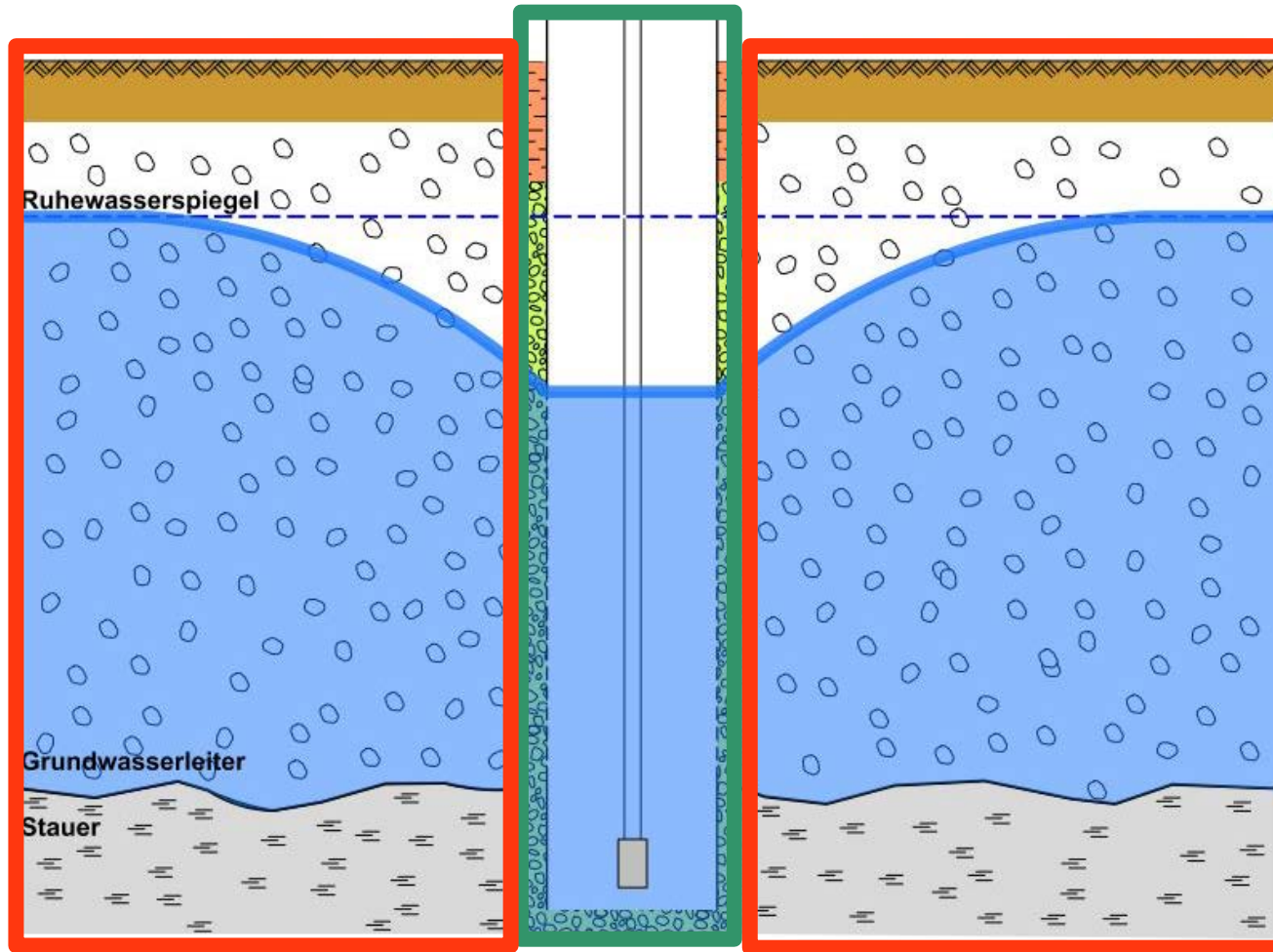


Grundwasserwärmennutzung – Ihr Beitrag zur Energiewende?
3. Sept. 2015

Hydrogeologische Voraussetzungen und Erkundung

Reto Murer, Dipl. Natw. ETH, Geologe CHGeol
Bereichsleiter Geologie

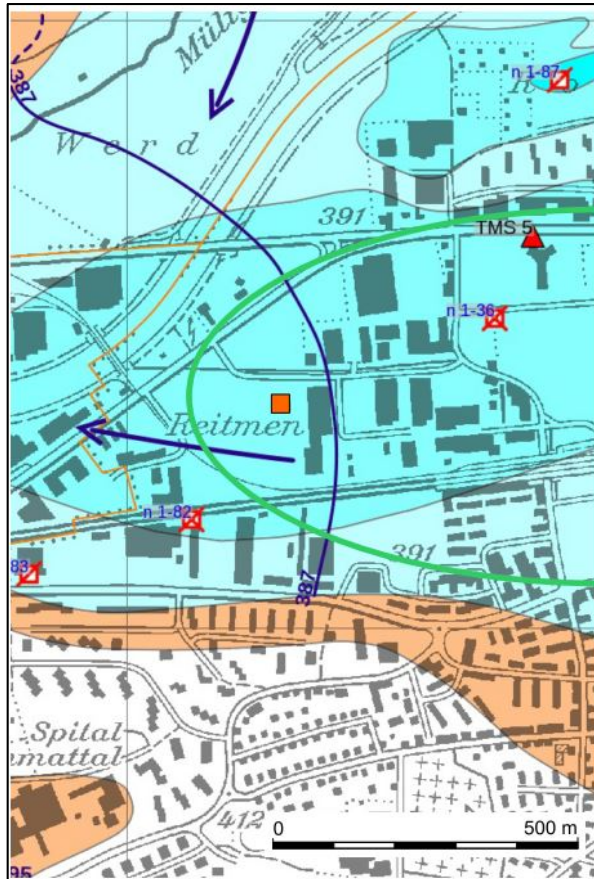
System Grundwasserleiter - Brunnen



Charakterisierung des GWV

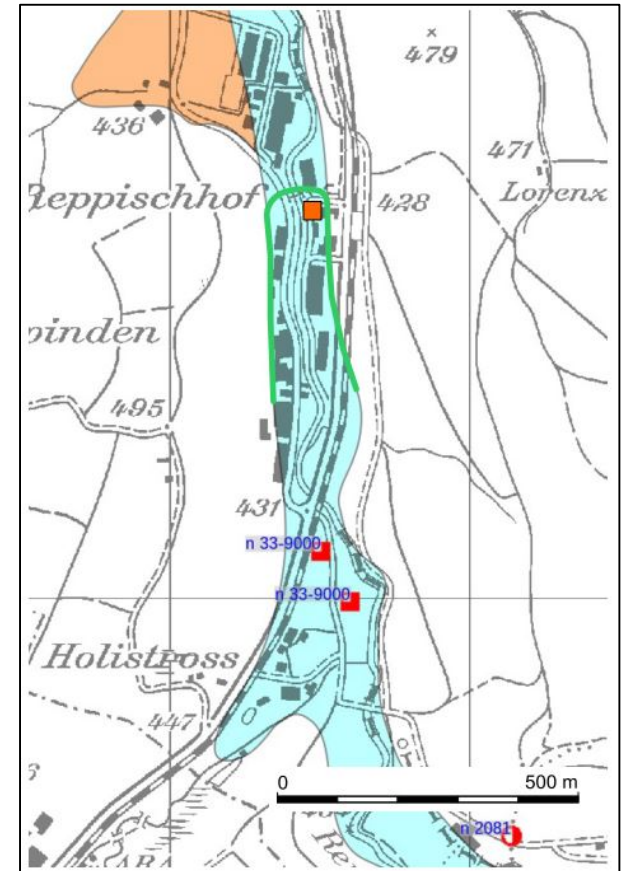
- Geometrie: Ausdehnung und Mächtigkeit **+++**
 - Hydraulische Leitfähigkeit (k-Wert) **+++**
 - Flurabstand **0**
 - Schwankungsbereich **++**
 - GW-Spiegel-Gefälle und -fliessrichtung **++**
 - Gespannte / ungespannte Verhältnisse **0**
 - Temperatur, Chemismus **0**
 - Bestehende Grundwasserfassungen **0**
- Einfluss auf
Ergiebigkeit**

Ausdehnung und Mächtigkeit



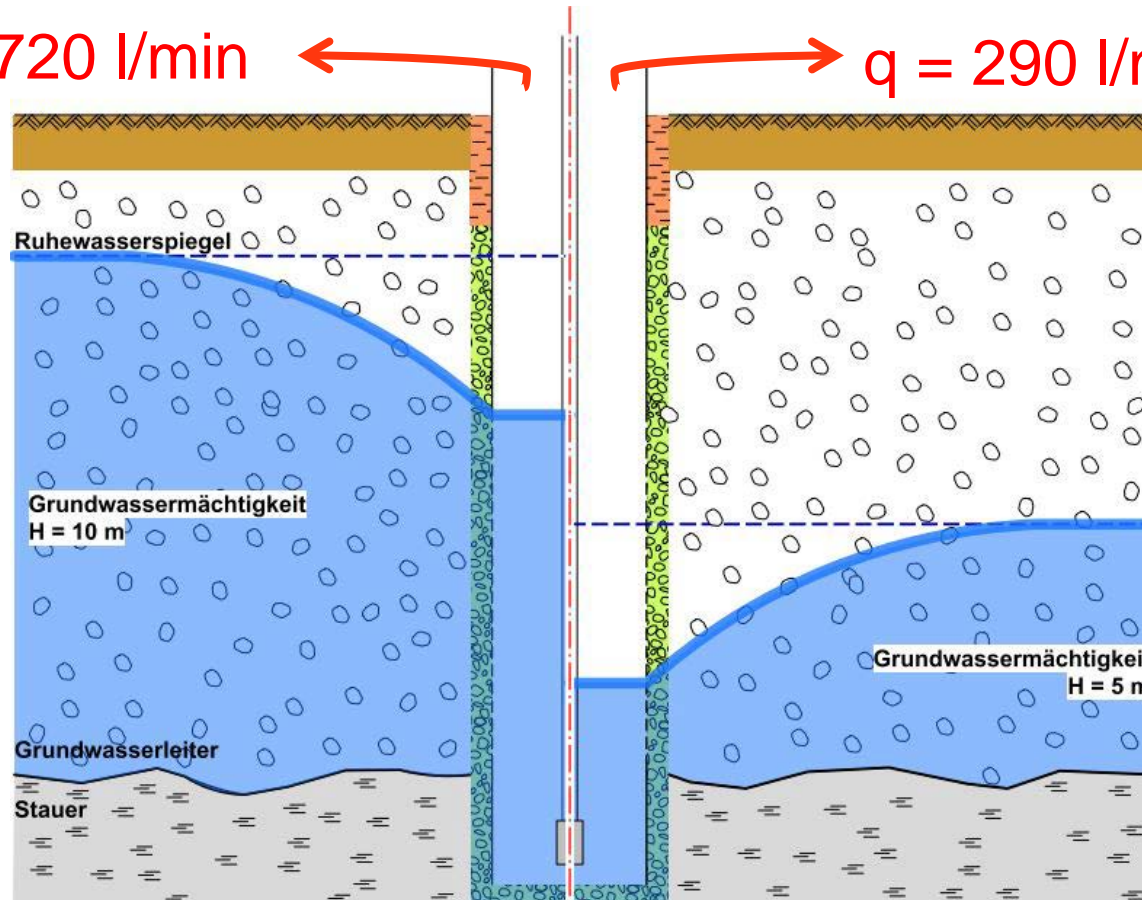
H = 15 m
 q = 2'000 l/min
 Trichter:
 280 m breit

H = 4 m
 q = 500 l/min
 Trichter:
 100 m breit

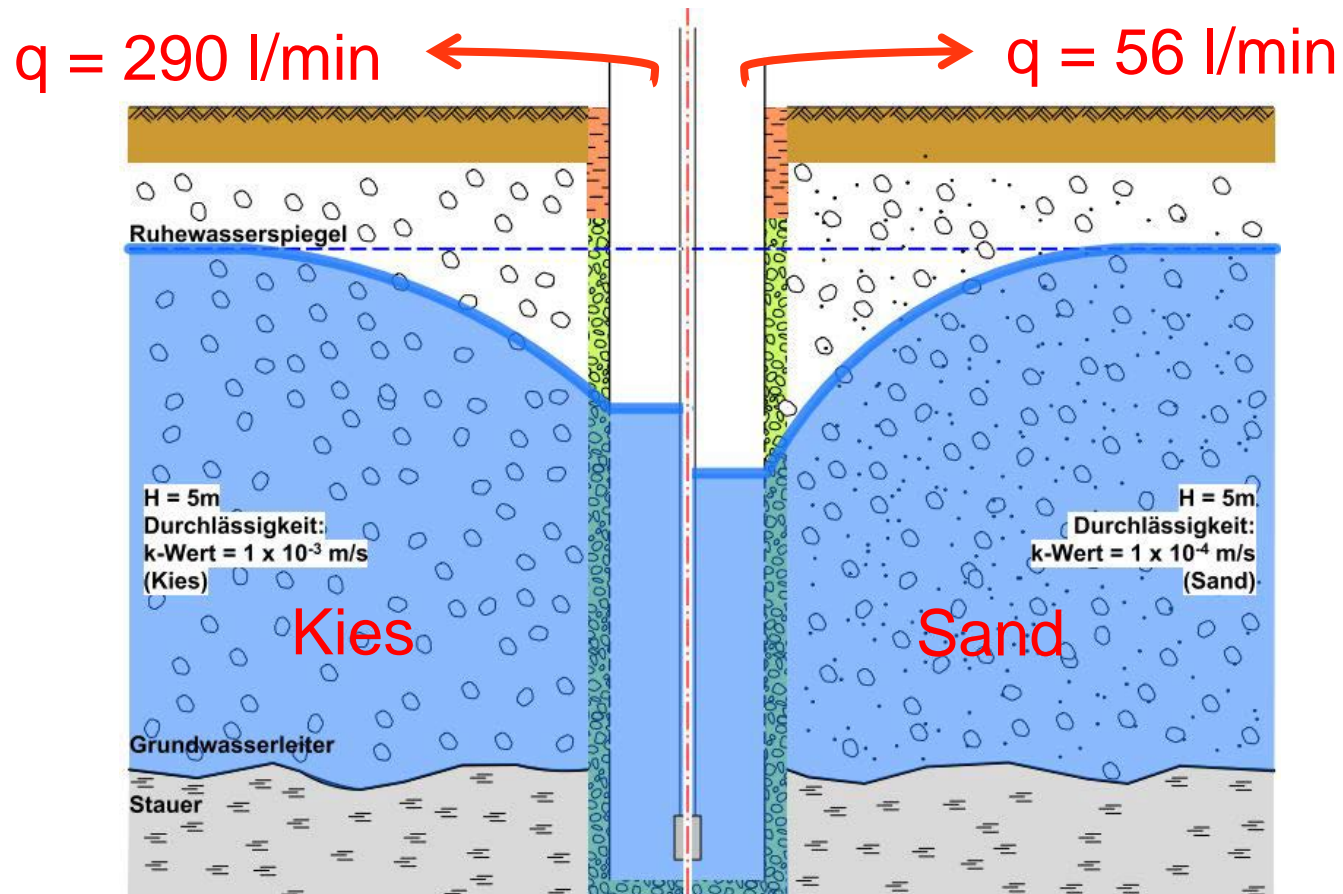


Ausdehnung und Mächtigkeit

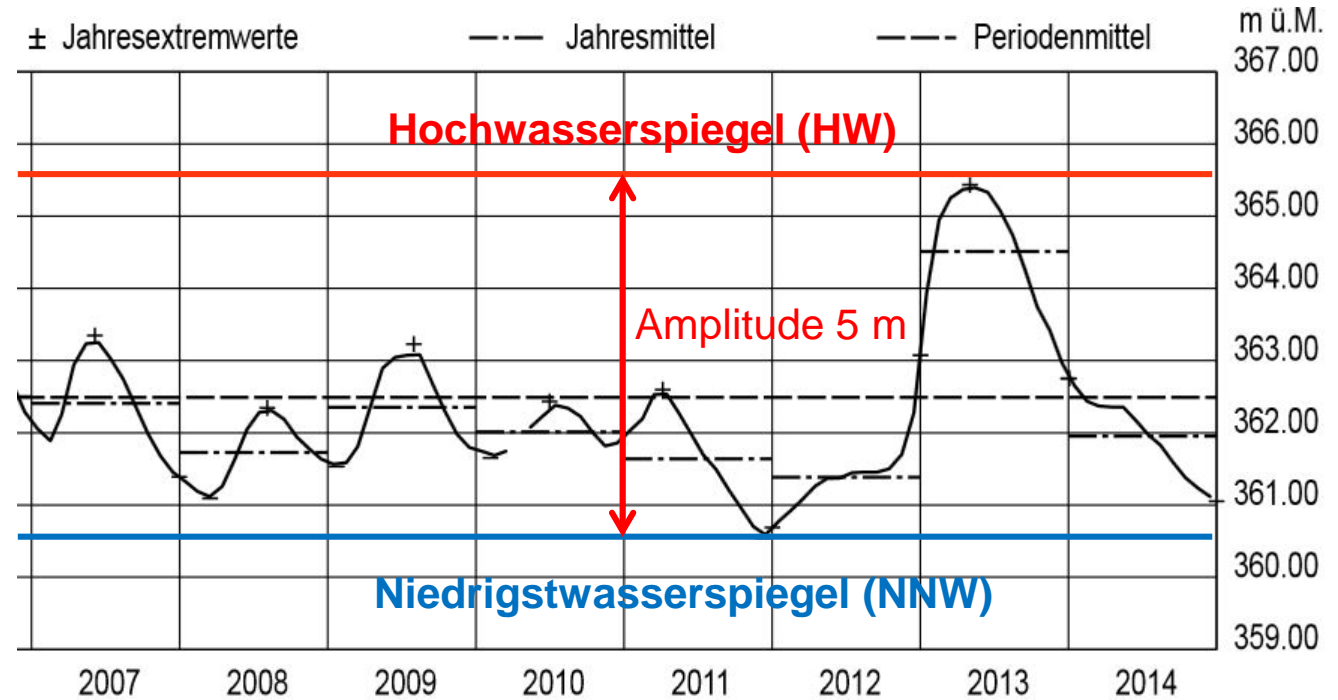
$q = 720 \text{ l/min}$ $q = 290 \text{ l/min}$



Hydraulische Leitfähigkeit

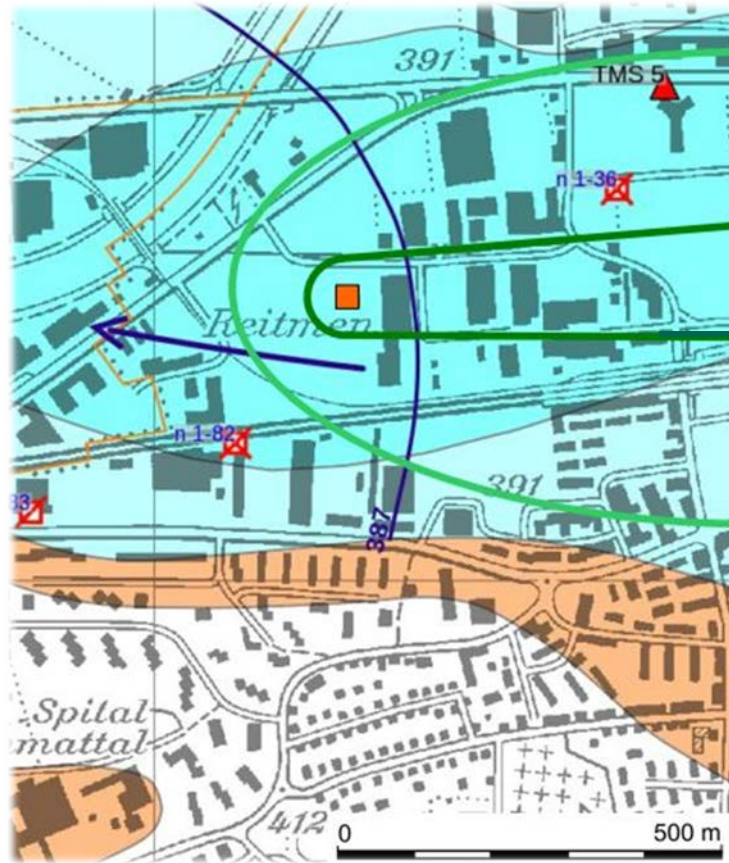


Flurabstand / Schwankungsbereich



Grundwasserspiegelgefälle

$H = 15 \text{ m}$
 $q = 2'000 \text{ l/min}$

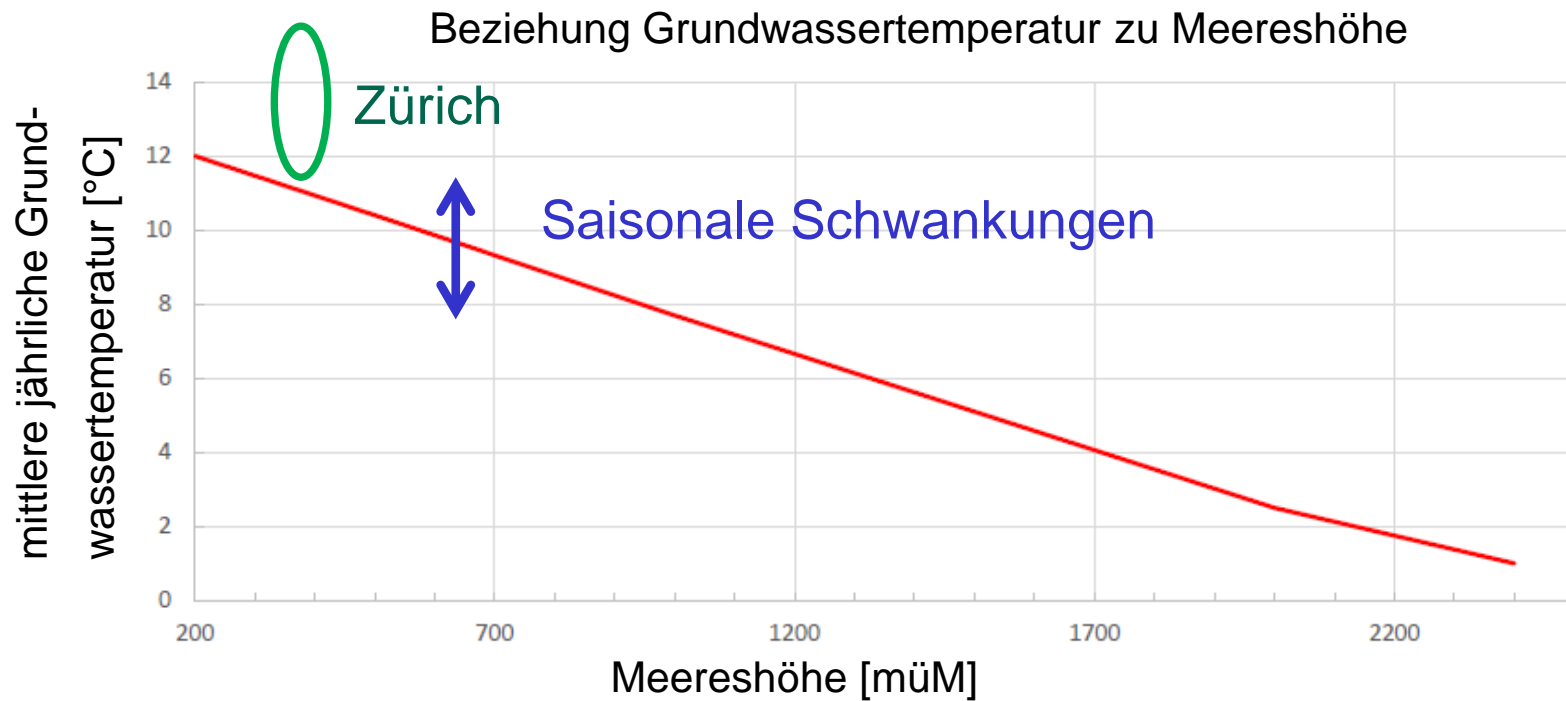


0.2 % GW-Gefälle
Trichter 280 m breit

1.0 % GW-Gefälle
(hypothetisch)

Trichter 55 m breit

Grundwassertemperatur



modifiziert nach: Wärmenutzung von oberflächennahen Grundwasservorkommen (1985)

Chemismus und „Biologie“

- Möglicher Einfluss auf Alterung der Anlagenteile



Verockerung



Versinterung



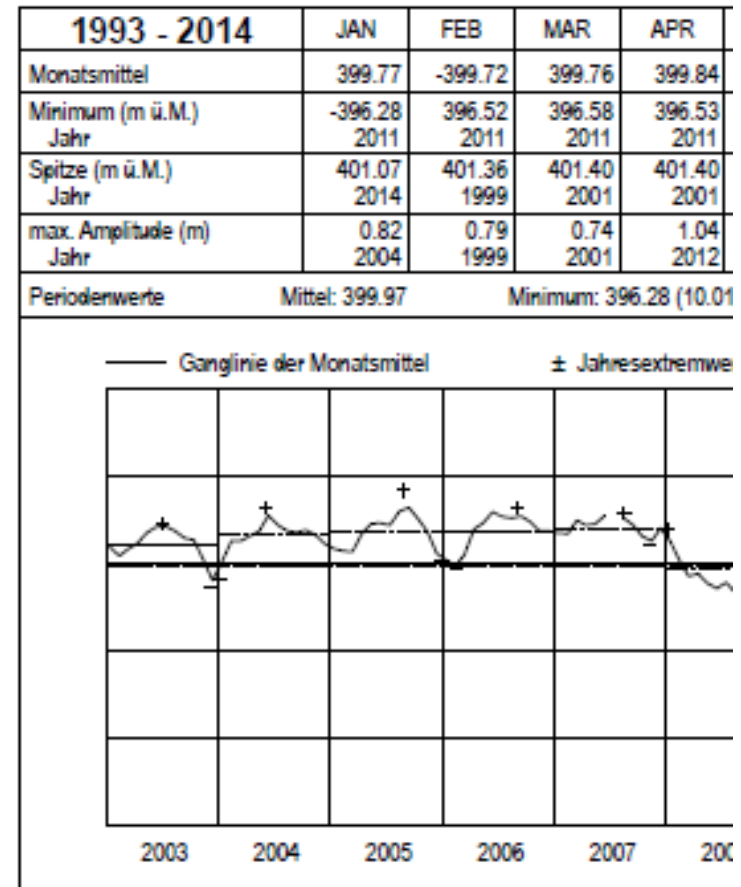
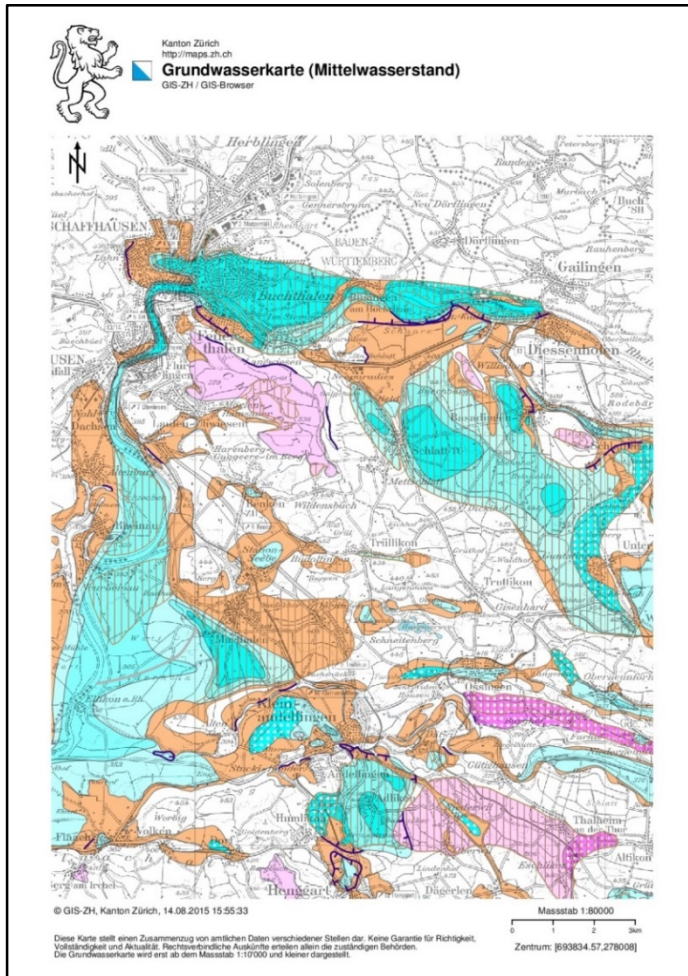
Verschleimung

Korrosion

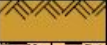






Machbarkeitsstudie

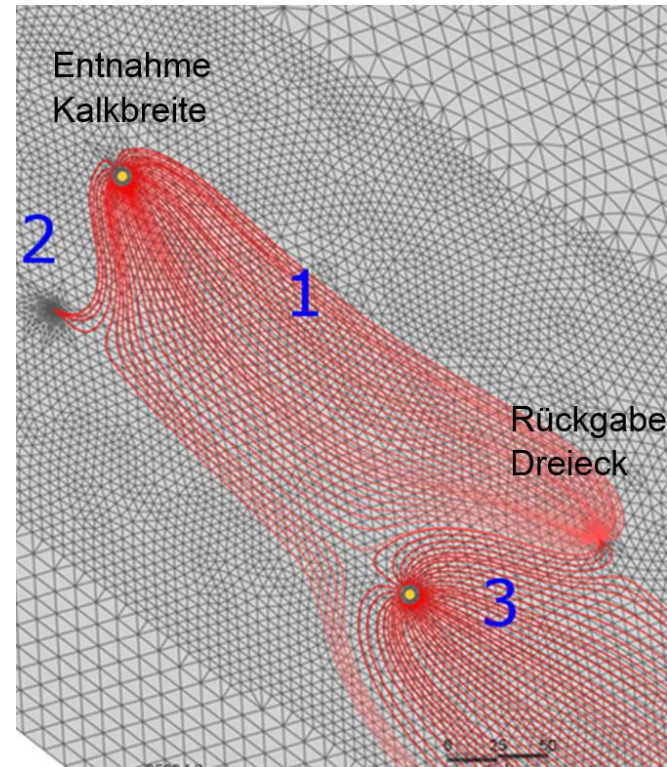
- Ohne Sondierung
- Akten und Karten auswerten
- Anfrage bei Behörden
- Erste Berechnungen zu Brunnen / Absenktrichter, evtl. Modellierung
- Prognosen Ergiebigkeit
- Vorschlag weiter Untersuchungen

Machbarkeitsstudie



Machbarkeitsstudie

Tiefe ab OKT [m]	Profil	
0.30		Humus, dunkelbraun
1		toniger Silt bis siltiger T braun, steif bis hart, leic
1.60		
1.90		stark tonig-siltiger Kies , verwitterte Gerölle), bra
2		mässig bis stark siltiger (\varnothing max. 10 cm, <5 Gew
2.50		
3		leicht siltiger Kies , reich eckige Alpingerölle, Mo nass, z.T. Sandlagen
4		
4.00		mergeliger Sandstein ,
4.30		aufgearbeitet (?)

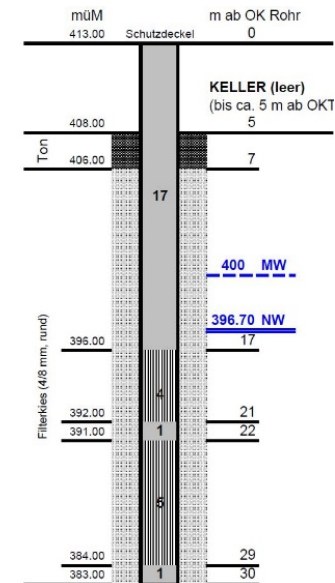
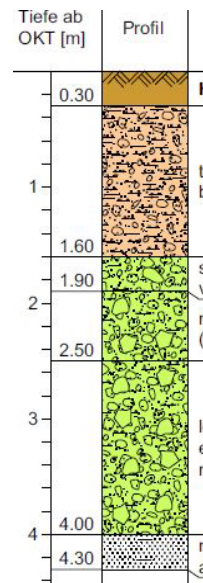


Detailuntersuchung

- Ziel: Nachweis der Eignung für eine langfristige GW-Nutzung
- Erkundung der Grundwassersituation vor Ort
- Sondierbohrung mit Versuchsbrunnen
- Hydraulische Tests (Pump- und Versickerungsversuche)
- Temperaturmessung, Wasseranalysen
- Auswertung, Berechnungen, Modellierung, Bericht
- Grundlagen für Konzessionsgesuch

Sondierbohrung mit Versuchsbrunnen

- Kernbohrung
- Kernaufnahme mit Bohrprofil
- Festlegen Brunnenausbau



Pump- und Versickerungsversuche

- Brunnenentsandung
- Leistungspumpversuch: Durchlässigkeit des Grundwasserleiters, Brunnenleistung
- Evtl. Langzeitpumpversuch: Feldergiebigkeit des Grundwasservorkommens
- Versickerungsversuch oder kombinierter Pump-/Versickerungsversuch

Pump- und Versickerungsversuche



Entsandung

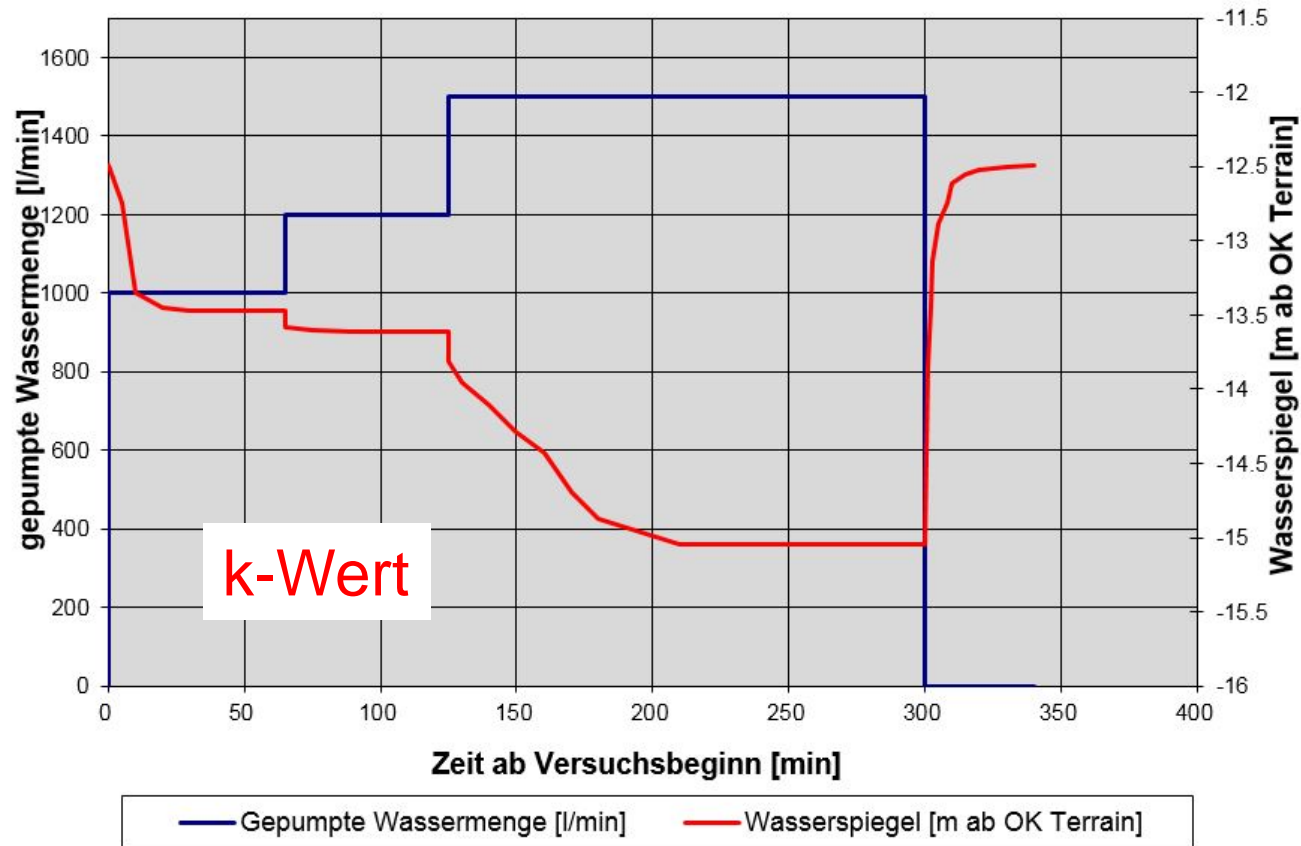


Pumpversuch



Analysen

Pump- und Versickerungsversuche



Brunnenplanung

- Brunnentiefe
- Filter-/ Bohrdurchmesser
- Länge Filterstrecke
- Typ des Filterrohres
- Art des Filterkies
- Entsandung

+++

+

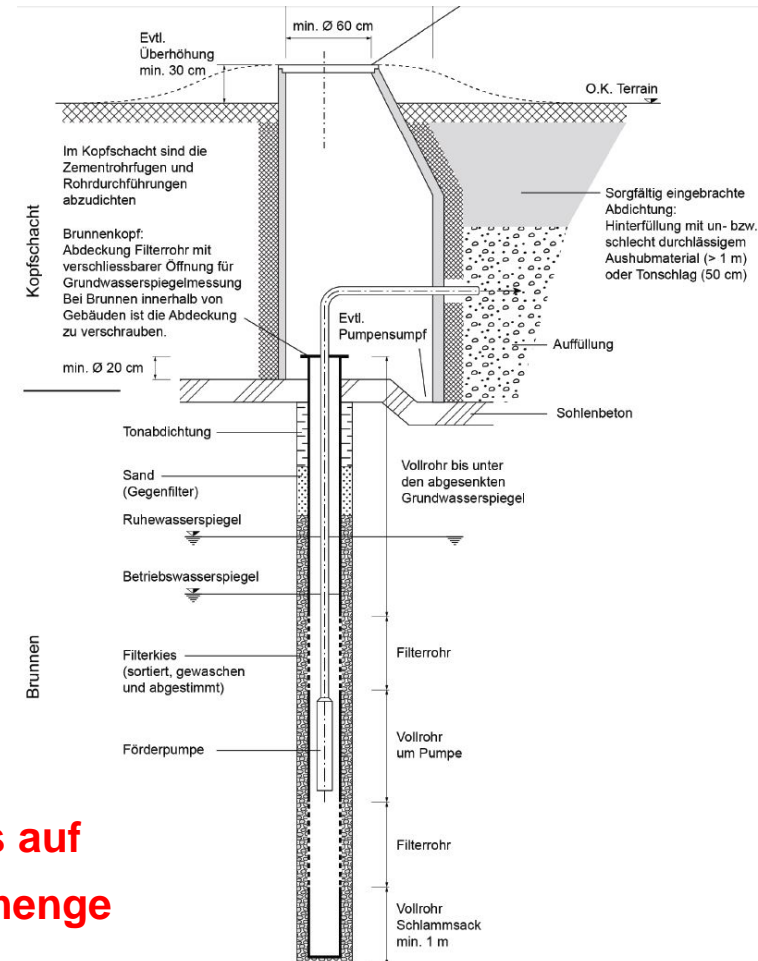
++

++

0

+++

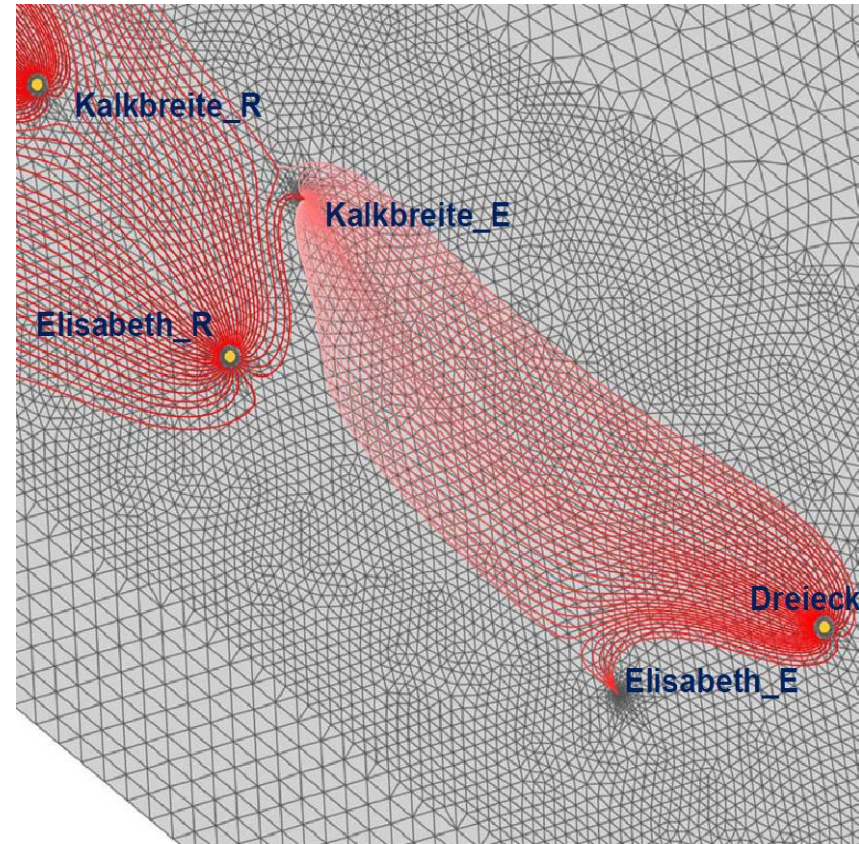
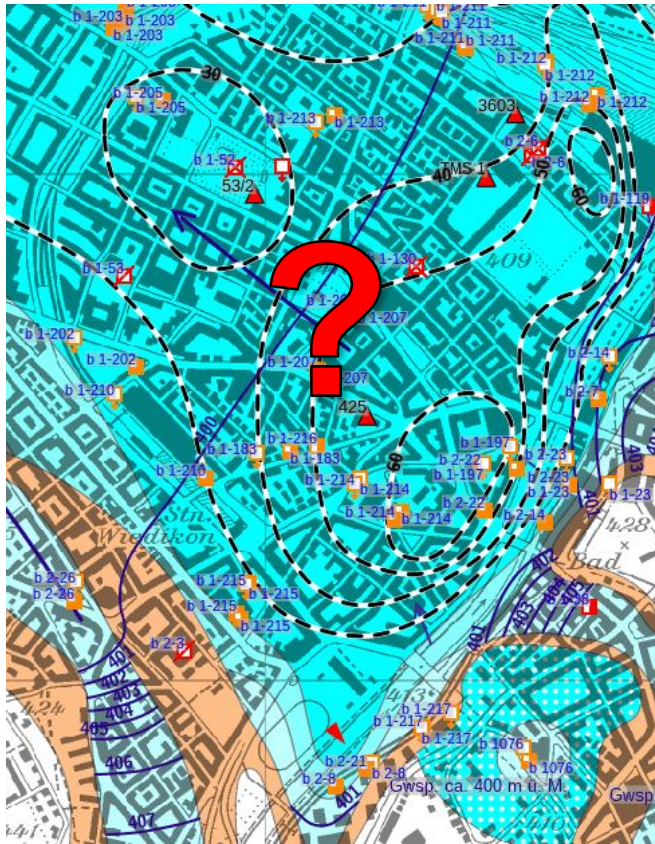
**Einfluss auf
Fördermenge**



Abstand zwischen den Brunnen

- hydraulischer Kurzschluss zwischen der(n) Entnahme- und Rückgabestelle(n) vermeiden / minimieren
- Bestehende Anlagen im Zu- und Abstrombereich nicht oder nur im zulässigen Bereich beeinflussen
- Komplexe Hydrologie oder enge Platzverhältnisse: Modellierung

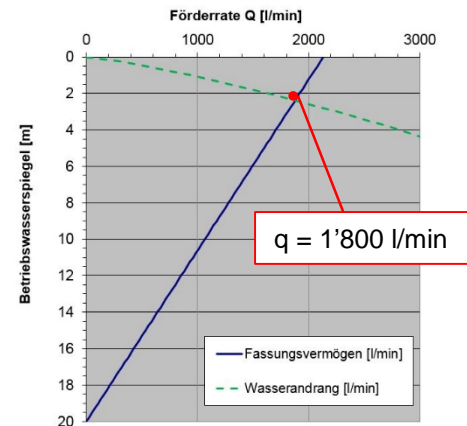
Abstand zwischen den Brunnen



Hydraulische Brunnenbemessung

- Berechnung der förderbaren Entnahmemenge an einem Brunnenstandort
- bewährte Brunnenformeln und Hilfsmittel

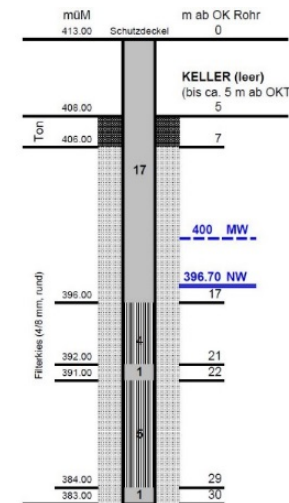
$$Q = k_f \cdot \pi \cdot 2M \cdot \frac{h_2 - h_1}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$



- Grundlagen: v.a. Eigenschaften des Grundwasserleiters (Durchlässigkeit, Mächtigkeit)

Technische Brunnenbemessung

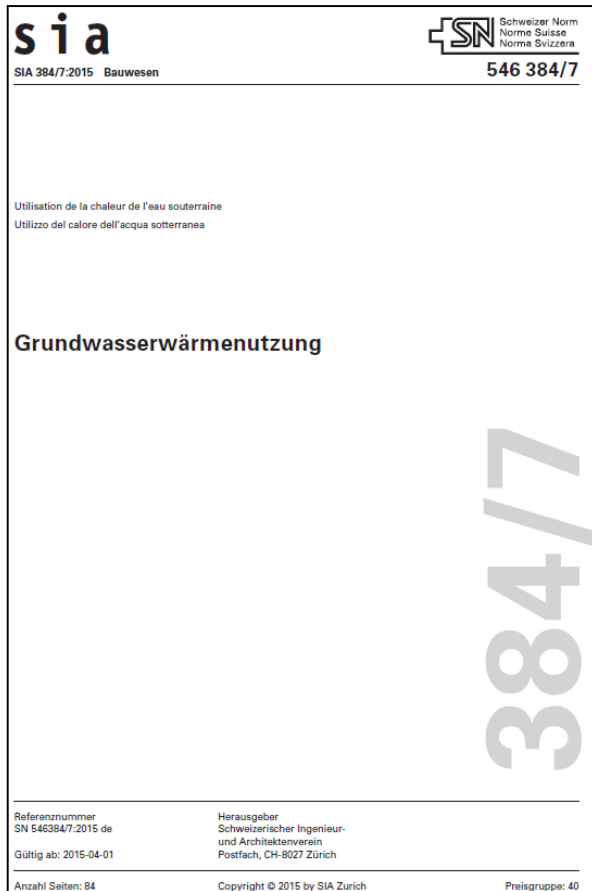
- Festlegen des Brunnenausbaus: Bohrdurchmesser und –tiefe, Filterausbau
- Reserven einplanen: Brunnen nicht am hydraulischen Limit planen und betreiben



Fazit

- Die natürlichen Eigenschaften des Grundwasservorkommens geben vor, welche Wassermenge zur Verfügung steht
- Genaue Kenntnisse der hydrogeologischen Verhältnisse sind unerlässlich für Planung und Bau der Brunnen
- WP-Anlagen brauchen „hydraulisch“ Platz: Die Platzverhältnisse und bestehende GW-Nutzungen sind zu berücksichtigen

Literatur



Norm SIA 546 384/7: Grundwasserwärmenutzung (2015)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



15.30 Uhr Kaffeepause

15.45 Uhr **Fachvorträge Teil 2**

4) Optimierung durch Einsatz
von Simulationen

Christian Gmünder

5) Bewilligungspraxis im
Kanton Zürich

Marco Ghelfi

6) Quartierwärmeverbund
«QWV Aquifer Mühle» Winterthur

Alex Hug

Zusammenfassung, Schlussdiskussion

17.00 Uhr Apéro riche