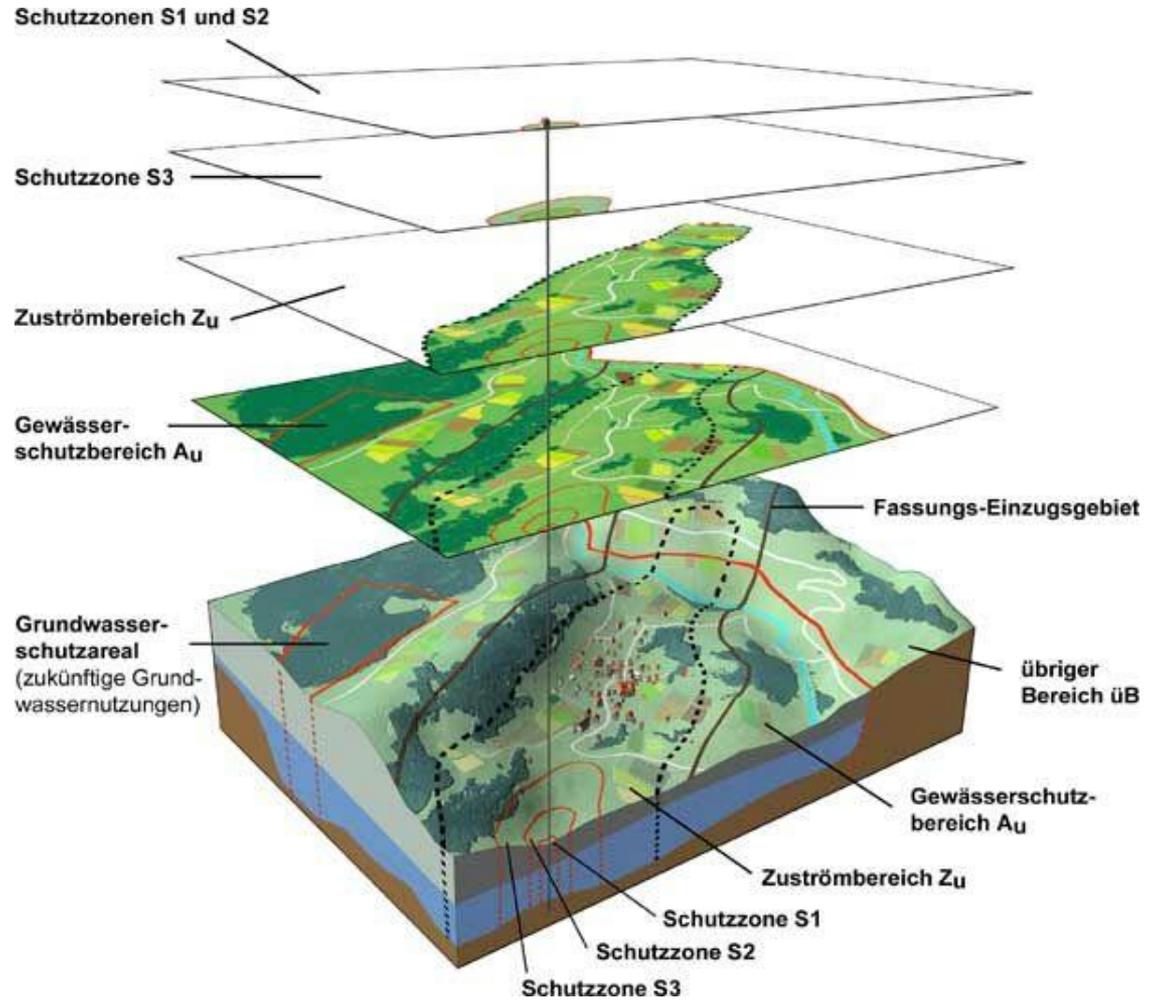
Integrales Wassermanagement





Bewirtschaftung der Grundwassersysteme

Flächendeckender Grundwasserschutz





Fragen?



www.bafu.admin.ch/grundwasser