

Grundwasserswärmennutzung



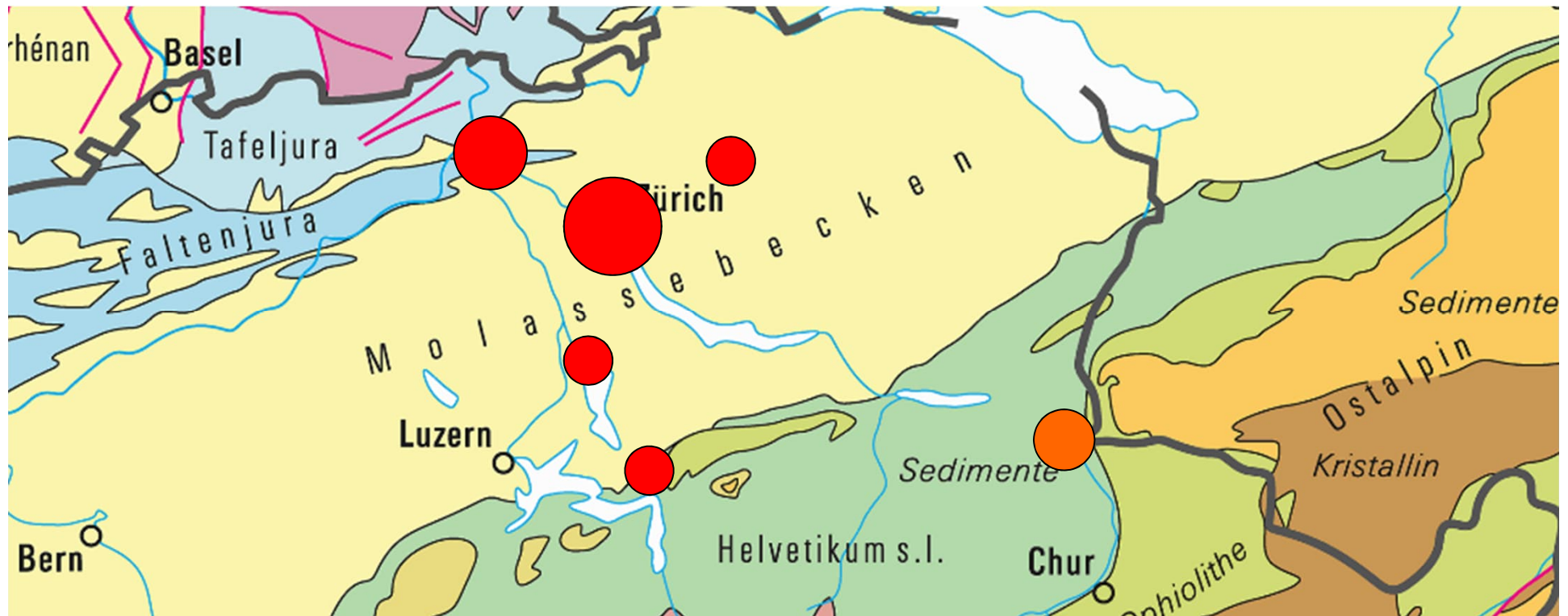
Dr. Thomas Eisenlohr

Inhalt

- Kurzvorstellung Jäckli
- Einige Grundlagen zu Systemen
- Technische Hürden
- Gesetzliche Hürden
- Politische Hürden
- Fragen

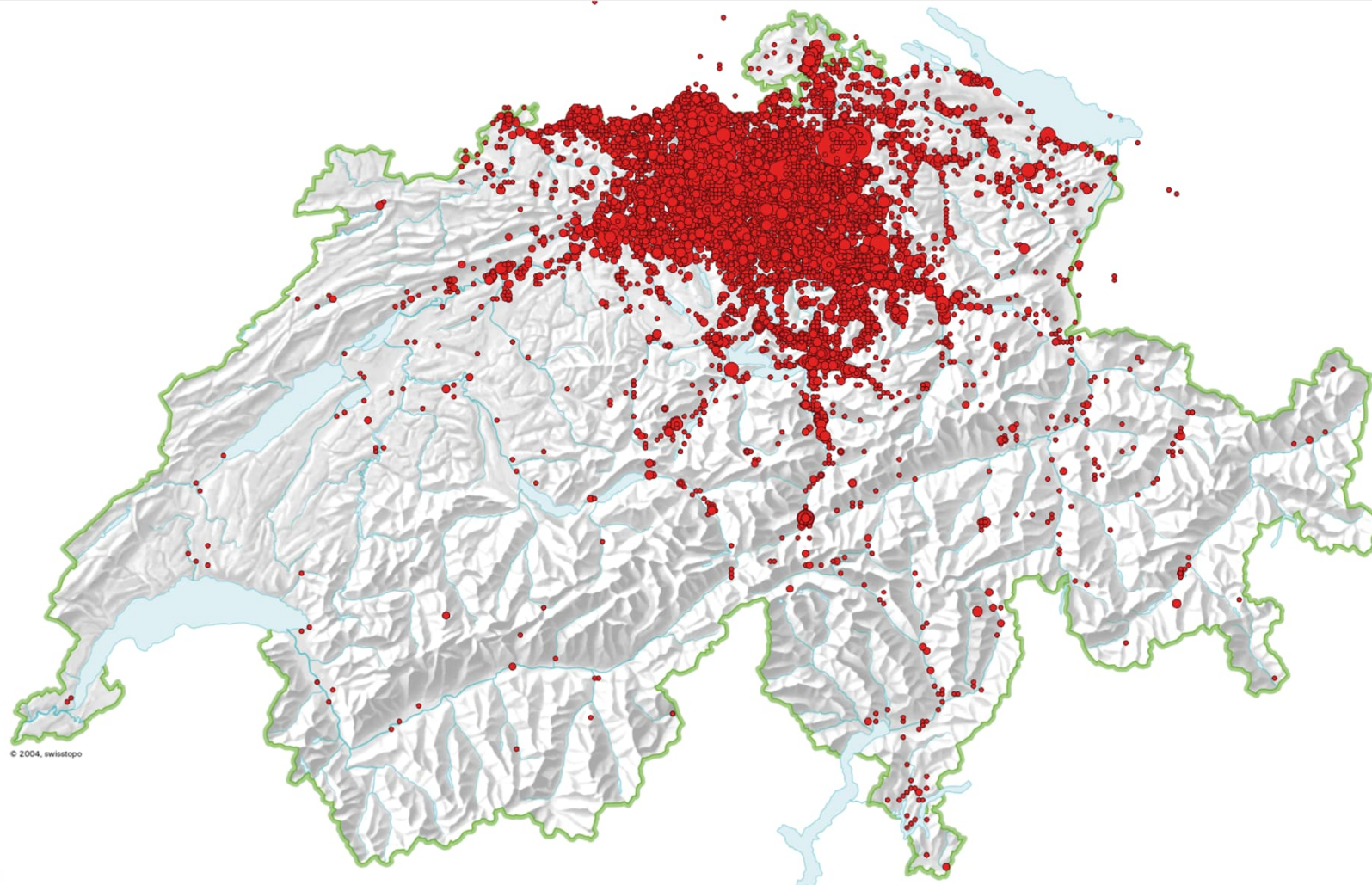


Jäckli Geologie AG



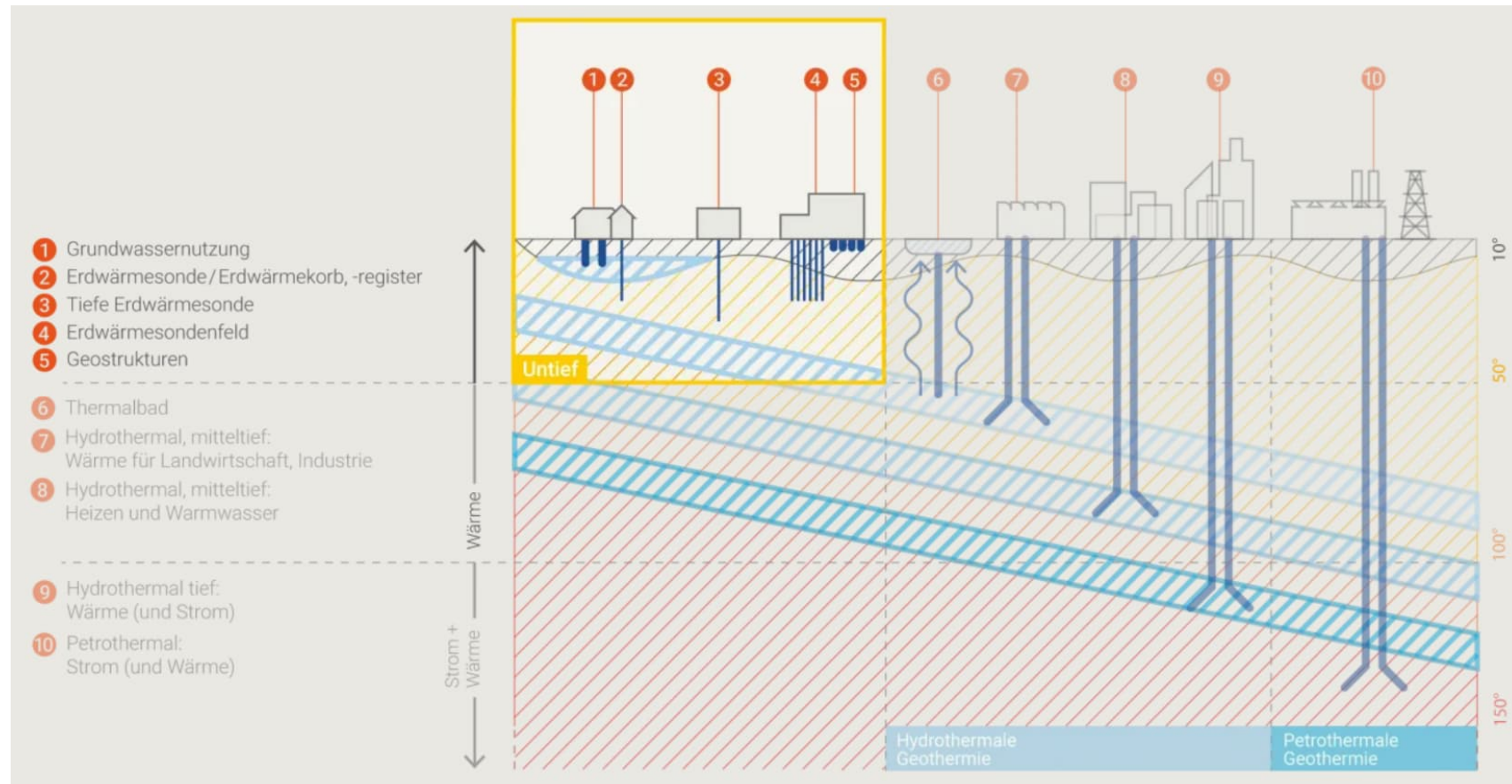
28.5.2026 Anlass KMU-Verein / Eisenlohr

Unser Tätigkeitsgebiet – unser Wissen



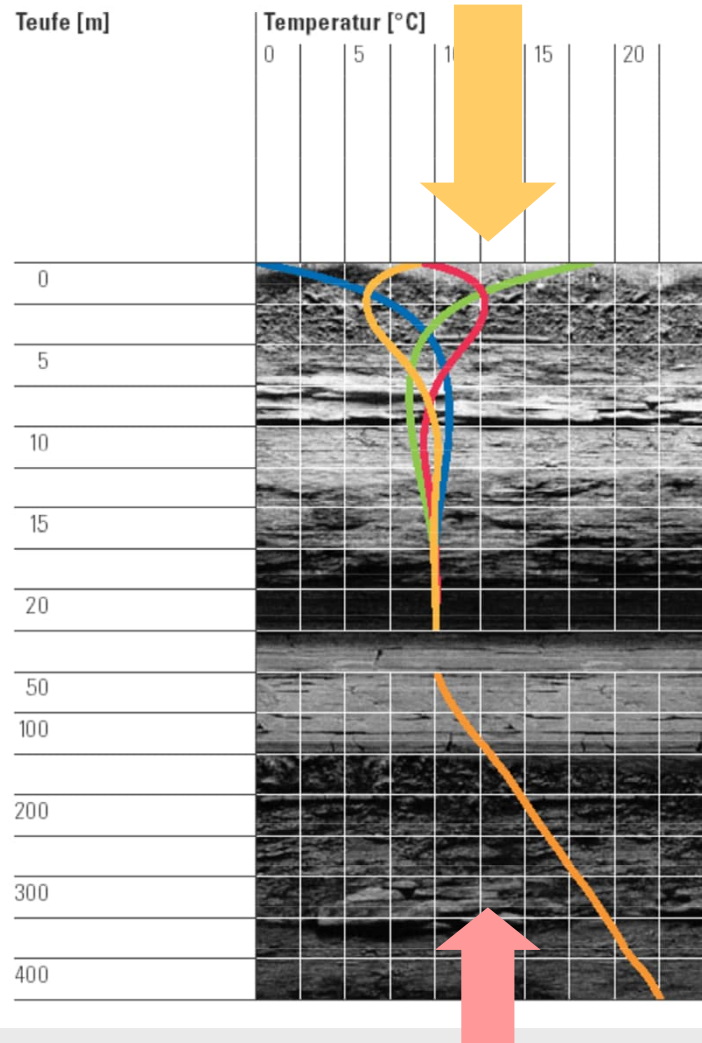
28.5.2026 Anlass KMU-Verein / Eisenlohr

Geothermische Systeme



Homepage Geothermie-Schweiz.ch

Geothermie - woher kommt die Wärme



Atmosphärischer Wärmeeintrag 120–150 W/m²
Sonneneinstrahlung / Regen

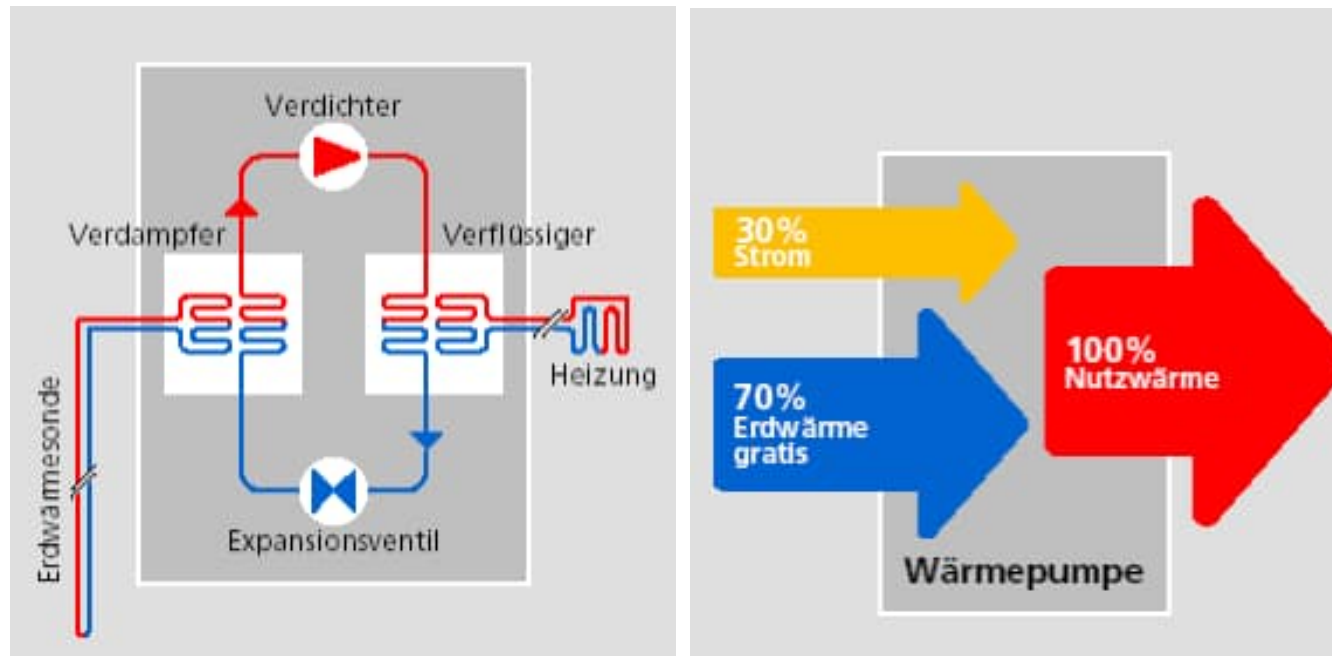
Konvektiver Wärmetransport
mit dem Grundwasser

■ Februar
■ Mai
■ August
■ November

Geothermischer Wärmestrom 0.08 W/m²
aus dem Erdinnern

■ Tieferer Untergrund

Wie funktioniert eine Wärmepumpe

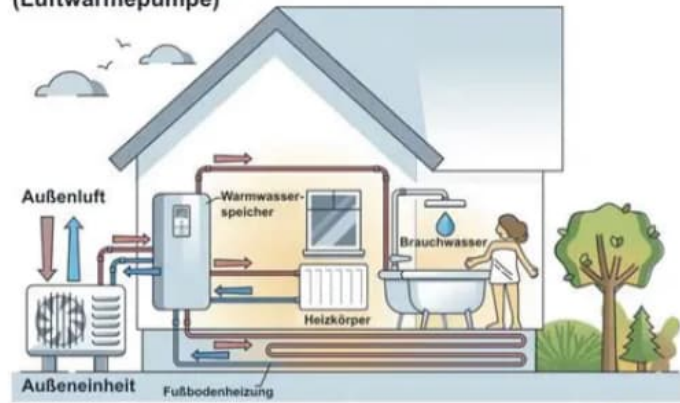


Jahresarbeitszahl JAZ = Nutzwärme / verwendeter Strom
vorliegendes Beispiel JAZ = 3.3

Wärmeträger Luft – Grundwasser – Erde

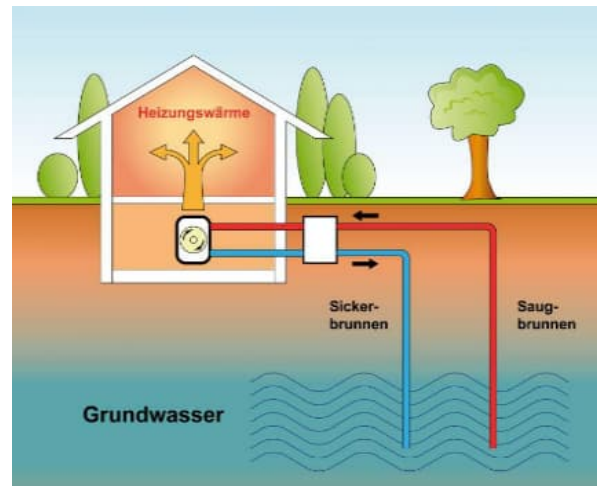
Aussenluft ca. -10° bis $+35^{\circ}$ C
JAZ = ca. 3.0 (ca. 33% Strom)

Luft-Wasser-Wärmepumpe
(Luftwärmepumpe)



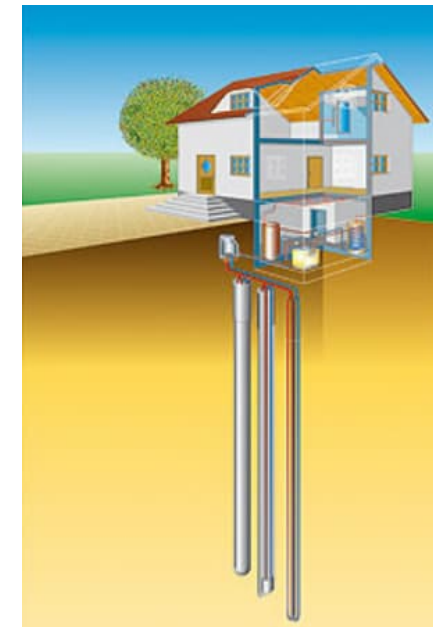
Luft-Wasser-Wärmepumpe

Grundwasser ca. 9° bis 12° C
JAZ = ca. 4.5 (ca. 22% Strom)



Wasser-Wasser-Wärmepumpe
Grundwasserwärmenutzung

Erde 200 m ca. 16° C
JAZ = ca. 4.0 (ca. 25%)



Sole-Wasser-Wärmepumpe
Erdsonden

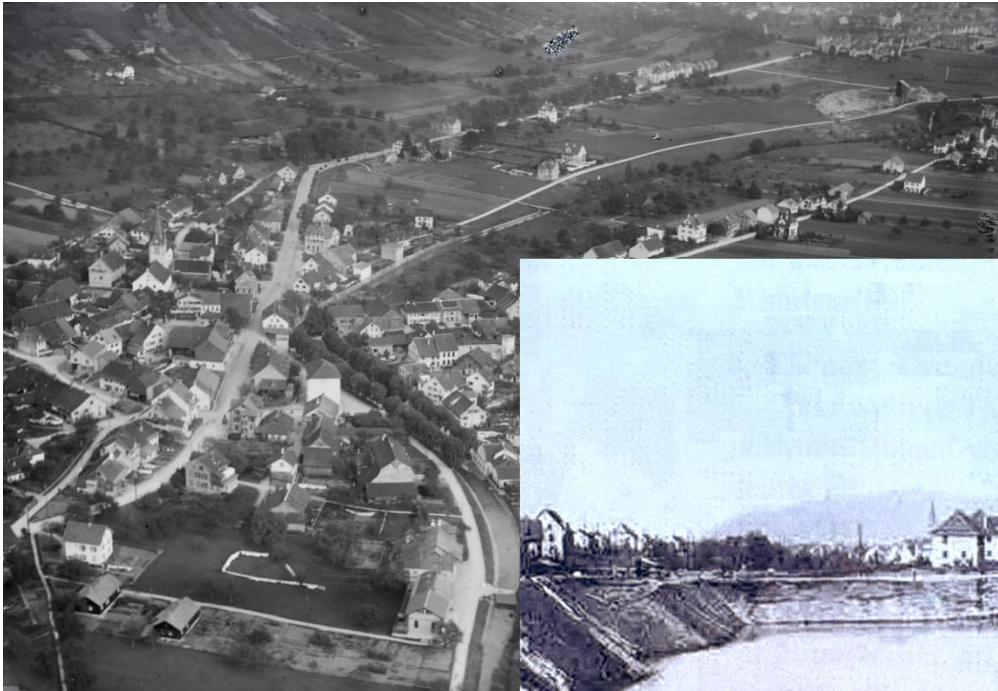
Geologische Hürde: Hat es genug Grundwasser?



Gletschervorfeld bei Rückzug

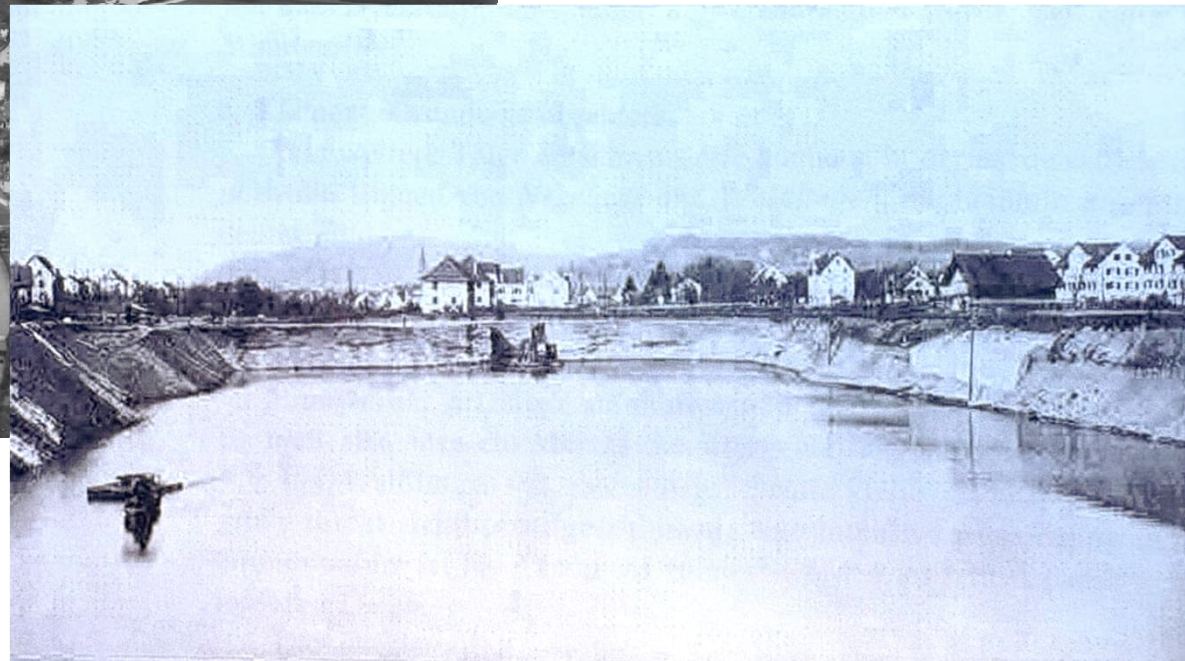
Baugrube Winterthur Töss

Geologische Hürde: Hat es genug Grundwasser?

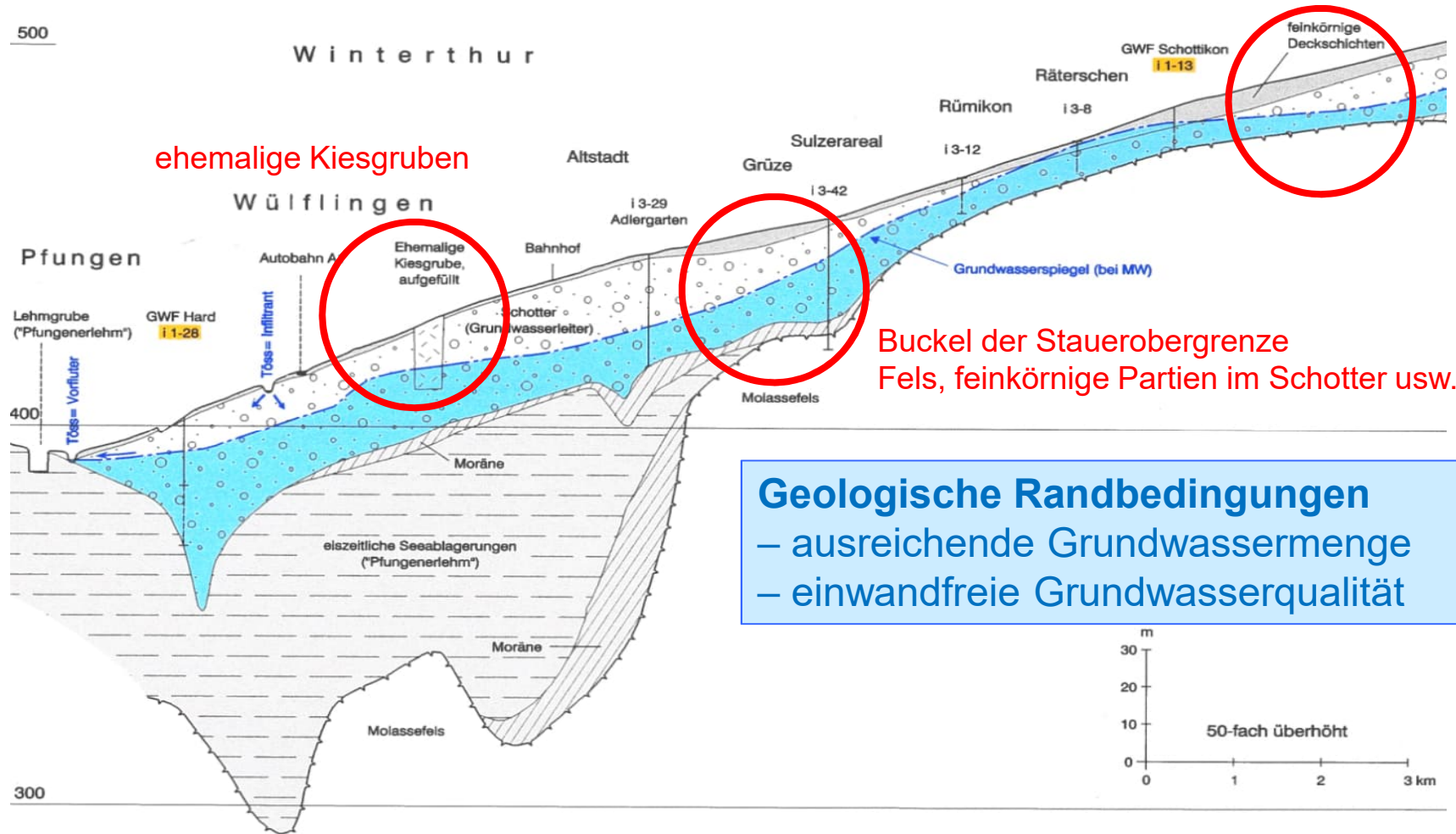


Luftaufnahme
Mittelholzer 1919

Historisches Foto 1929








Geologische Hürde: Hat es genug Grundwasser?




Grundwasserkarte Kanton Zürich

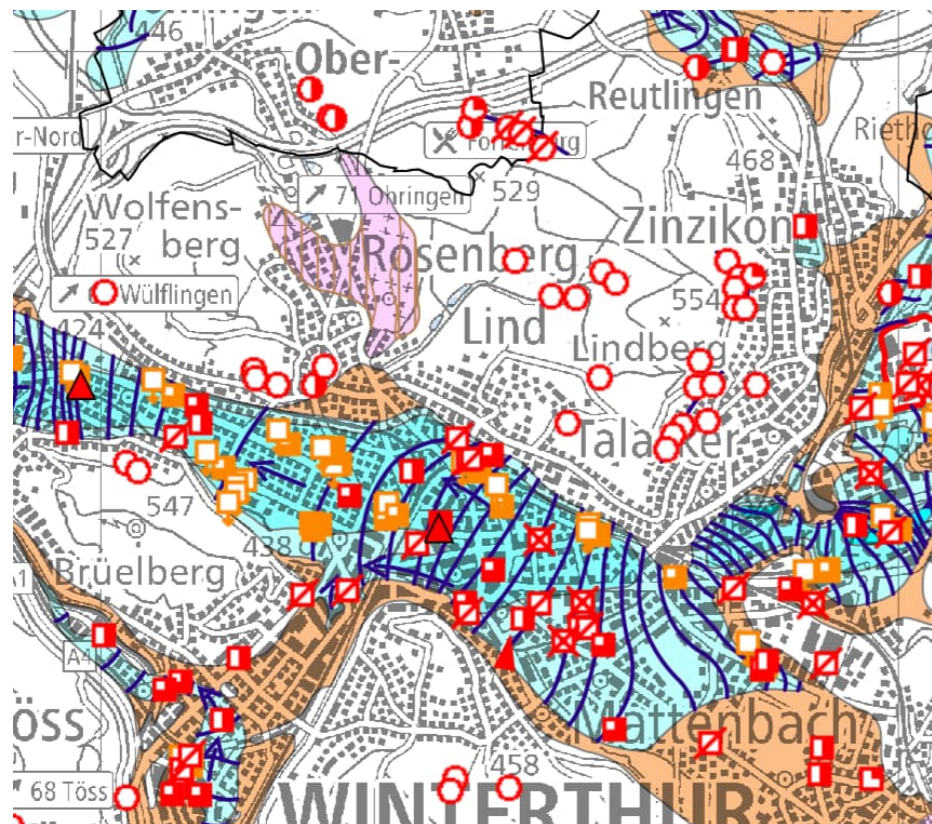
<https://maps.zh.ch/>

Schotter-Grundwasserleiter in Tälern

-  Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2m) oder geringer Durchlässigkeit, Randgebiet mit unterirdischer Entwässerung zum Grundwassernutzungsgebiet
-  Gebiet mittlerer Grundwassermächtigkeit (2 bis 10m)
-  Grundwasser-Vorkommen vermutet
-  Gebiet grosser Grundwassermächtigkeit (10 bis 20m)
-  Gebiet sehr grosser Grundwassermächtigkeit (mehr als 20m)

Schotter-Grundwasserleiter über den Tälern





-  Gebiet geringer Grundwassermächtigkeit (meist weniger als 2m) oder geringer Durchlässigkeit, Quellbildner an Talhängen oder auf Hochplateaux, Randgebiet mit unterirdischer Entwässerung zum Grundwassernutzungsgebiet



Gewässerschutzkarte ZH

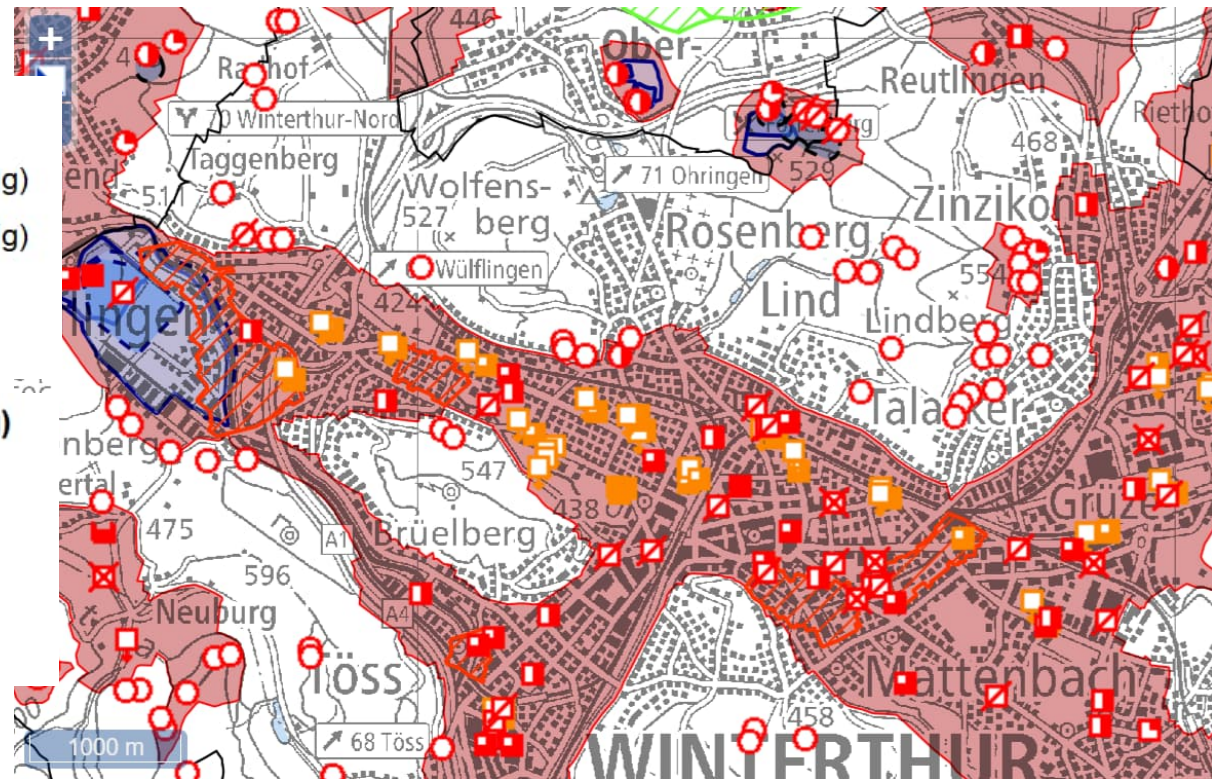
<https://maps.zh.ch/>

Gewässerschutzbereiche

-  Gewässerschutzbereich Ao (rechtskräftig)
-  Gewässerschutzbereich Au (rechtskräftig)
-  Zuströmbereich Zu (projektiert)
-  Übrige Bereiche üB

Grundwasserschutzzonen (rechtskräftig)

-  Rechtskräftige Zone S1
-  Rechtskräftige Zone S2
-  Rechtskräftige Zone S3
-  Rechtskräftige Spezialzone



















Wärmenutzungsatlas ZH – gesetzliche Hürde







Wasserfassung

(ohne Wärmenutzung / mit Wärmenutzung)



Grundwasserfassungen

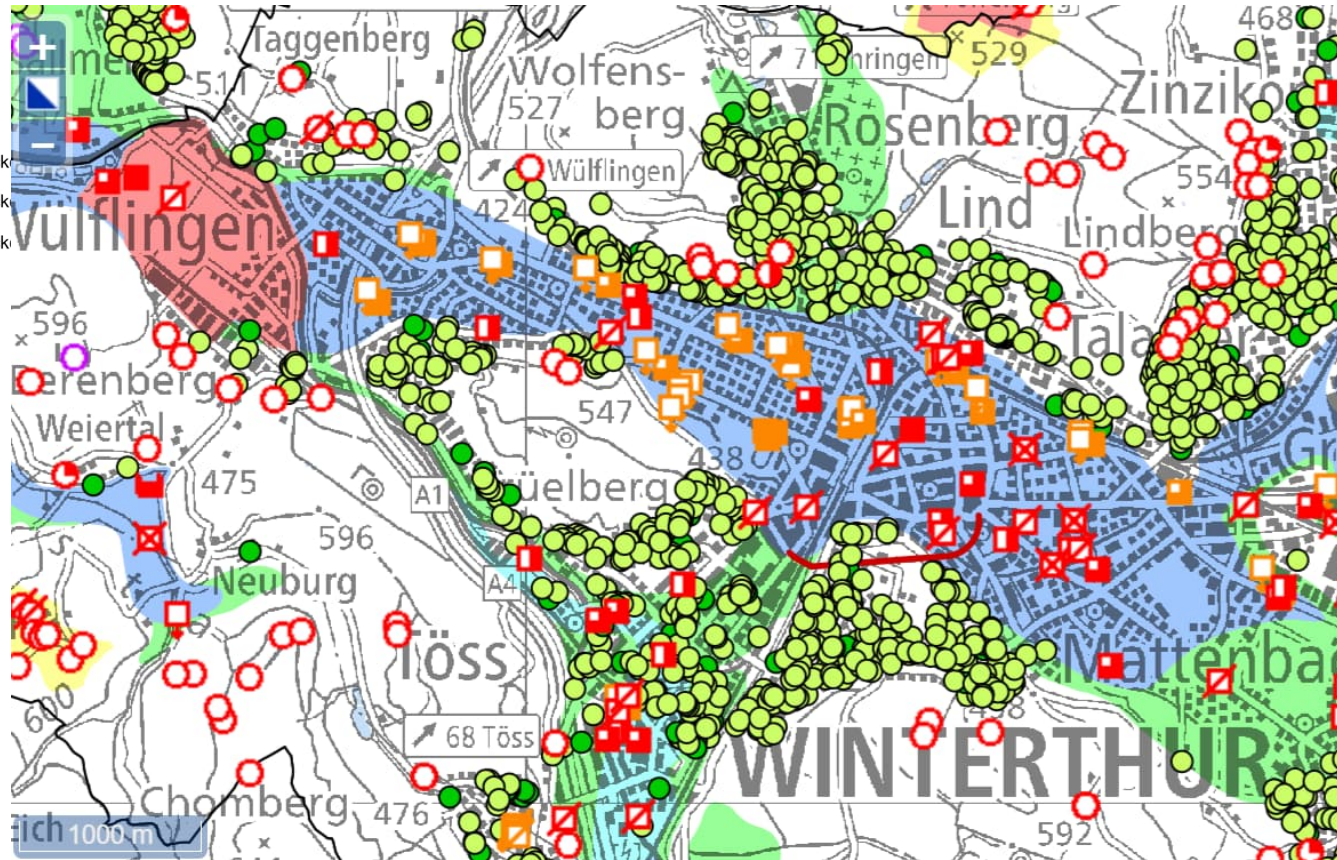
-   Grundwasseranreicherungsanlage, Rückversick
-   Grundwasseranreicherungsanlage, Rückversick
-   Grundwasseranreicherungsanlage, Rückversick
-   Grundwasserfassung
-   Grundwasserfassung <= 30 l/min
-   Grundwasserfassung 30 - 300 l/min
-   Grundwasserfassung 300 - 3000 l/min
-   Grundwasserfassung > 3000 l/min
-   Ungenutzte Grundwasserfassung
-   Aufgehobene Grundwasserfassung
-  Grundwasserweiher
-  Grundwasserweiher ungenutzt
-  Grundwasserweiher aufgehoben

Quellfassungen

-   Quellfassung
-   Quellfassung <= 30 l/min
-   Quellfassung 30 - 300 l/min

Erdwärmesonden

-  Erdwärmesonden (mit Bohrprofil)
-  Erdwärmesonden (ohne Bohrprofil)



<https://maps.zh.ch/>

Wärmenutzungsatlas Kanton Zürich

<https://maps.zh.ch/>

Gebiet gemäss Grundwasserkarte	Gewässer-schutzbereich, Grundwasser-schutzzone	Zone	Erdwärme-sonden	Thermoaktive Elemente (Energiepfähle, Bodenplatten, usw.)	Erdregister, Energiekörbe mit flüssigen Wärmeträgern	Erdregister, Energiekörbe mit Luft betrieben	Grundwasser-Wärmenutzung
Schotter-Grundwasser-vorkommen, geeignet für Trinkwasser-gewinnung	S	A	-	-(a)	-(a)	-(a)	-
Schotter-Grundwasser-vorkommen, ungeeignet für Trinkwasser-gewinnung	Au	B	-	+(b)	+(b)	+(d)	+(e)
Quellwassergebiete geeignet für Trinkwasser-gewinnung	Au	C	+(c)	+(b)	+(b)	+(d)	+(f)
Ausserhalb nutzbarer Grundwasservorkommen	i.d.R. Au	D	+	+(b)	+(b)	+	+(f)
	Au	E	+(c)	+(b)	+(b)	+(d)	+(e)
	i.d.R. üB	F	+	+	+	+	+(g)

1 EFH
= ca. 20 kW

- nicht zulässig
- + grundsätzlich zulässig
- a Anlagen in Schutzzonen S3 und künftigen S3 in Schutzarealen zulässig, wenn Unterkante Anlage mind. 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel HHW; nur Wasser oder Luft als Wärmeträger, keine Direktverdampferanlagen
- b Die Unterkante der Anlage muss mindestens 2 m über dem höchsten Grundwasserspiegel HHW liegen
- c I.d.R. mit Auflagen zum Schutz des Grundwasserleiters (z.B. Verrohrung, Abdichtung, Tiefenbegrenzung)
- d Die Unterkante der Anlage muss über dem mittleren Grundwasserspiegel MW liegen

- e **Minimale Anlagegrösse: Kälteleistung 150 kW bzw. 100 kW bei Minergie;** übrige Bewilligungskriterien gemäss Planungshilfe "Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser" vom Juni 2010 des AWEL ([Energie aus Grundwasser](#))
- f **Minimale Anlagegrösse: Kälteleistung 50 kW;** übrige Bewilligungskriterien gemäss Planungshilfe "Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser" vom Juni 2010 des AWEL ([Energie aus Grundwasser](#))
- g **Kleinanlagen zulässig; Grundwasser-Wärmenutzung i.d.R. aus hydrogeolog. Gründen nicht möglich;** übrige Bewilligungskriterien gemäss Planungshilfe "Energienutzung aus Untergrund und Grundwasser" vom Juni 2010 des AWEL ([Energie aus Grundwasser](#))

Konzessionsgesuch

Voranfrage beim AWEL
(Gesuchsteller)



Hydrogeologische Untersuchungen mit Nachweis der Machbarkeit, Ausarbeitung Projekt und Konzessionsgesuch
(Gesuchsteller)



Vorprüfung des Konzessionsgesuch
(AWEL)



Öffentliche Bekanntmachung der Planauflage
(Gemeinderat)



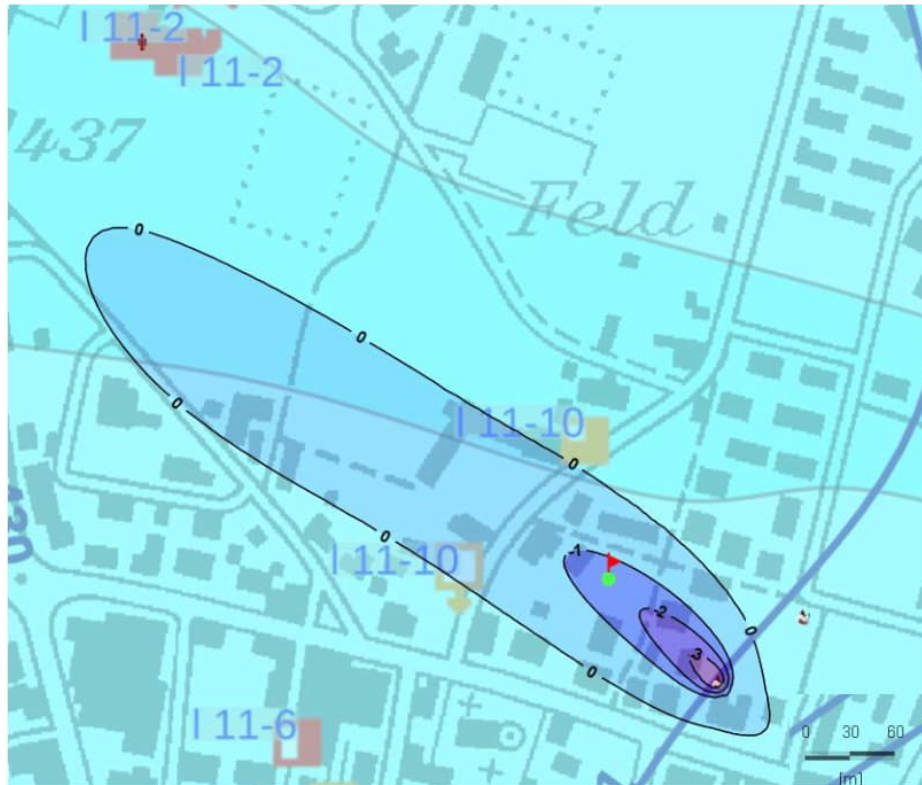
Evtl. Einspracheverhandlung
(AWEL)



Konzessionsentscheid
(Baudirektion)

Gesetzliche Hürde: Grundwasserschutz

Auswirkung der geplanten Nutzung auf benachbarte Grundwasserfassungen [3]



Grundwassermodellierung Kältefahne, Beispiel Kloten

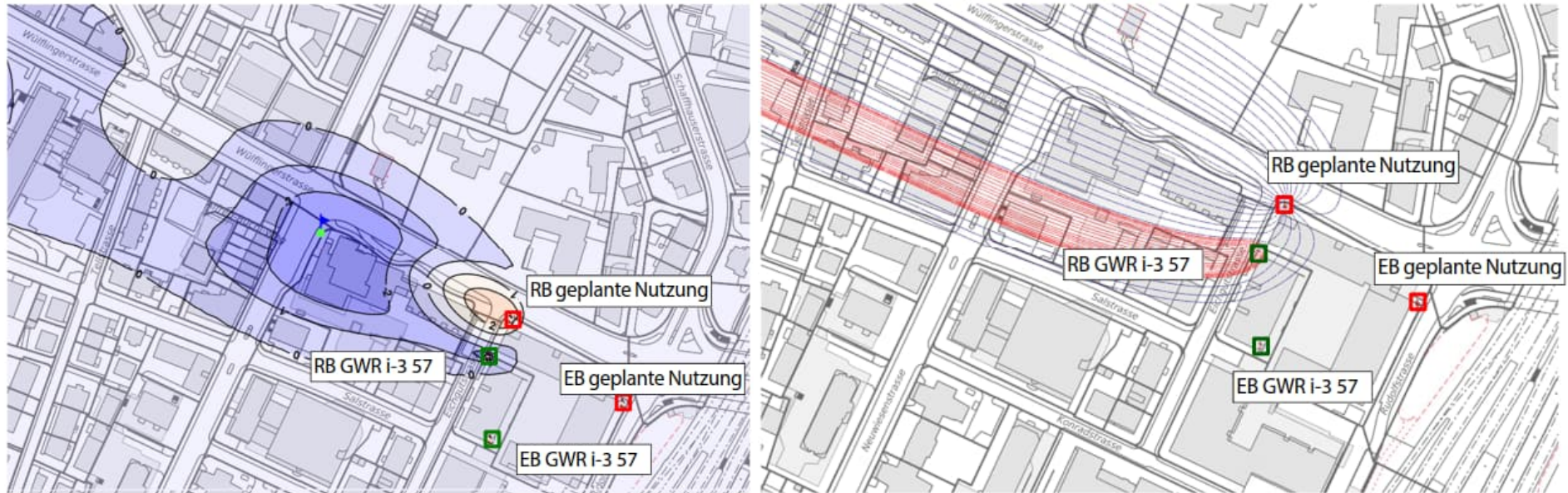
**Limitierte Beeinflussung
Grundwasserleiter**

maximal 3°C Abkühlung
nach 100 m Fließdistanz

→ **Nachweis für wasserrechtliche
Konzession (Kanton)**

Gesetzliche Hürde: Beeinflussung Dritte

Figur 5 Temperaturanomalie im September bei Temperaturabsenkung $\Delta T 4.0K$ im Wärmetau Figur 6: Rezirkulation bei Maximalentnahme



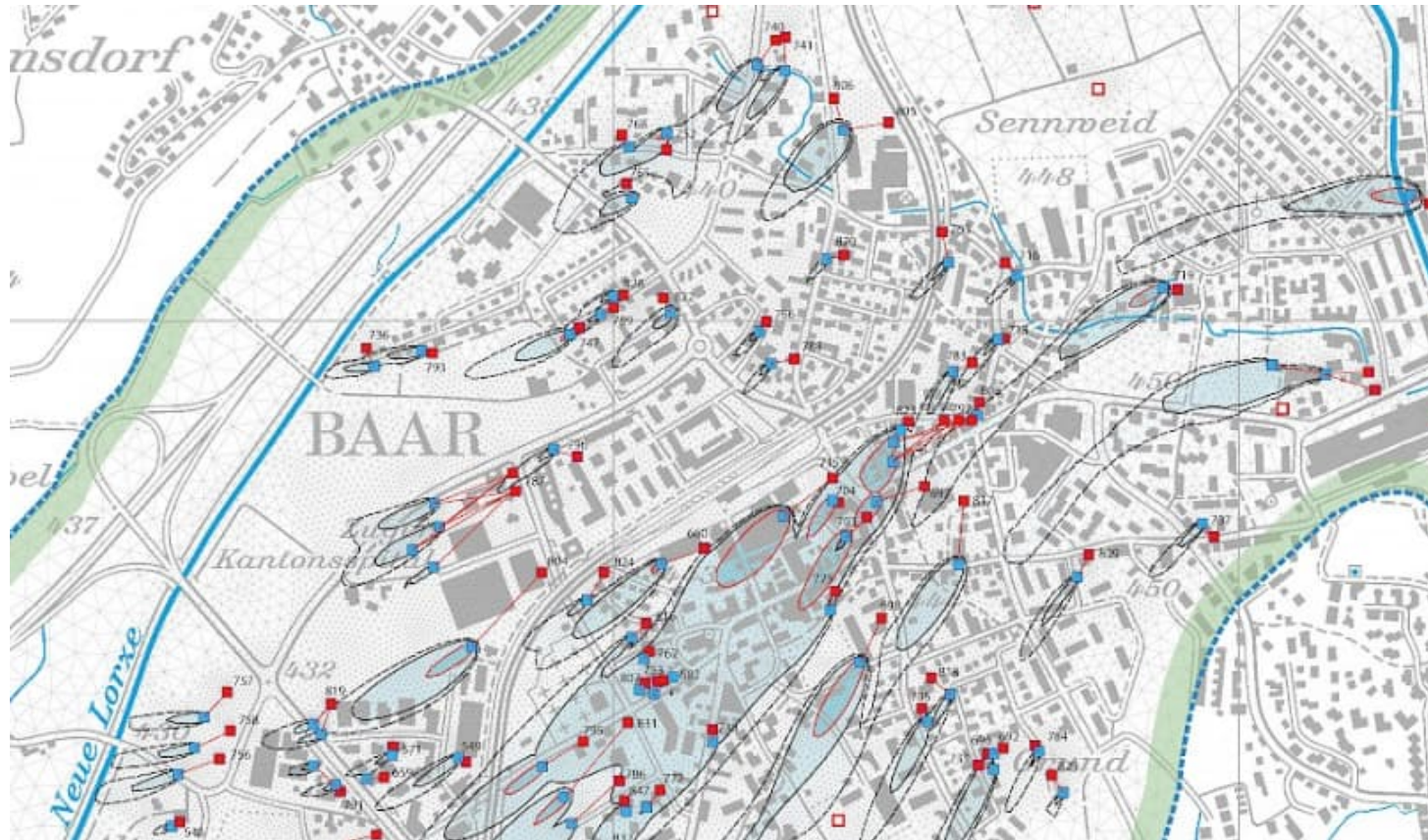
Grundwassermodellierung Kältefahnen und Fließlinien / Rezirkulation

First come, first serve

Nutzungen Dritter dürfen nicht beeinträchtigt werden

→ Nachweis für wasserrechtliche Konzession (Kanton)

Dichtestress im Untergrund

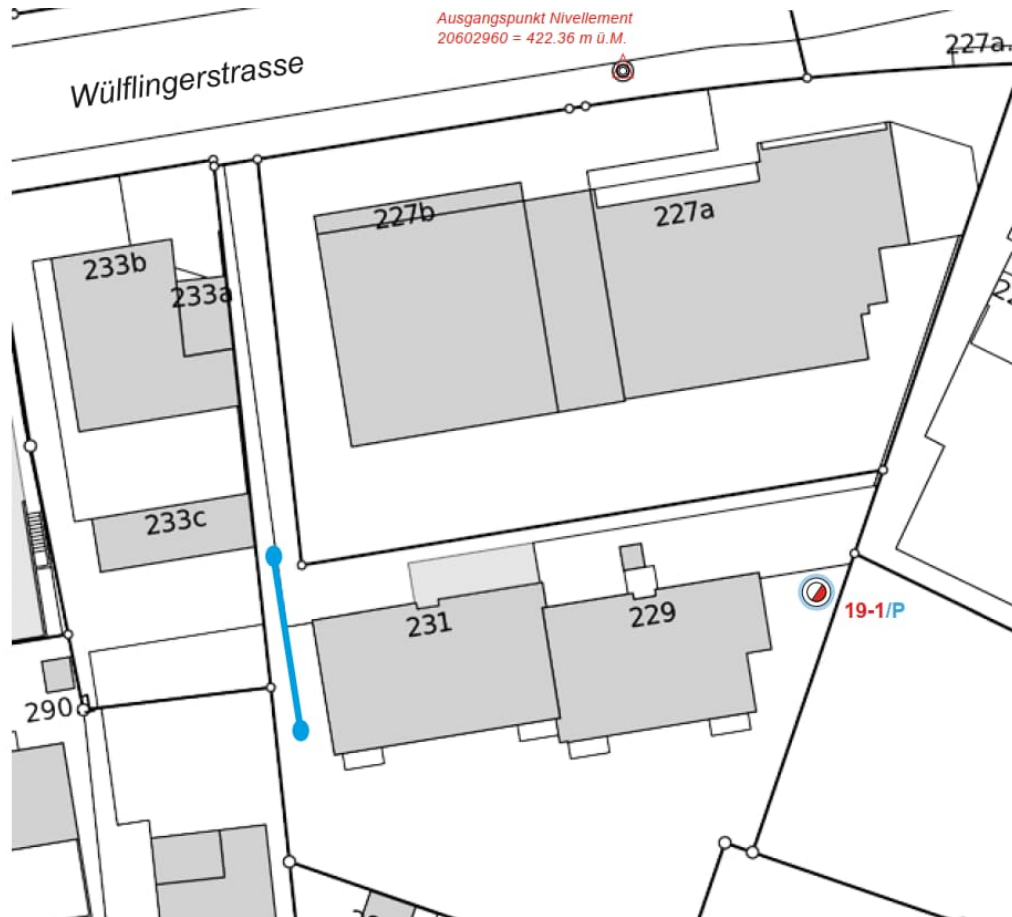


3D-Grundwassermodellierung Kältefahnen Baar

Anlagenplanung und -realisierung

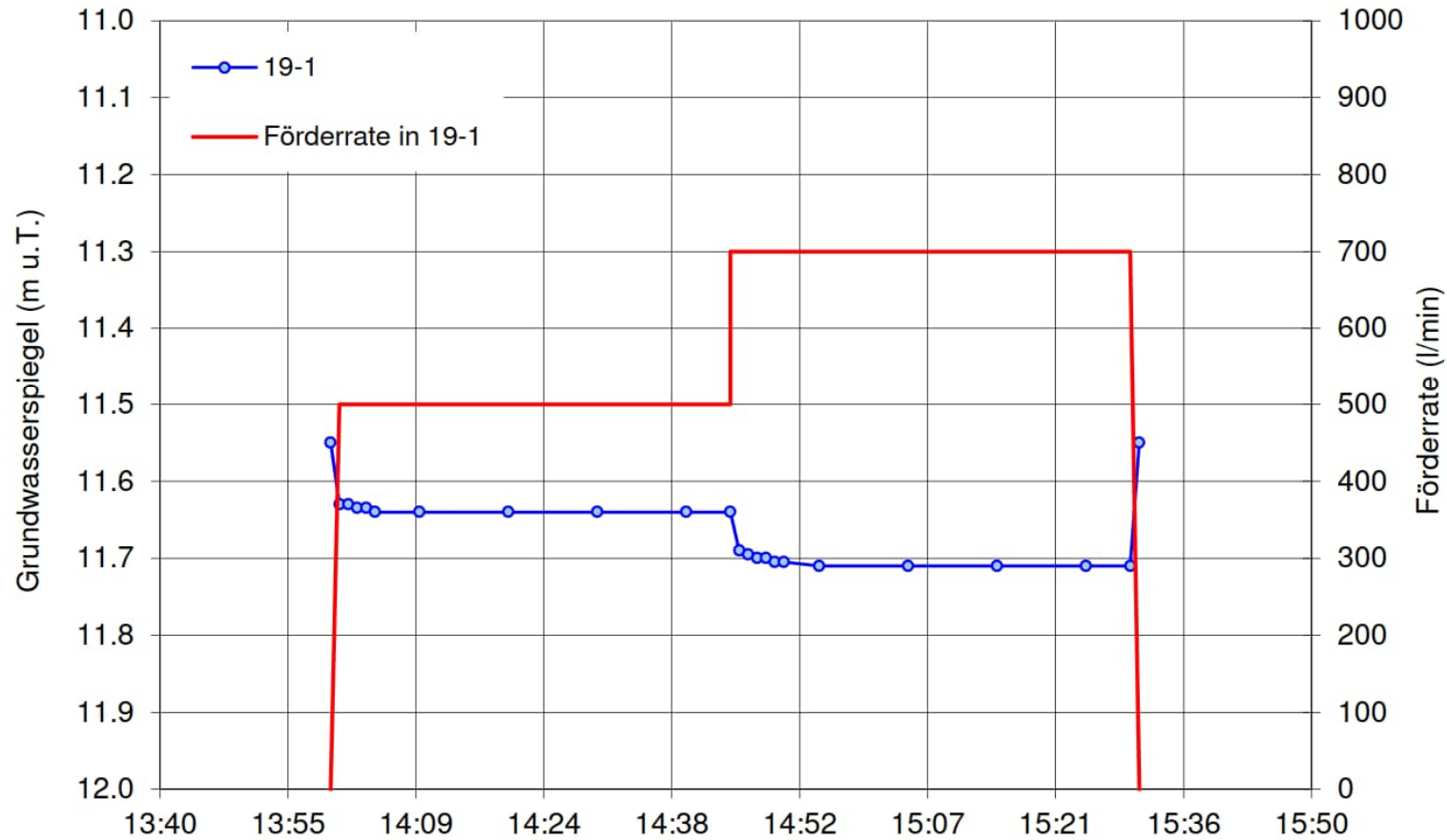
- **Heizungsplaner**
 - Anforderungen Gebäude / generelle Machbarkeit
- **Geologe**
 - Abklärung technische Machbarkeit (Menge / Qualität)
 - Nachweis $< 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ nach 100 m (einfache Berechnungstools)
 - Ggf. Nachweis Beeinträchtigung Dritte (Modellierung)
 - Anlagentechnische Empfehlungen, Bericht
- **Heizungsplaner**
 - Anlagenplanung
 - Konzessionsgesuch
 - Anlagenrealisierung, ggf. unter Beizug Geologe

Beispiel Geologische Untersuchung



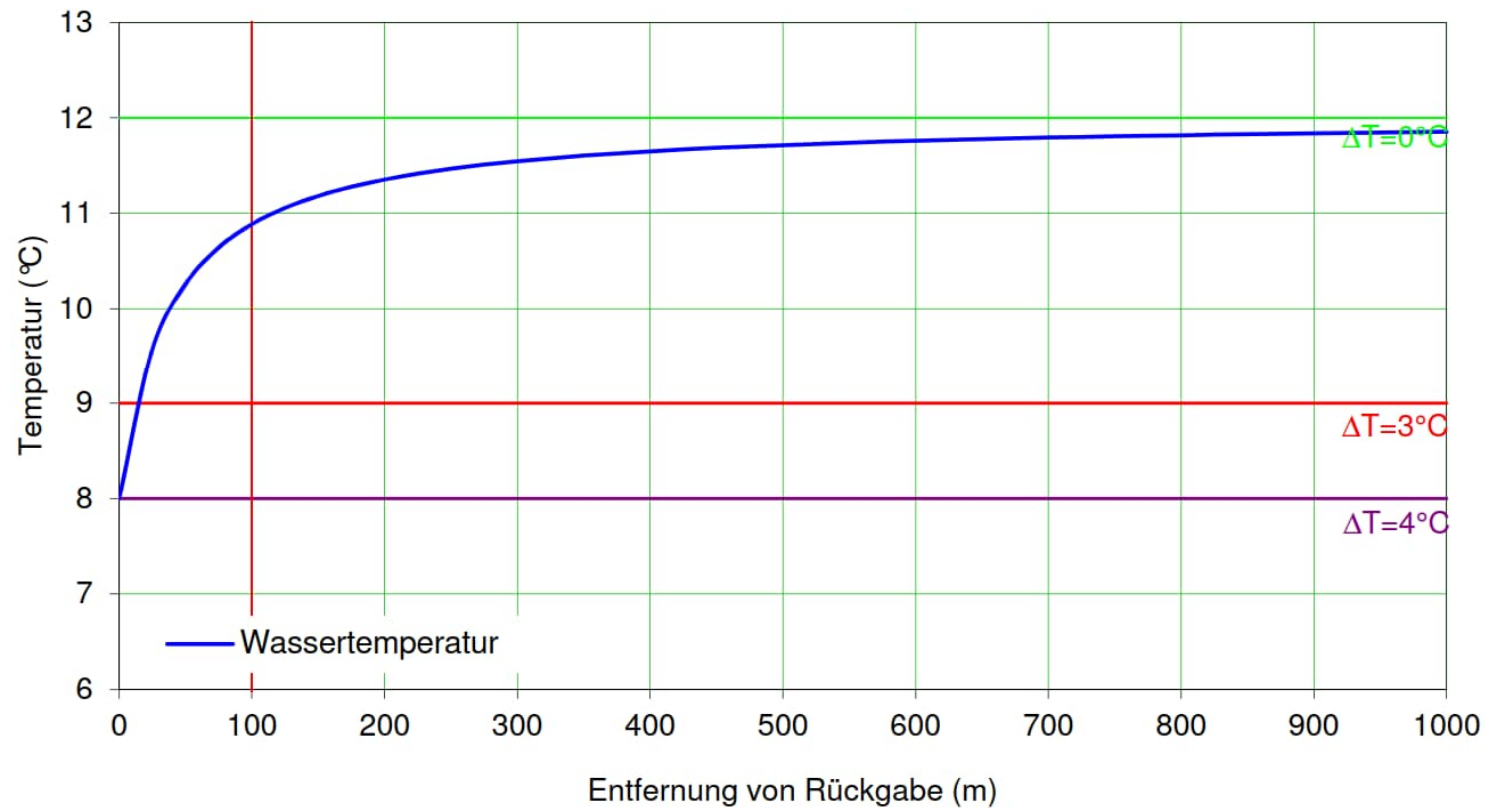
Beispiel Geologische Untersuchung

Grundwasserstände während des Pumpversuchs

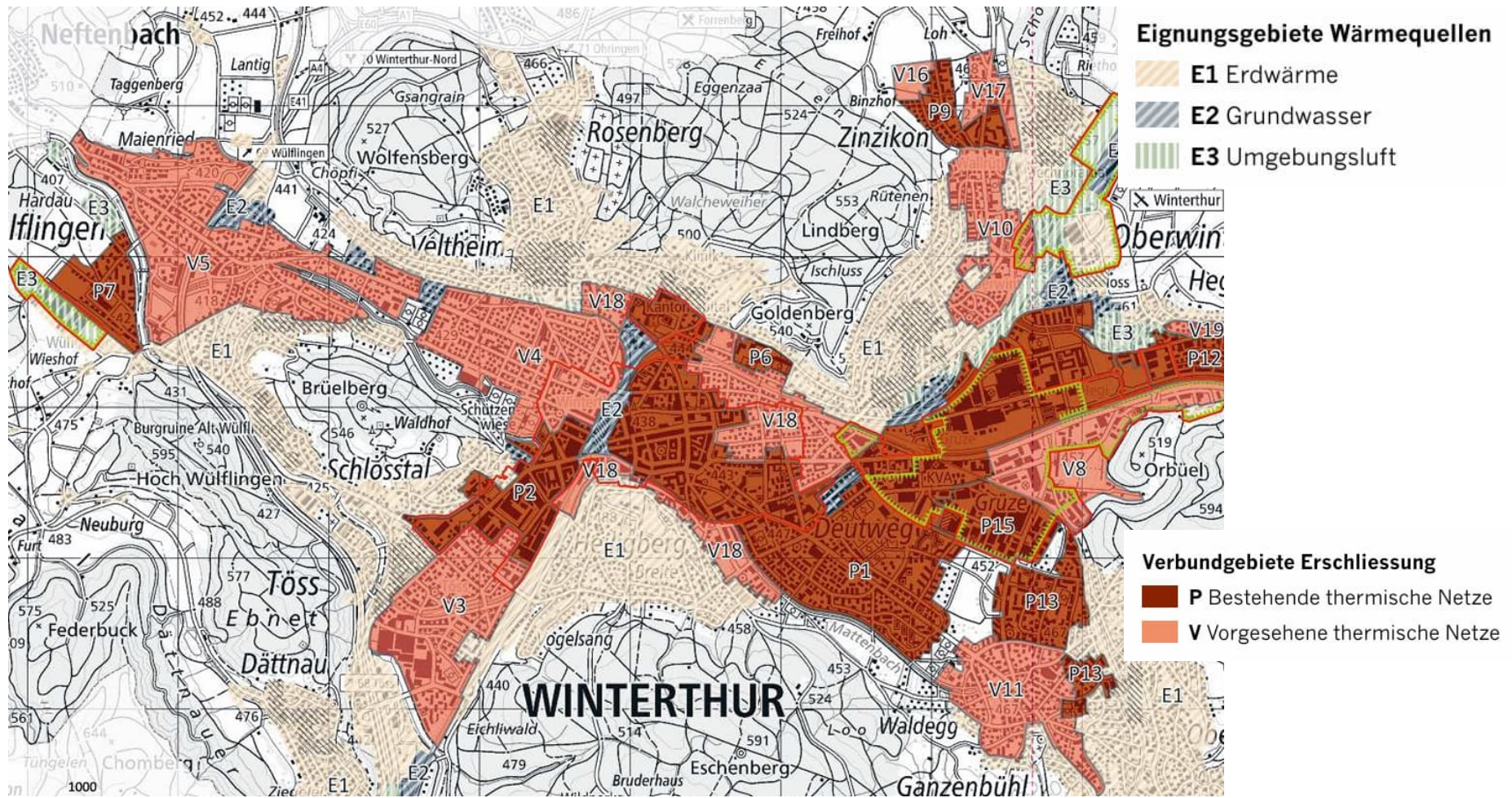


Beispiel Geologische Untersuchung

Reichweite der Kälteanomalie (Abklingkurve) im heutigen Ausgangszustand



Energieplan Winterthur – politische Hürde



Einige Schlussfolgerungen

- Grundwasserwärmennutzung ist ökologisch und wirtschaftlich attraktiv
- Für eine erfolgreiche Realisierung müssen aber einige Hürden genommen werden
- Mit einem schrittweisen Vorgehen mit den richtigen Planern können die Risiken minimiert werden

Fragen?