



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti,
dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Ufficio federale dell'ambiente UFAM
Divisione Idrologia

Basi idrogeologiche per una protezione efficace delle acque sotterranee

Flavio Malaguerra

flavio.malaguerra@bafu.admin.ch

ACQUA 360 - 13.11.2025



Contenuto

- Introduzione : Acque e Idrologia
- A cosa servono le basi idrogeologiche?
- Esempio 1: Delimitazione dei settori d'alimentazione Zu
- Esempio 2: Periodi di ritorno dei livelli estremi delle acque sotterranee
- Progetti futuri
- Conclusione



Introduzione: Acque e Idrologia



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

Acque	Protezione delle acque sotterranee	Gestione delle acque urbane	Qualità delle acque	Rivitalizzazione e pesca	Risanamento della forza idrica
P. Eschmann	M. Schärer	F. Soltermann	C. Leu	S. Haertel-Borer	L. Lundsgaard-Hansen M. Schaffner



Idrologia	Idrometria	Informazioni idrologiche	Basi idrologiche dello stato delle acque	Basi idrogeologiche	Previsioni idrologiche	Basi idrologiche quantitative
vacante	R. Lukes	D. Streit	F. Storck	F. Malaguerra	T. Bürgi	P. Schmock-Fackel

Introduzione: Acque e Idrologia



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

Acque	Protezione delle acque sotterranee	Gestione delle urbane
P. Eschmann	M. Schärer	F. Soltermann

- Modifica di leggi e ordinanze
 - Pubblicazione di aiuti all'esecuzione
 - Prese di posizioni
 - Sorveglianza dell'esecuzione
- **compiti «ministeriali»**

- Monitoring della quantità e qualità delle acque sotterranee (NAQUA)
 - Valutazione, analisi e pubblicazione di dati idrogeologici
 - Raccomandazioni di metodi
 - Centro di competenza
- **compiti da «agenzia»**

o stato	Basi idrogeologiche	Previsioni idrologiche	Basi idrologiche quantitative
	F. Malaguerra	T. Bürgi	P. Schmocker-Fackel



Necessità delle basi idrogeologiche

- Scambio tra «ministero» e «agenzia» per garantire l'applicabilità delle leggi
- Migliori informazioni → più facile prendere decisioni.
- Ruolo della confederazione - emanare raccomandazioni e unificare le pratiche per facilitare il lavoro e aumentare l'efficienza;
 - Del settore privato (gli studi sanno che metodo impiegare)
 - Dei cantoni (valutazione sulle stesse basi)
- Basi idrogeologiche: un equilibrio delicato:
 - Se troppo complesse rimangono inutilizzate
 - Se troppo semplificate non raggiungono lo scopo richiesto





Esempio 1: Delimitazione dei settori d'alimentazione Zu



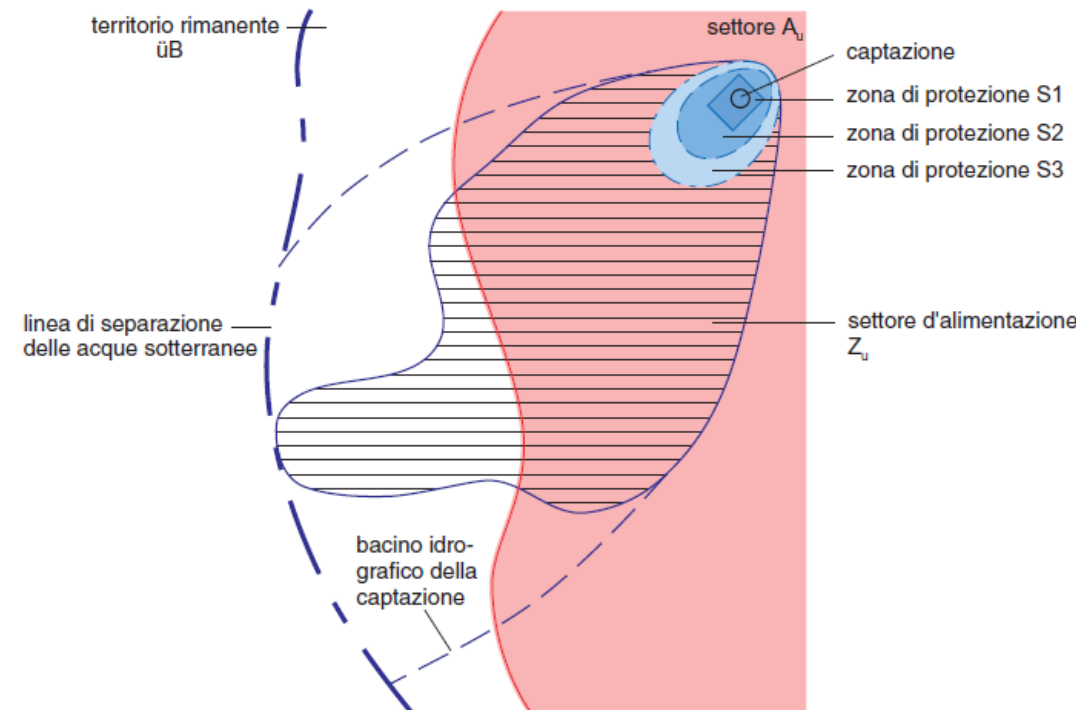
Delimitazione dei settori d'alimentazione Zu

– 113 Settore d'alimentazione Zu

Il settore d'alimentazione Zu comprende l'area dalla quale, in caso di basso livello dell'acqua, proviene all'incirca il 90% dell'acqua sotterranea che può essere prelevata al massimo da una captazione. Se l'onere per la determinazione di tale area risulta sproporzionato, il settore d'alimentazione Zu comprende l'intero bacino imbrifero.

Allegato 4 dell'Ordinanza sulla protezione delle acque (OPAc)

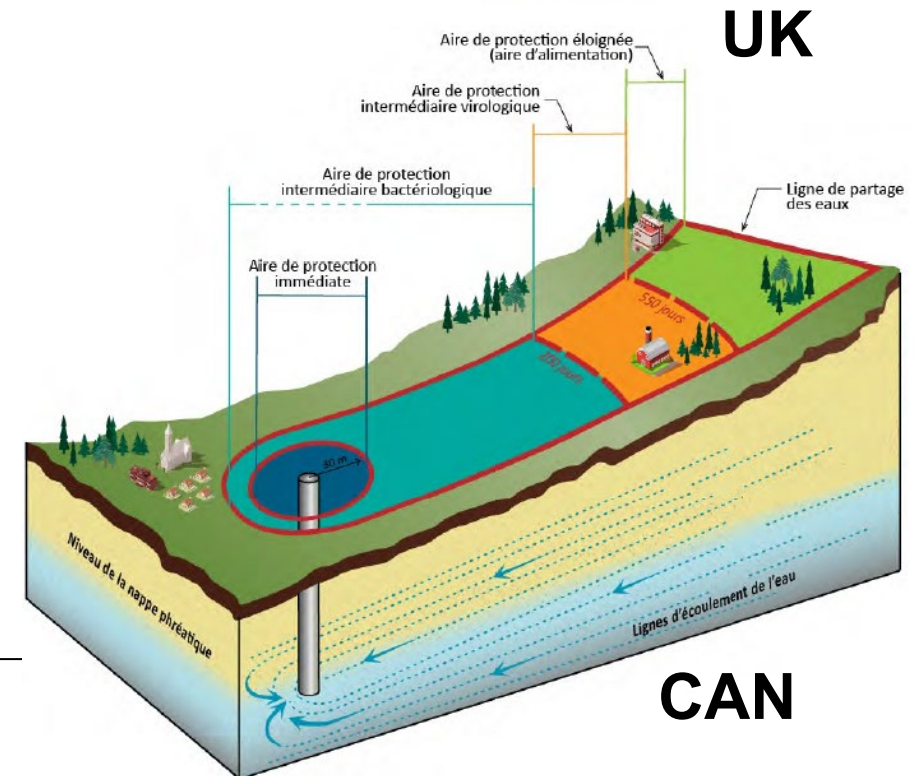
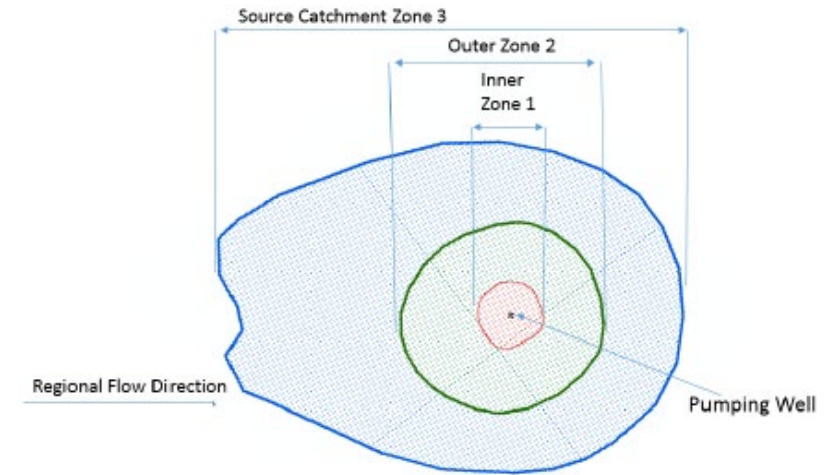
- Impedire che degli agenti inquinanti persistenti giungano alla captazione (cf. art. 27 1bis LPAc)
- Proteggere la biocenosi nelle acque sotterranee
- Zona dove le misure di risanamento sono più efficaci (cf. art. 62a LPAc)





Delimitazione dei settori d'alimentazione Zu

- Altri paesi definiscono delle aree simili secondo il tempo di residenza (p.es. CAN: 550 giorni, UK: 400 giorni) e non sulla proporzione di acqua che raggiunge la captazione
- Il calcolo del 90 % domanda informazioni supplementari
- Ma il legislatore specifica «*Se l'onere per la determinazione di tale area risulta sproporzionato, il settore d'alimentazione Zu comprende l'intero bacino imbrifero.*»

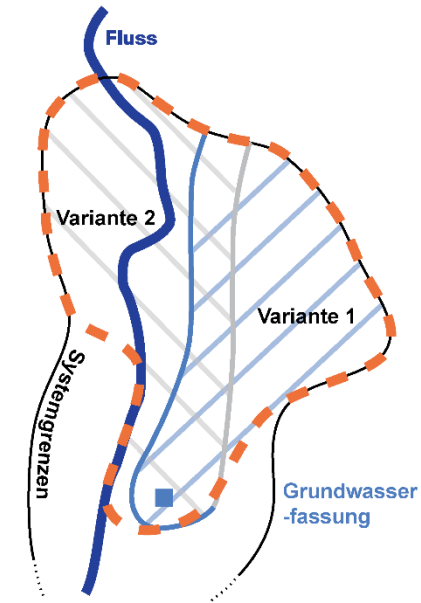




Delimitazione Zu – approccio a livelli

Da dove **potrebbe provenire** l'acqua ?

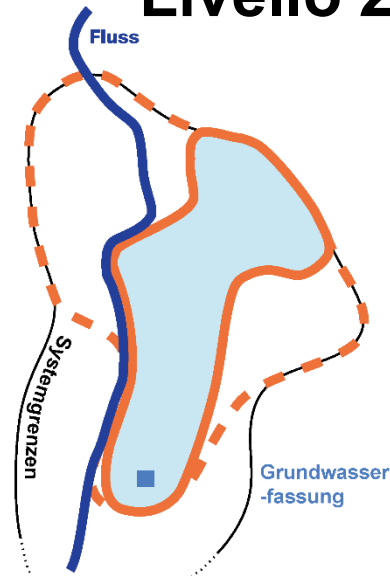
Livello 1



--- Bacino imbrifero potenziale

Da dove **proviene** l'acqua?

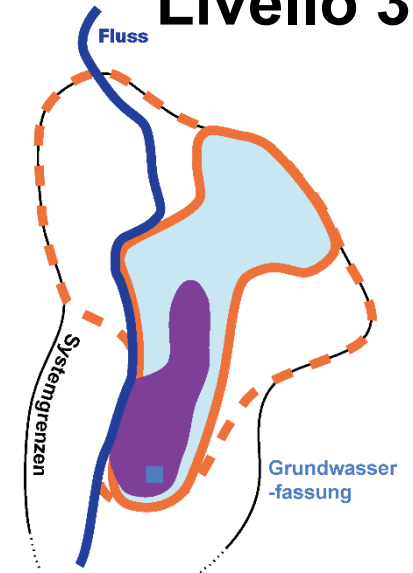
Livello 2



— Bacino imbrifero

Quanta acqua c'è e **da dove** proviene?

Livello 3



— Zu «90%»



Plattform Grundwasserschutz
Plateforme Protection des eaux souterraines
Piattaforma Protezione delle acque sotterranee



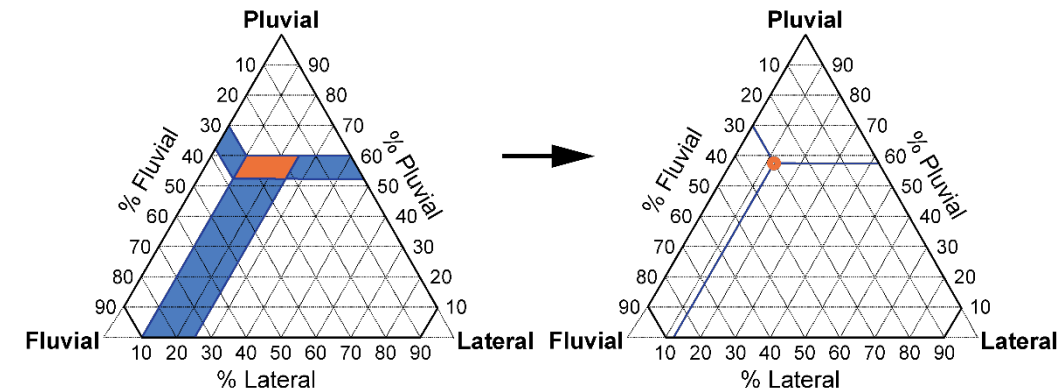
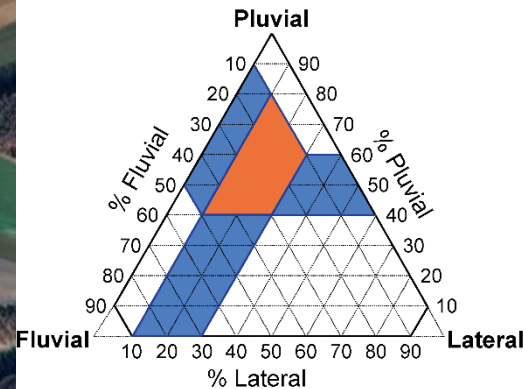
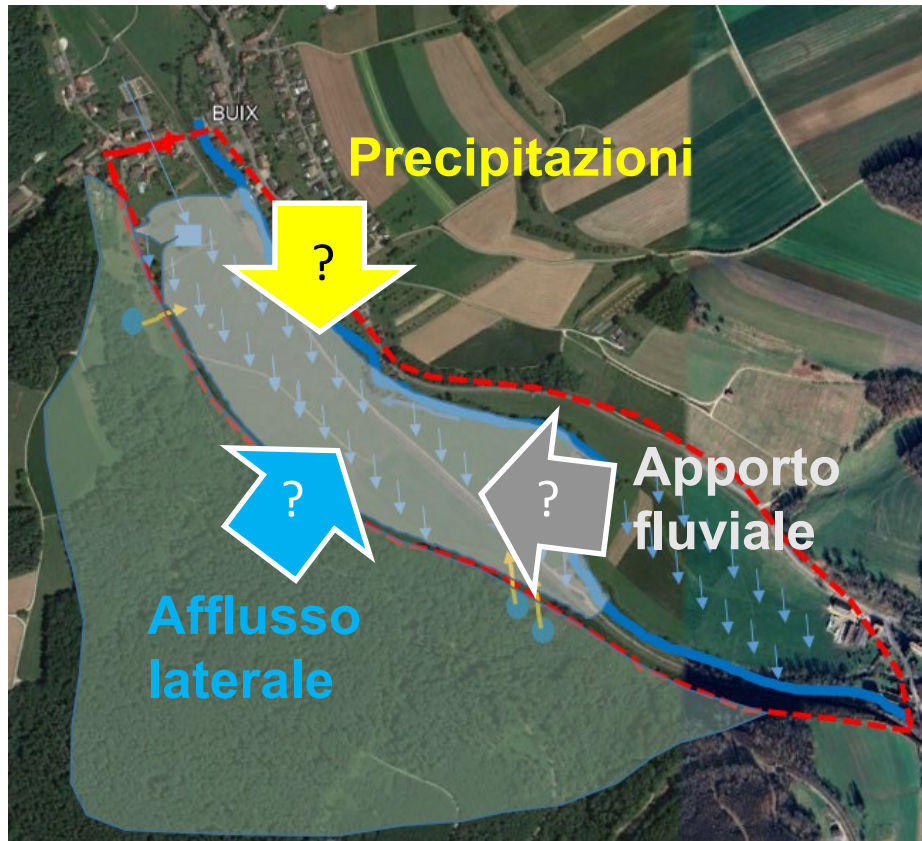
Delimitazione Zu – approccio a livelli - metodo

Rilevazione dei principali processi di alimentazione

Approccio a livelli

Livello 1

Precisazione iterativa nel livello 2

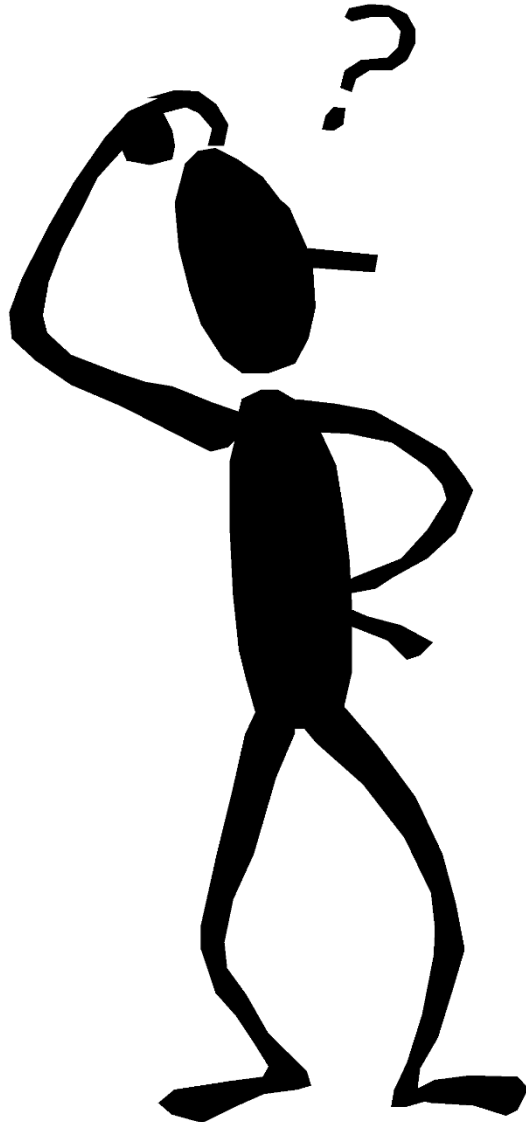


Informazioni necessarie
e costi

Incertezza e superficie



Delimitazione Zu – approccio a livelli – scelta del livello





Delimitazione Zu – prossime tappe

- La pubblicazione del rapporto sull'approccio a livelli sarà prevista per la prima metà del 2026
- Il rapporto è stato revisionato da un largo gruppo di esperti composti da autorità cantonali, ricerca e settore privato. La metodologia è stata bene accolta.
- A partire dal 2026 la metodologia sarà verosimilmente applicata a casi pratici
- La necessità di nuove basi idrogeologiche sarà identificata durante l'applicazione a casi pratici.



Plattform Grundwasserschutz
Plateforme Protection des eaux souterraines
Piattaforma Protezione delle acque sotterranee



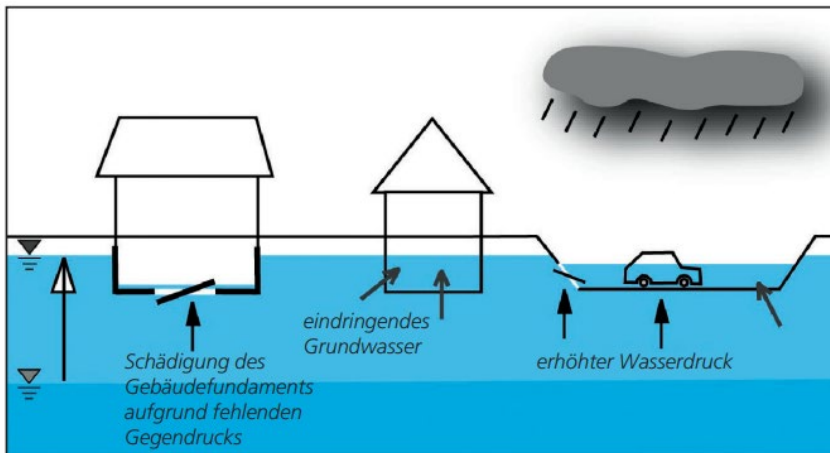
Esempio 2: Periodi di ritorno dei livelli estremi delle acque sotterranee



Livelli estremi delle acque sotterranee

A cosa servono?

- Prevenire danni gravi: livelli delle acque sotterranee insolitamente elevati possono allagare scantinati, parcheggi sotterranei, discariche o altre infrastrutture sotterranee
- Proteggere le risorse idriche sotterranee: lo scavo di materiale, come la ghiaia, non può superare una profondità di 2 m al di sopra del livello massimo delle acque sotterranee registrato negli ultimi 10 anni – (cf. Istruzioni pratiche per la protezione delle acque sotterranee)
- **Tuttavia, fino ad ora non esiste una procedura di stima standardizzata per determinare i valori estremi delle acque sotterranee, come il livello massimo delle acque sotterranee su un periodo di 10 anni**



gwa 6/2008



Stephanie Eichler / stock.adobe.com



<https://www.nfz.ch/2018/03/grosser->

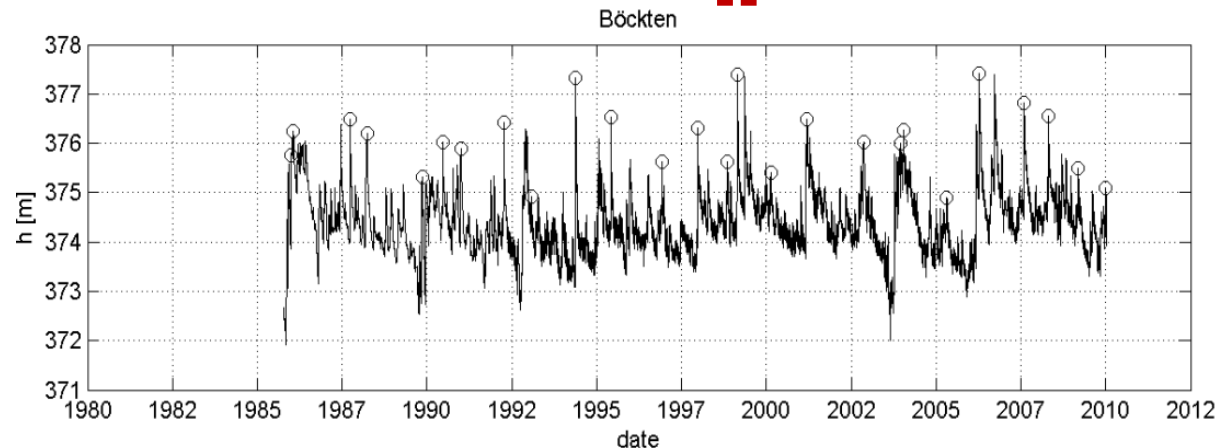
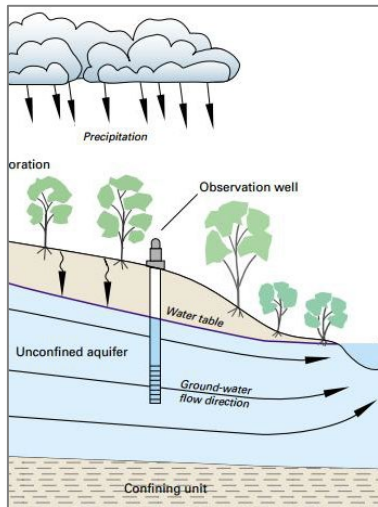


Periodi di ritorno dei livelli estremi delle acque sotterranee

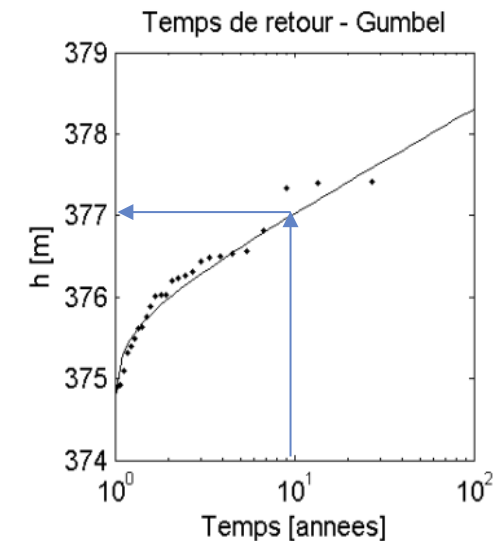
Come vengono stimati?

- L'analisi statistica della frequenza è uno strumento standard per stimare i livelli delle acque sotterranee con un determinato periodo di ritorno o una determinata probabilità di superamento
- Una distribuzione di probabilità viene calibrata a una serie di livelli massimi annuali delle acque sotterranee
 - Esistono **diverse funzioni** di distribuzione di probabilità (ad es. GEV, Log-Pearson III).
 - Esistono **diversi metodi** per la stima dei parametri (Maximum Likelihood, L-Moment).

→ Come scegliere?



Renard, P.: Analisi statistica dei dati idrogeologici estremi, Relazione, 2011.



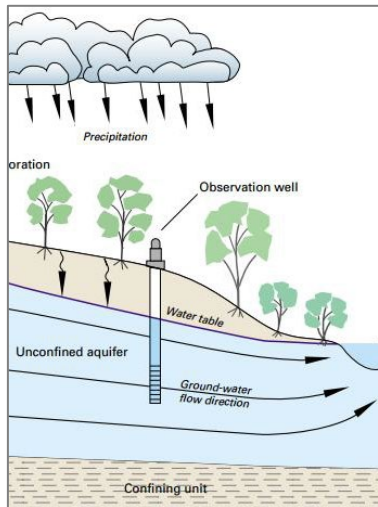


Periodi di ritorno dei livelli estremi delle acque sotterranee

Come vengono stimati?

- L'analisi statistica della frequenza è uno strumento standard per stimare i livelli delle acque sotterranee con un determinato periodo di ritorno o una determinata probabilità di superamento
- Una distribuzione di probabilità viene calibrata a una serie di livelli massimi annuali delle acque sotterranee
 - Esistono **diverse funzioni** di distribuzione di probabilità (ad es. GEV, Log-Pearson III).
 - Esistono **diversi metodi** per la stima dei parametri (Maximum Likelihood, L-Moment).

→ Come scegliere?



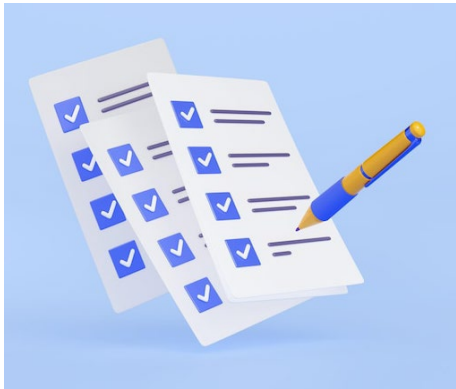
Ulteriori sfide nella pratica:

- Serie temporali insufficientemente lunghe e regolari
- Influenze antropiche (salti o tendenze nei dati)
- Peculiarità geologiche



Periodi di ritorno dei livelli estremi delle acque sotterranee

Avvio del progetto



Questionario inviato
agli uffici cantonali e
agli studi di ingegneri



**Gruppo
consutativo**
fornisce feedback
durante l'avvio del
progetto e verifica i
metodi

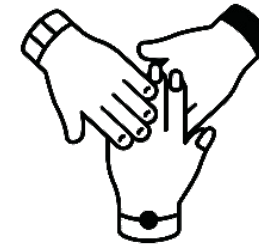


Responsabile del progetto



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale dell'ambiente UFAM



Metodi e produzione degli script



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale di statistica



Data Science
Competence Center DSCC

Casi di studio e test

CSDINGENIEURE+
VON GRUND AUF DURCHDACHT



Periodi di ritorno dei livelli estremi delle acque sotterranee

Risultati

- Raccomandazioni per la stima **dei livelli massimi delle acque sotterranee su n anni**
- Esempi di applicazione

BAFU Grundwasser Extremwertanalyse

updates notebooks
R. F. authored 49 minutes ago

Name	Last commit	Last update
.renku	renkulab.io: init BAFU Gru...	1 month ago
data	Upload New File	1 month ago
notebooks	updates notebooks	49 minutes ago
workflows	renkulab.io: init BAFU Gru...	1 month ago
.dockerignore	renkulab.io: init BAFU Gru...	1 month ago
.gitignore	renkulab.io: init BAFU Gru...	1 month ago
.gitlab-ci.yml	renkulab.io: init BAFU Gru...	1 month ago

Project information
22 Commits
1 Branch
0 Tags
README
CI/CD configuration
Add Wiki
Created on October 09, 2024

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

Raphaël de Fondeville (BFS), Samuel Diem (CSD Ingenieure AG), Jana von Freyberg (BAFU)

Version 2025-08

Schätzung der Jährlichkeiten von Grundwasserständen

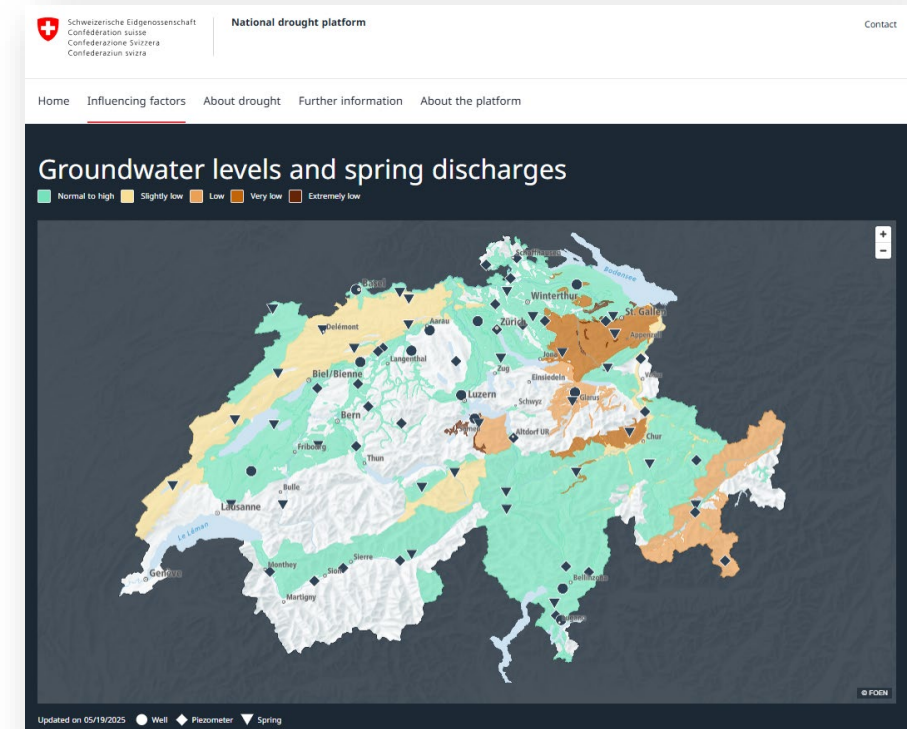
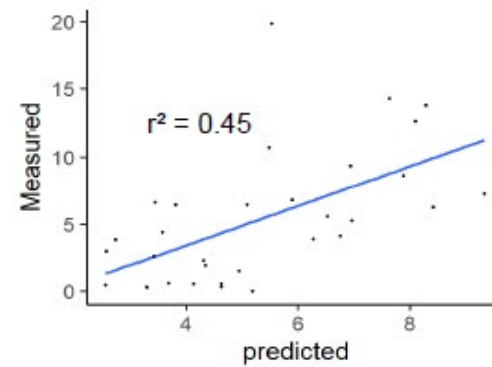
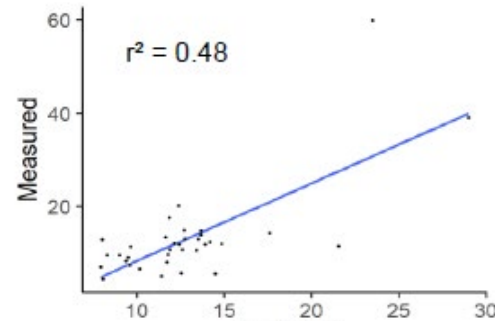
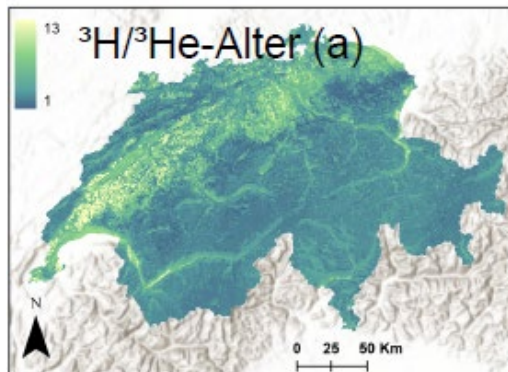
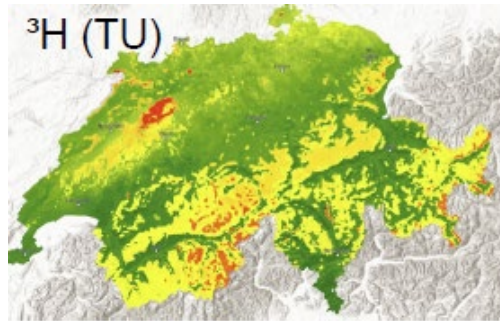
Rapporto con la descrizione dei metodi

Scripts in R liberamente disponibili



Progetti futuri

- Previsione dei livelli di falda e delle portate delle sorgenti
→ ampliamento della [Piattaforma nazionale sulla siccità](#)

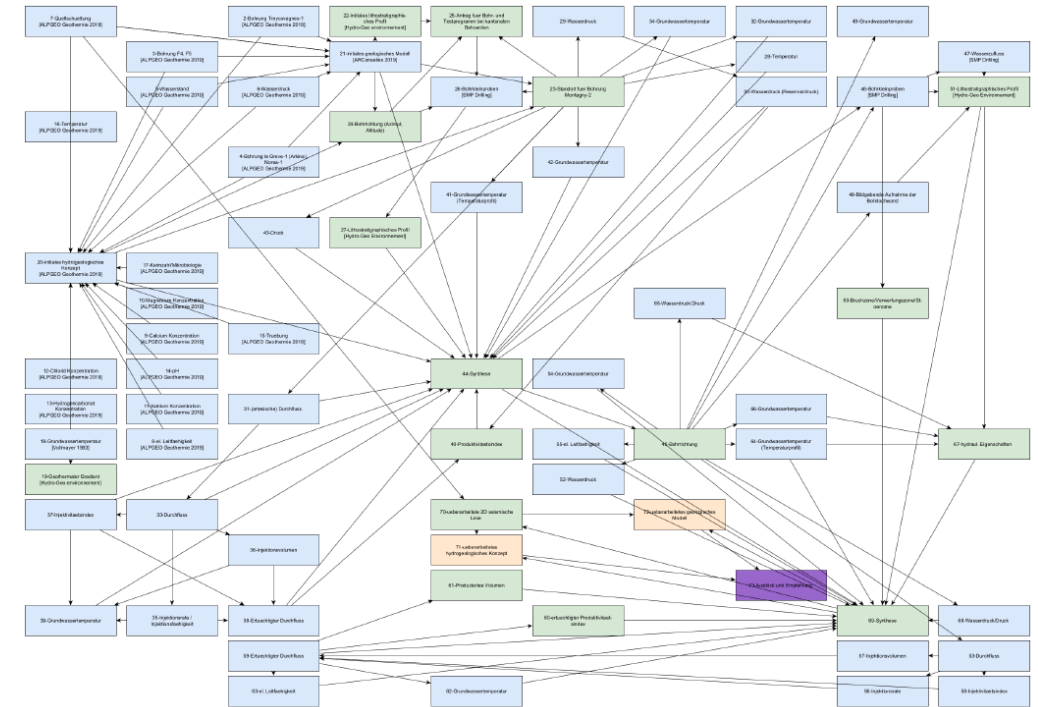
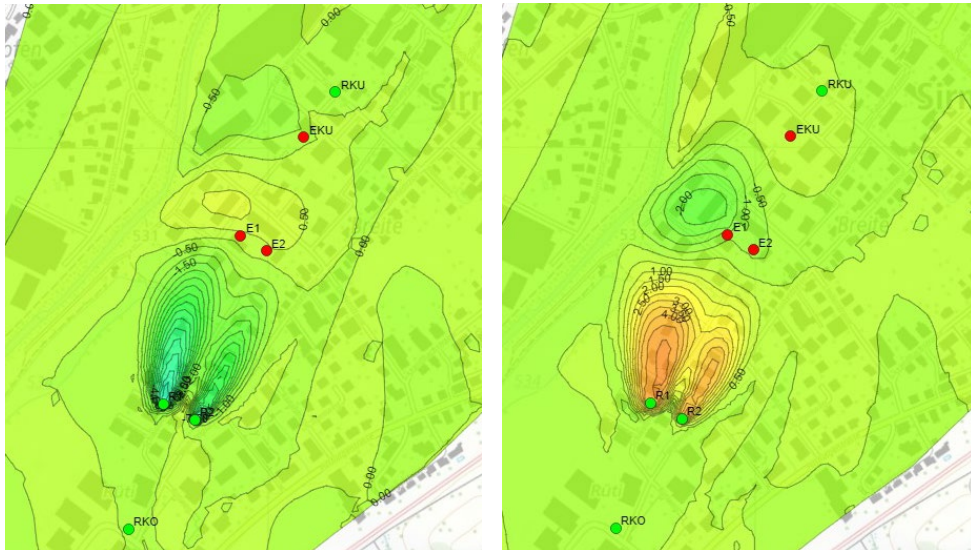


- Analisi e modellizzazione dei tempi di permanenza delle acque sotterranee
→ importante per valutare l'impatto delle misure contro l'inquinamento delle acque sotterranee



Progetti futuri

- Dati sulle acque sotterranee per l'utilizzo del sottosuolo: analisi delle attuali pratiche di scambio, elaborazione e utilizzo dei dati sulla base di progetti di esempio (con UFE e swisstopo)
→ facilitare lo scambio di informazioni



- Raccomandazioni per il monitoraggio della temperatura a livello dell'acquifero
→ Necessario per garantire un'utilizzazione energetica del sottosuolo senza impatti nefasti sulle acque sotterranee



Progetti futuri

- Tridimensionalità delle zone di protezione delle acque sotterranee
→ migliore gestione del sottosuolo (più utilizzi)

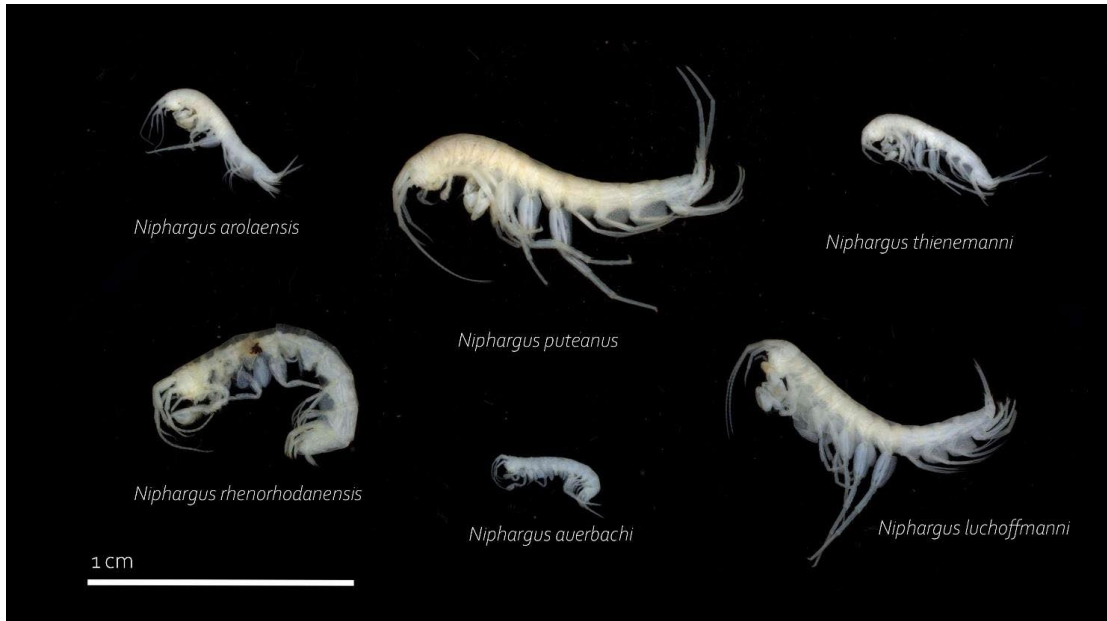
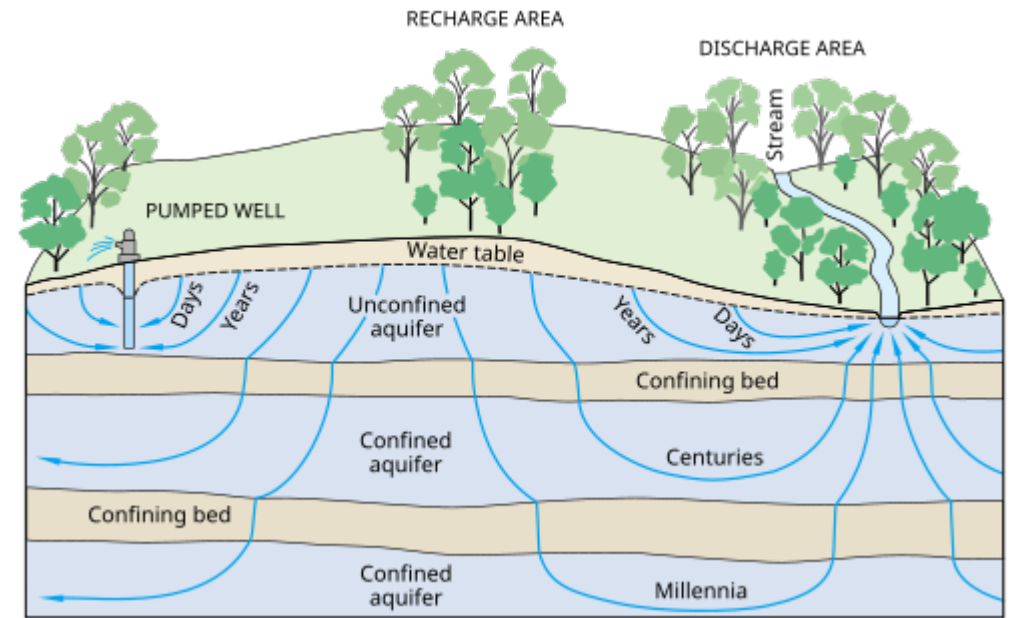


Photo: Eawag/ Mara Knüsel.



- Monitoraggio della biodiversità nelle acque sotterranee, p.es. con eDNA
→ determinare lo stato attuale della biodiversità e seguire l'evoluzione



Conclusione

- L'ufficio federale dell'ambiente UFAM ricopre i compiti ministeriali e d'agenzia concernenti le acque sotterranee
- Delle solide basi idrogeologiche contribuiscono ad una protezione efficace delle acque sotterranee
- Lo sviluppo di basi idrogeologiche ha un costo, ma una buona gestione delle acque sotterranee non ha prezzo



Grazie dell'attenzione