

Planung Erdwärmesondenregeneration

Was muss man aus Sicht der Geothermie berücksichtigen?

Webinar Solarenergie und Geothermie

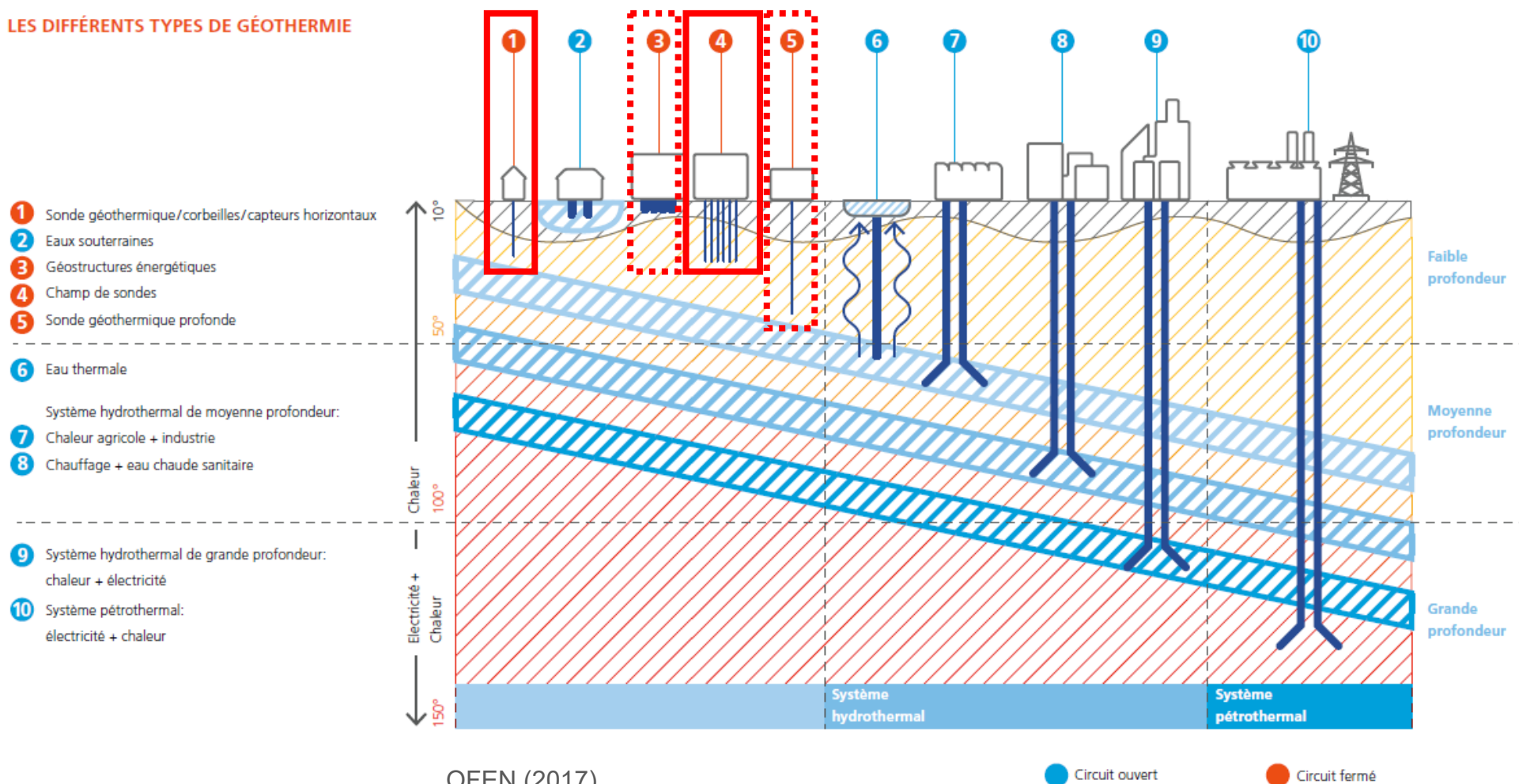
02.12.2024

Dr. Vincent Badoux
Präsident a.i. Géothermie-Schweiz

**Die
Wärme
unter unseren
Füssen nutzen**

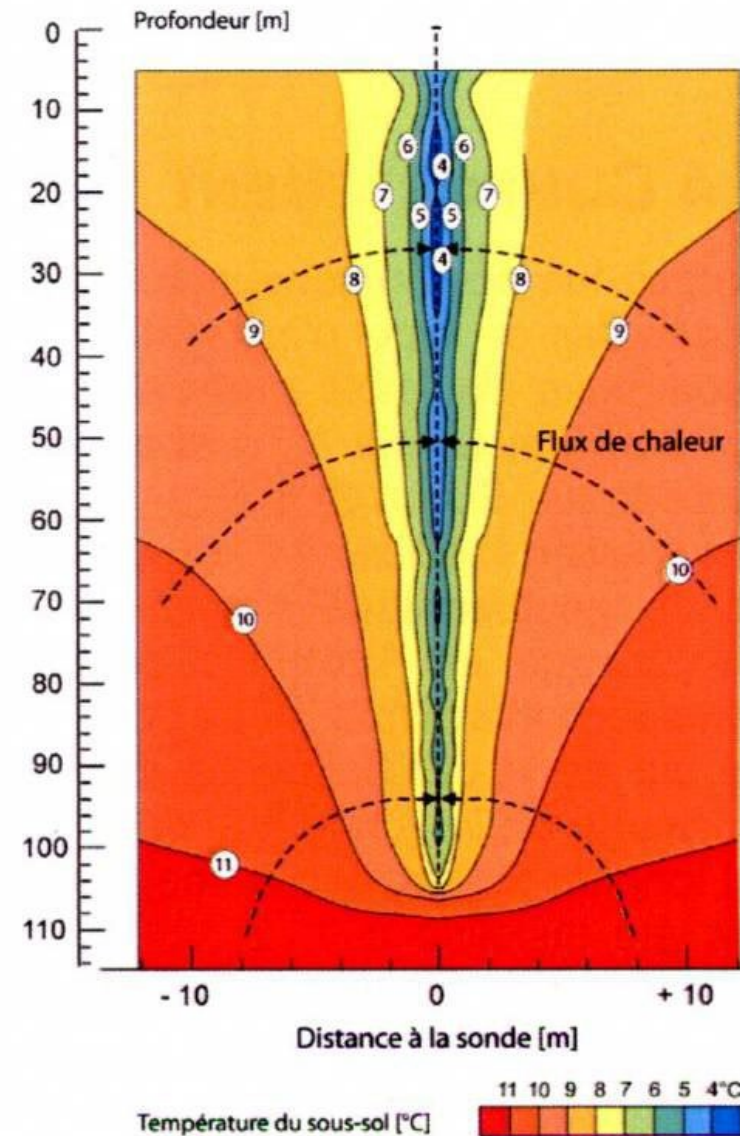
GEOOTHERMIE in der Schweiz

LES DIFFÉRENTS TYPES DE GÉOTHERMIE

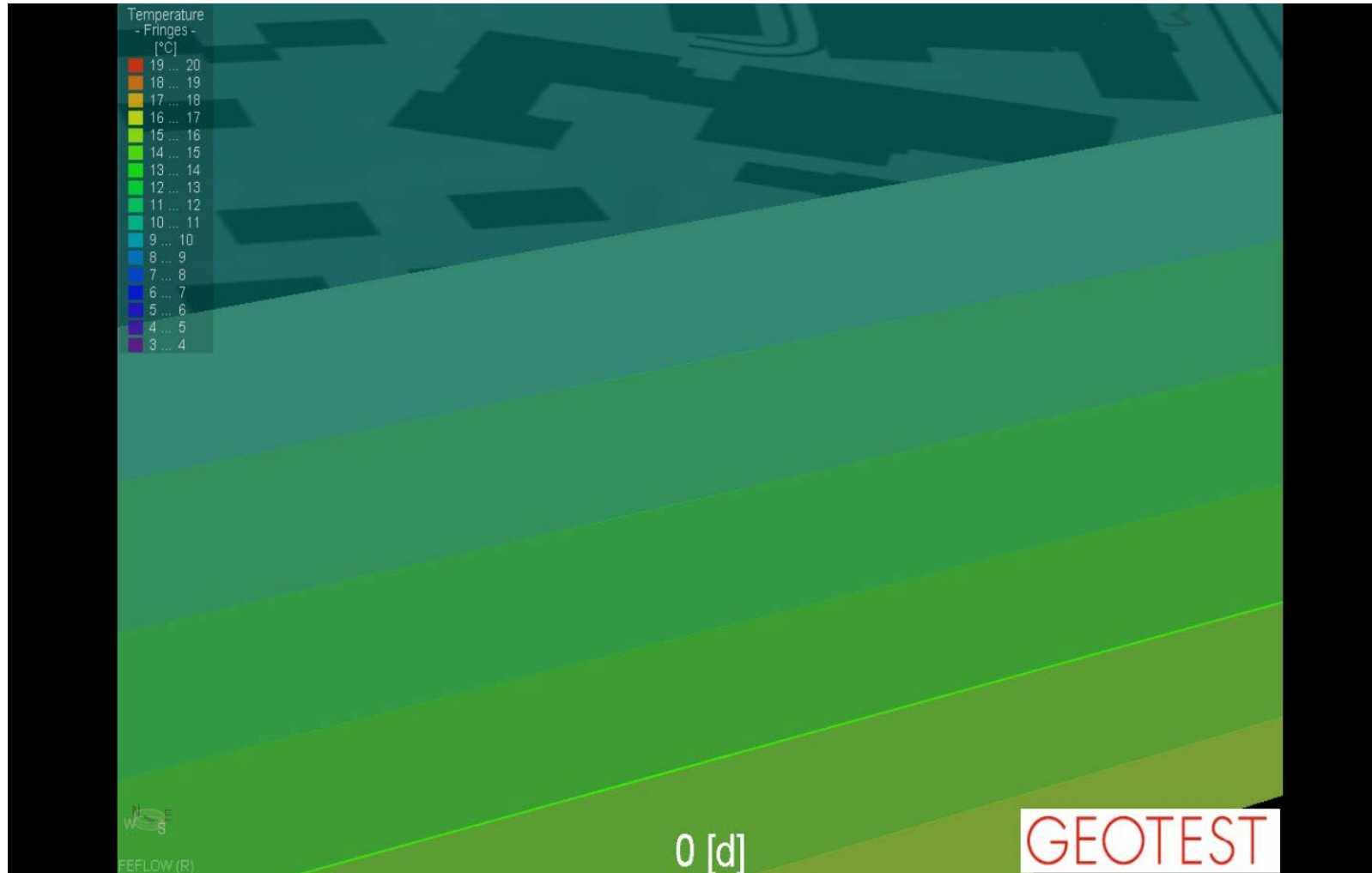


Nutzung Erdwärmesonden

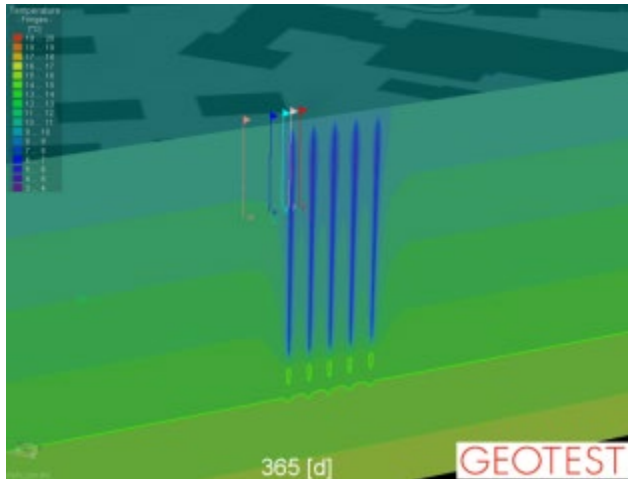
- Eine Erdwärmesonde (EWS) ist ein Wärmetauscher, der in einem Bohrloch installiert ist.
- Wasserkreislauf in einer Schleife in einem U-förmigen Doppelrohr.
- Entnahme (oder Eingabe) von Energie aus dem Untergrund.
- Es ergibt sich ein Wärmefluss in Richtung der EWS.
- Erforderlich ist eine Wärmepumpe (WP) für die Anhebung der Temperatur der Quelle (0-10 °C), für die Fussbodenheizung (35 °C).
- Die Geothermie liefert etwa 75% der Energie (4-7 kW) und die restlichen 25% entfallen auf den Strom für die Wärmepumpe (1,5-3 kW).



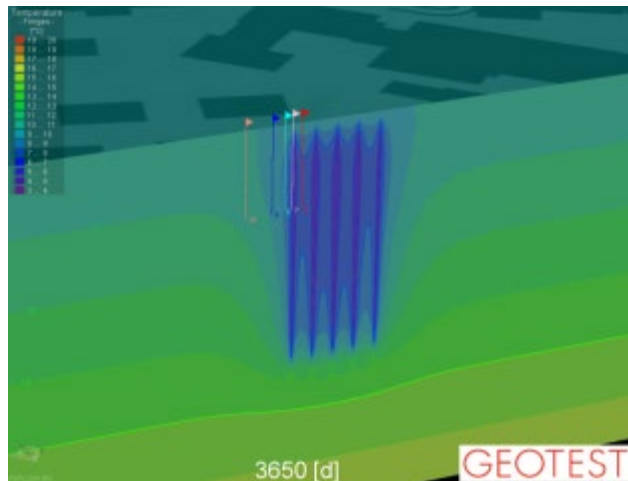
Nutzung Erdwärmesonden – ohne Regeneration



Nutzung Erdwärmesonden



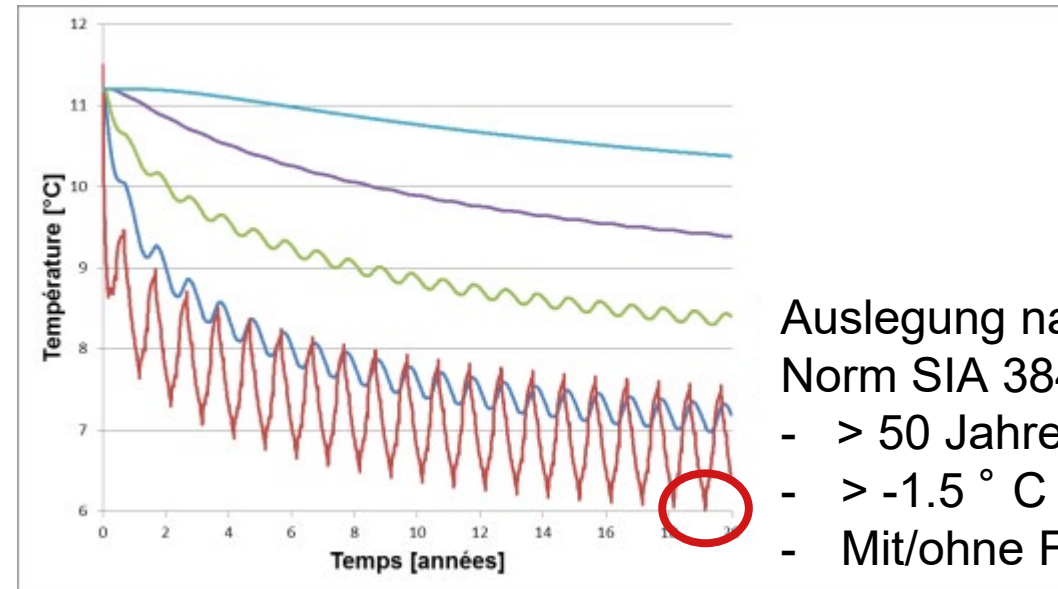
Après 1 an d'exploitation



Après 10 ans d'exploitation

Illustratives Beispiel:

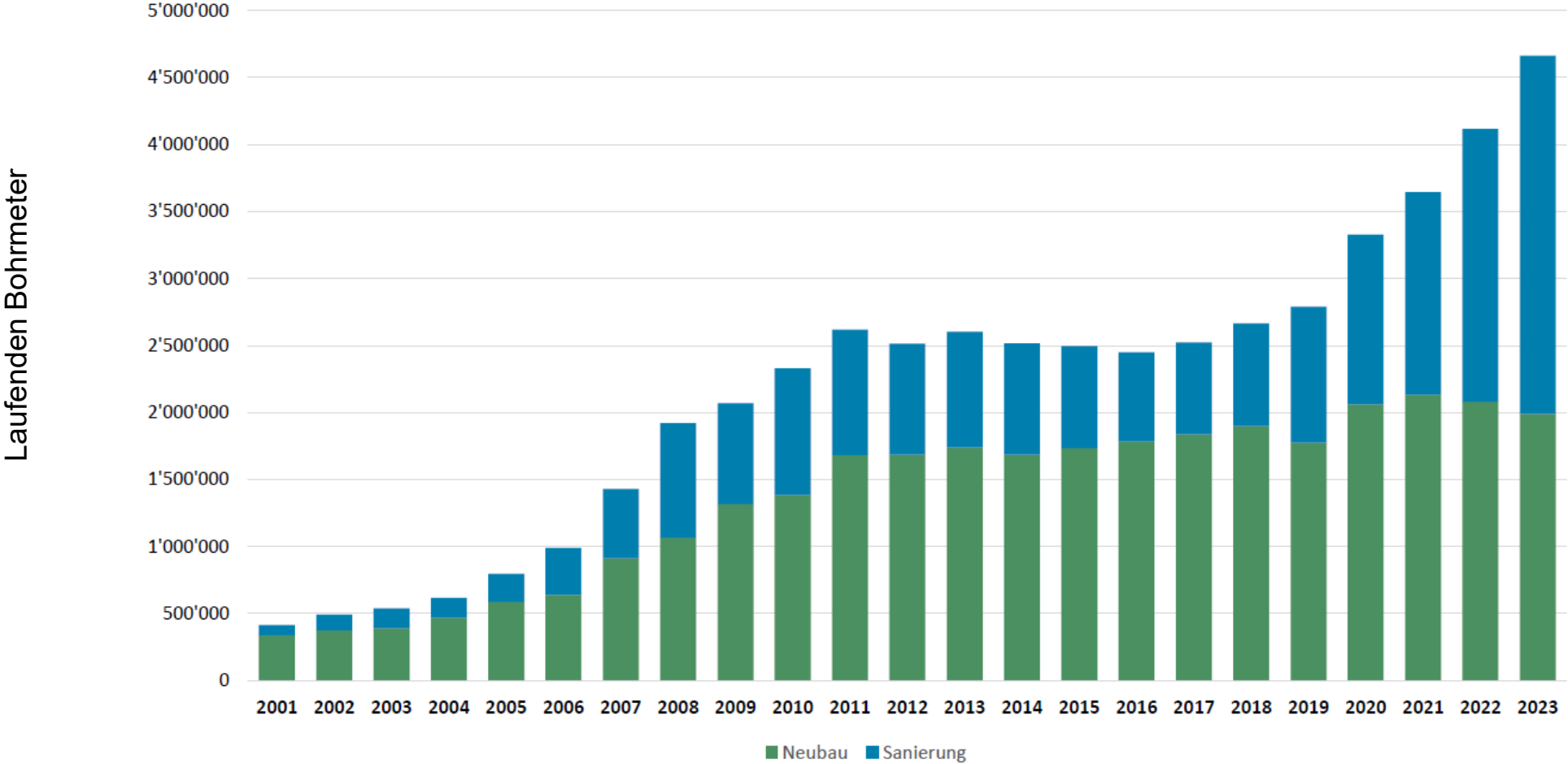
- 5 EWS
- Nur Heizung und BWW
- Abstand ca. 8 m



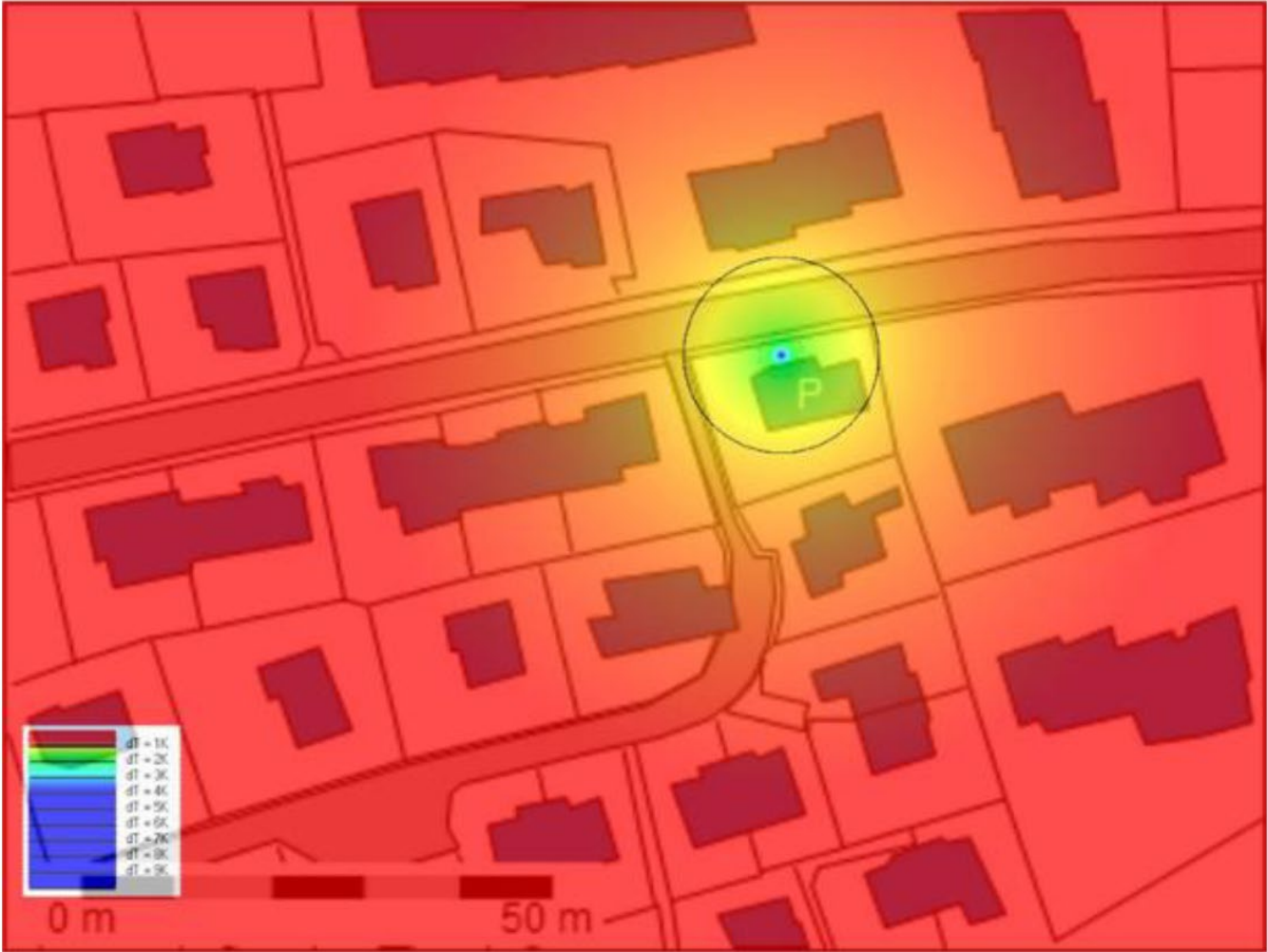
Auslegung nach
Norm SIA 384/6

- > 50 Jahren
- > -1.5 °C
- Mit/ohne Frostschutzmittel

Anzahl Erdwärmesonden

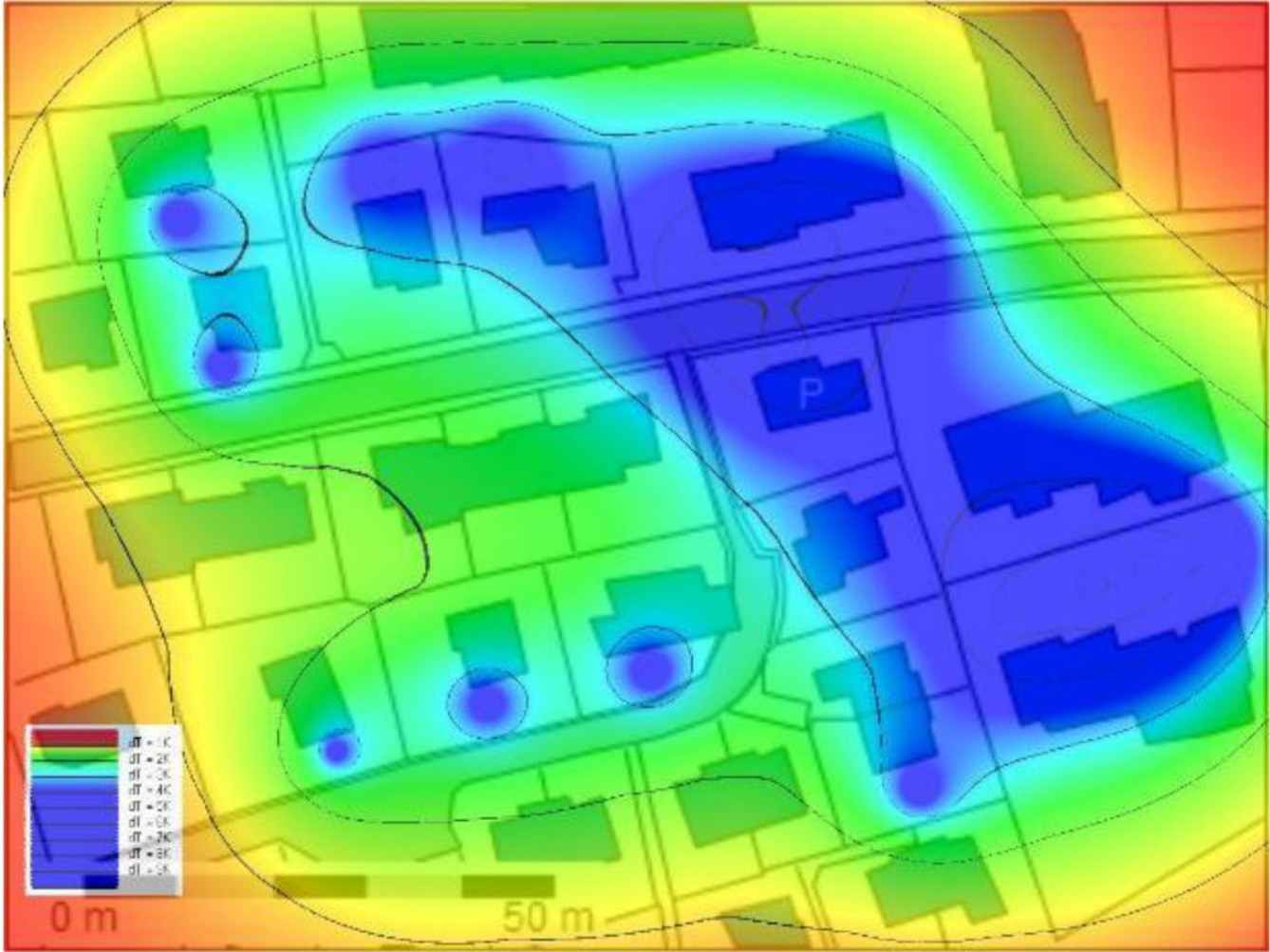


Einfluss benachbarten EWS



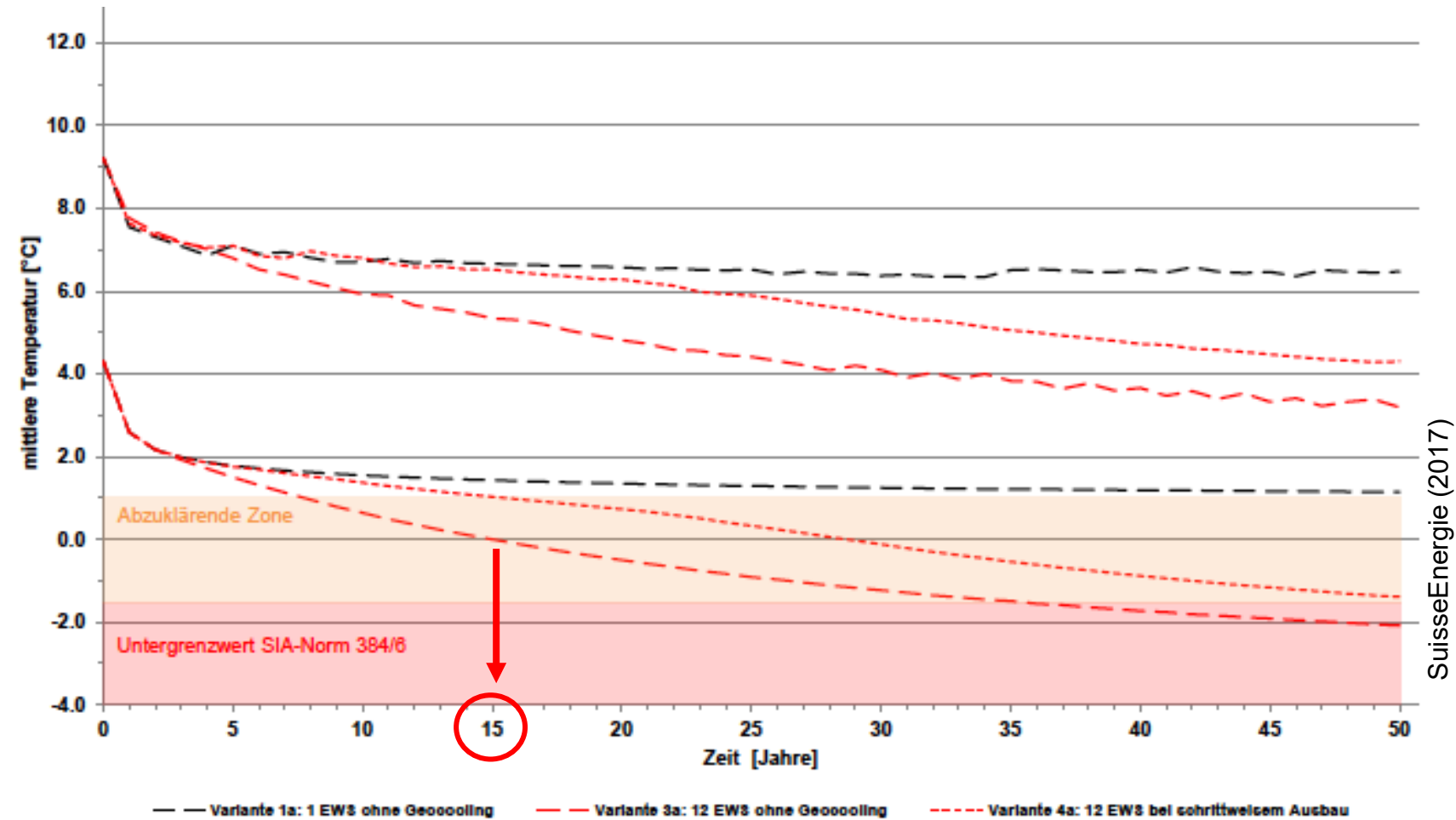
2024

Einfluss benachbarten EWS

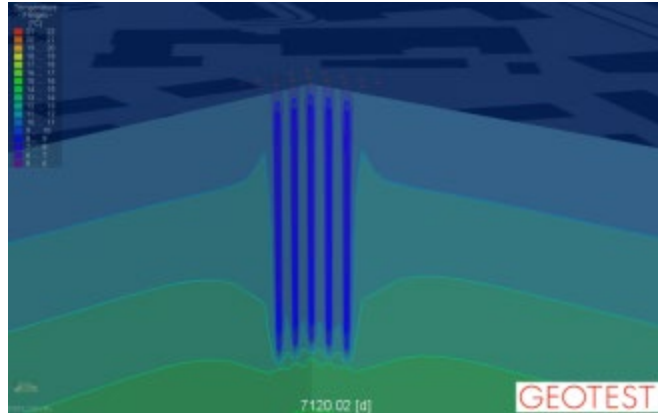


2074

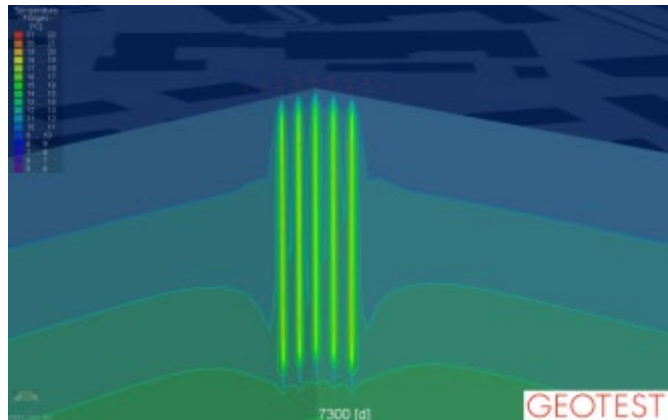
Einfluss benachbararten EWS



Nutzung Erdwärmesonden (mit Regeneration)



Ende Heizbetrieb (nach 19. Betriebsjahren)



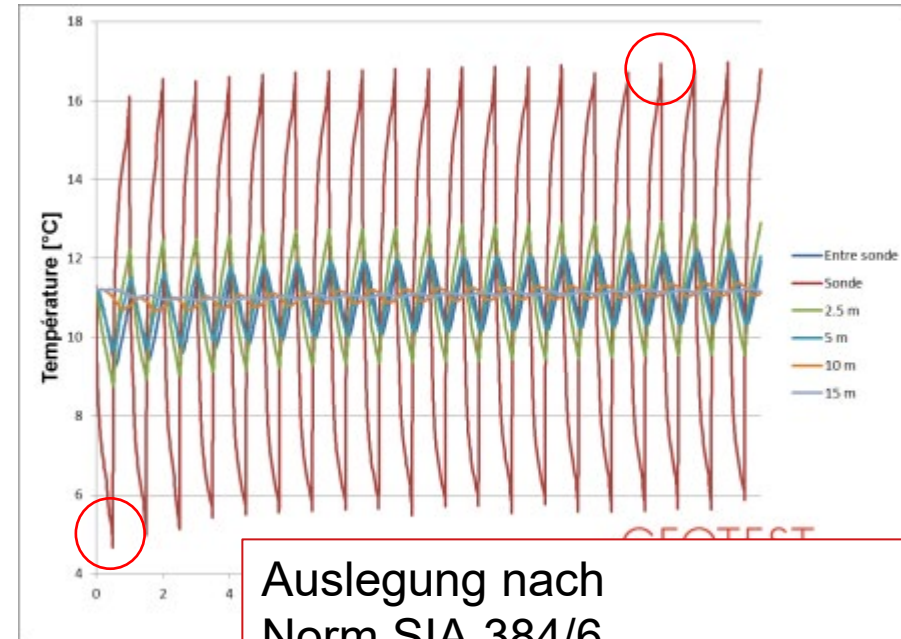
Ende Kühlbetrieb (nach 20. Betriebsjahren)

Beispiel (illustrativ):

- 25 EWS
- Heizen + Kühlen
(mit Regeneration z.B. durch
eine solare Einspeisung)

Auslegung nach
Norm SIA 384/6

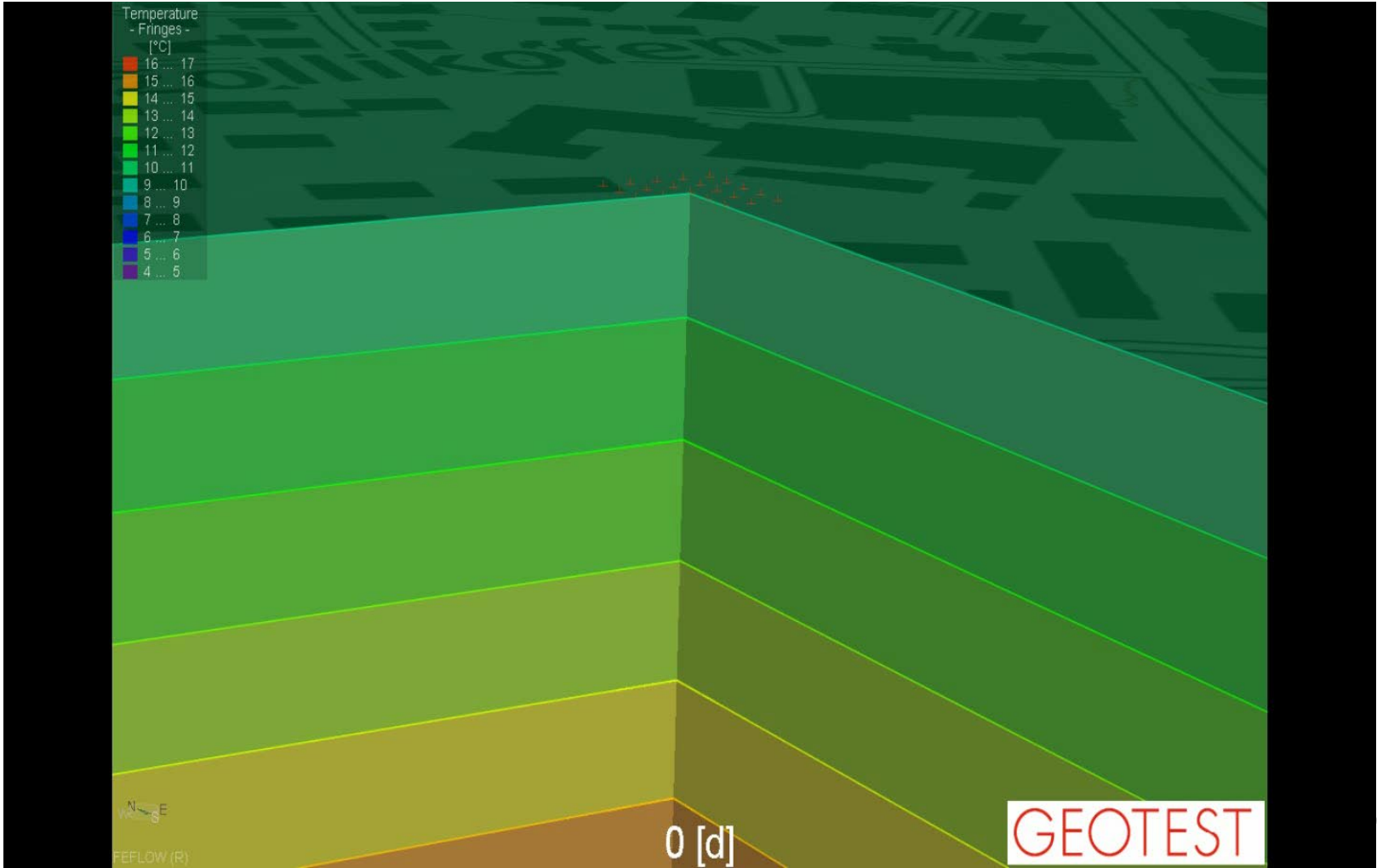
- ≥ 50 Jahren
- $\leq 40^\circ \text{C}$ (PE-100)



Auslegung nach
Norm SIA 384/6

- ≥ 50 Jahren
- $\geq -1.5^\circ \text{C}$

Nutzung Erdwärmesonden



Regenerationspflicht

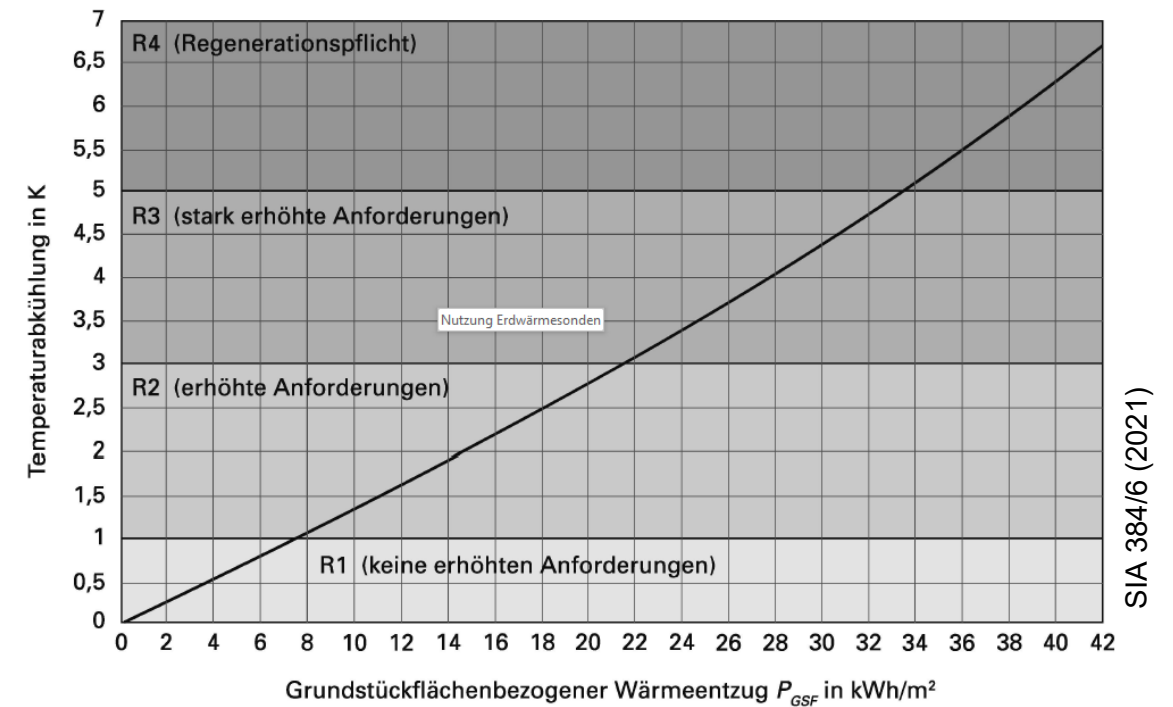
Tabelle 2 Minimale Wärmeträgertemperatur für die Auslegung beim Wärmeentzug über 50 Jahre ($\theta_{BHE,50}$)

	R1 (keine erhöhten Anforderungen, Regelfall)	R2 (erhöhte Anforderung)	R3 (stark erhöhte Anforderung)	R4 (Regenerationspflicht)
Ohne Regeneration	-1,5 °C	0 °C	+1,5 °C	–
Mit Regenerationsrate $f_{BHE} \geq 20 \%$	-1,5 °C	-0,5 °C	+0,8 °C	–
Mit Regenerationsrate $f_{BHE} \geq 40 \%$	-1,5 °C	-1,0 °C	0 °C	+1,5 °C
Mit Regenerationsrate $f_{BHE} \geq 60 \%$	-1,5 °C	-1,5 °C	-1 °C	0 °C
Mit Regenerationsrate $f_{BHE} \geq 80 \%$	-1,5 °C	-1,5 °C	-1,5 °C	-1,5 °C

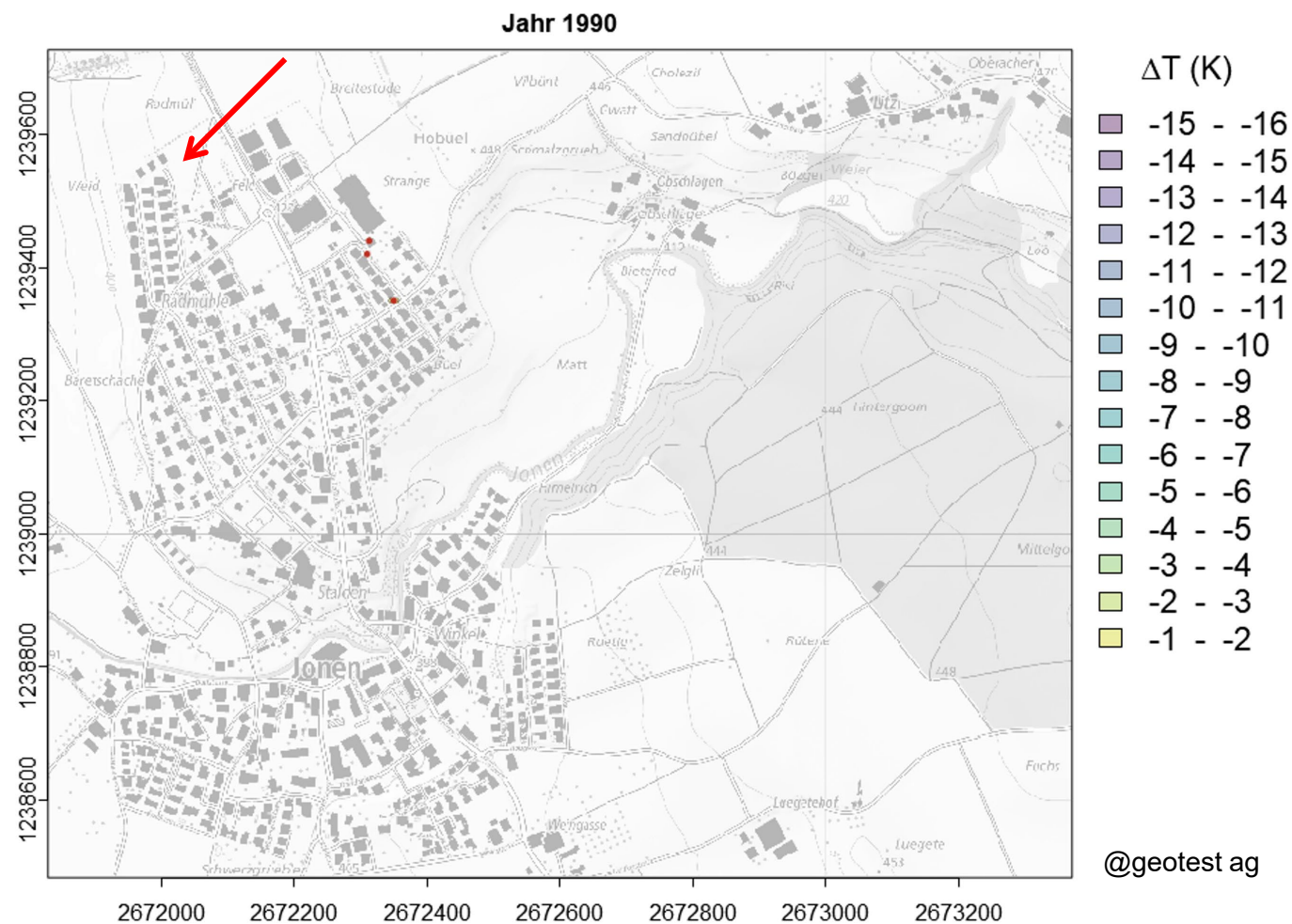
SIA 384/6 (2021)

Regenerationsrate = Verhältnis von aktivem Wärmeeintrag in die EWS zum Wärmeentzug (bilanziert innerhalb eines Jahres)

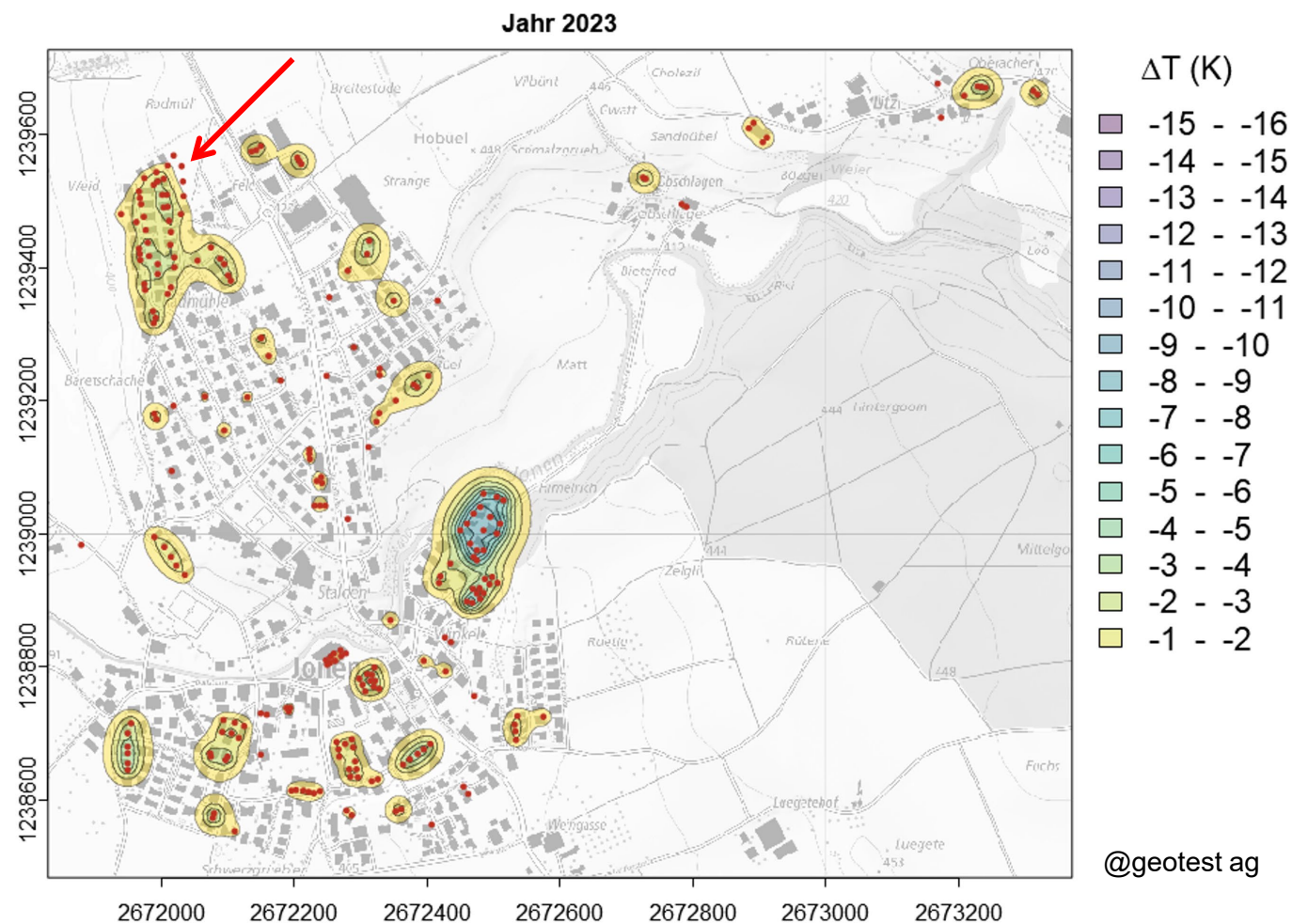
Figur 3 Zu erwartende Temperaturabkühlung durch künftige Nachbarsonden nach 50 Jahren [13]



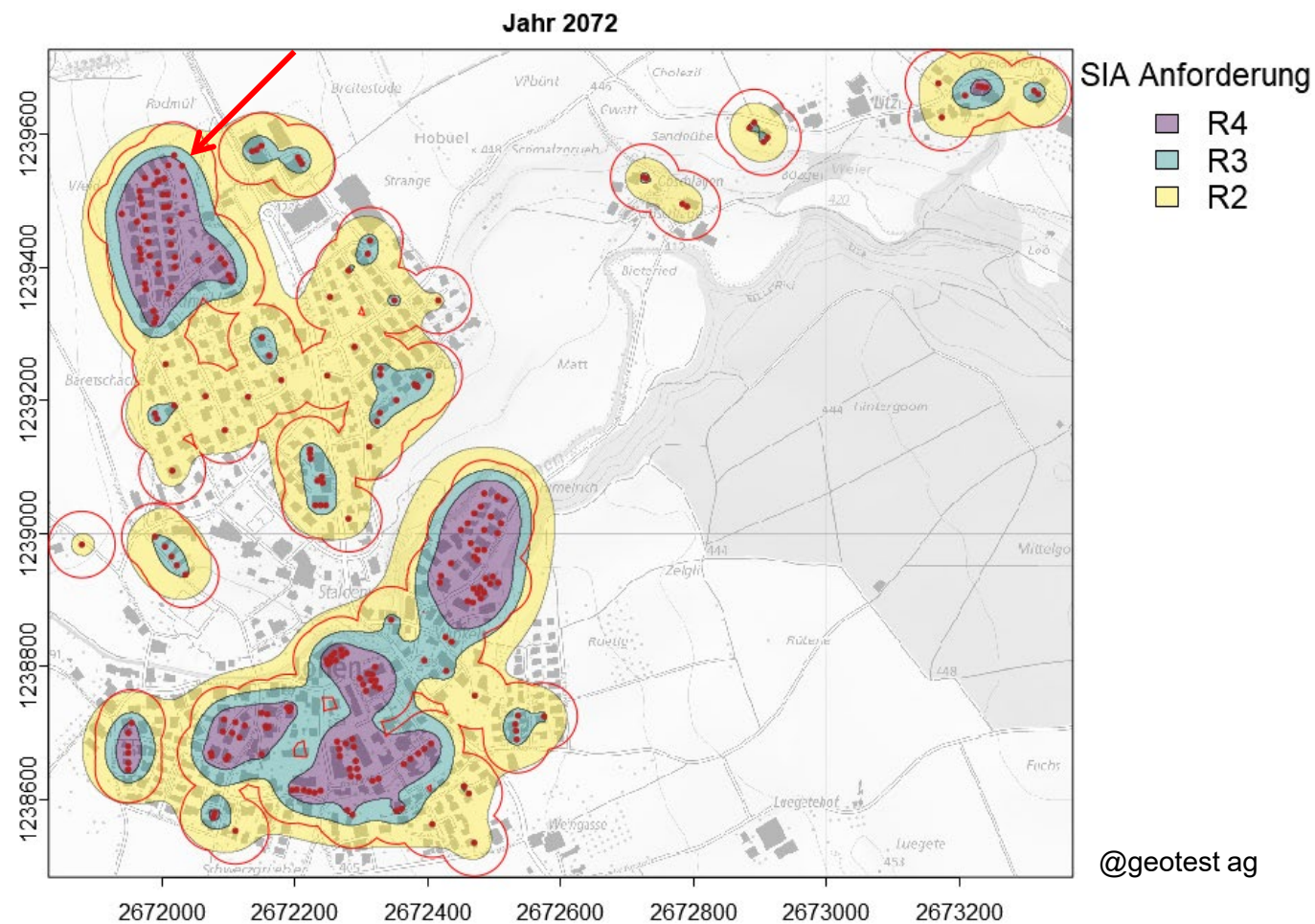
Beispiel Regenerationspflicht auf Gemeinde-Ebene



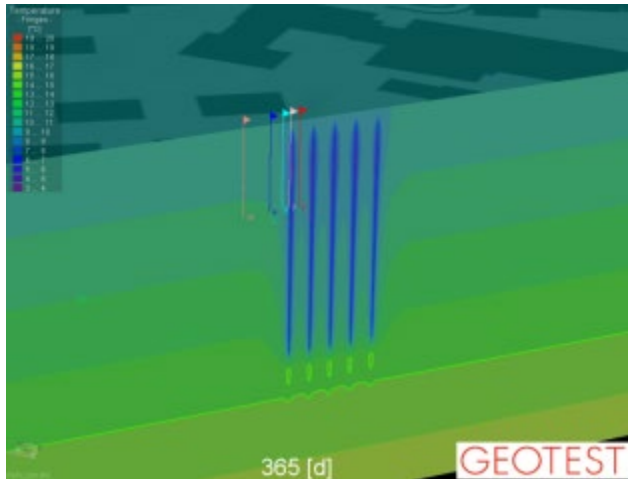
Beispiel Regenerationspflicht auf Gemeinde-Ebene



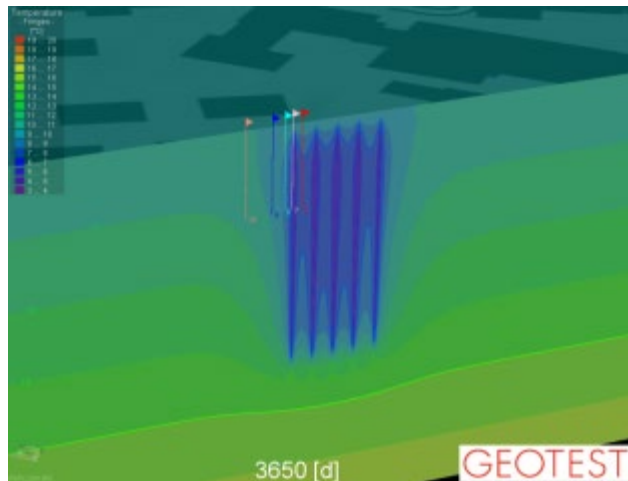
Beispiel Regenerationspflicht auf Gemeinde-Ebene



Nutzung Erdwärmesonden



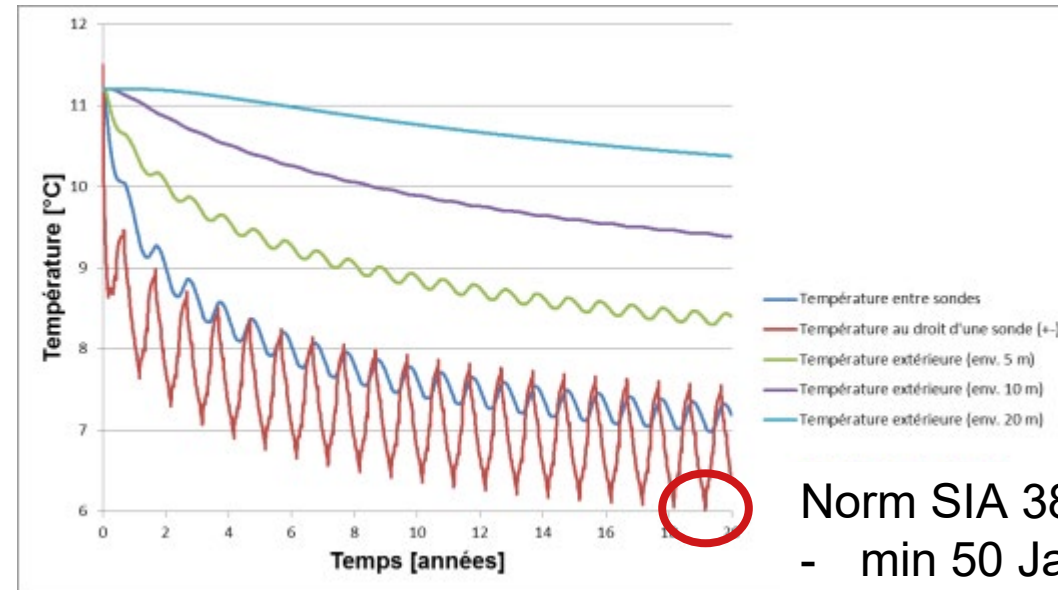
Après 1 an d'exploitation



Après 10 ans d'exploitation

Illustratives Beispiel:

- 5 EWS
- Nur Heizung und BWB
- Abstand ca. 8 m

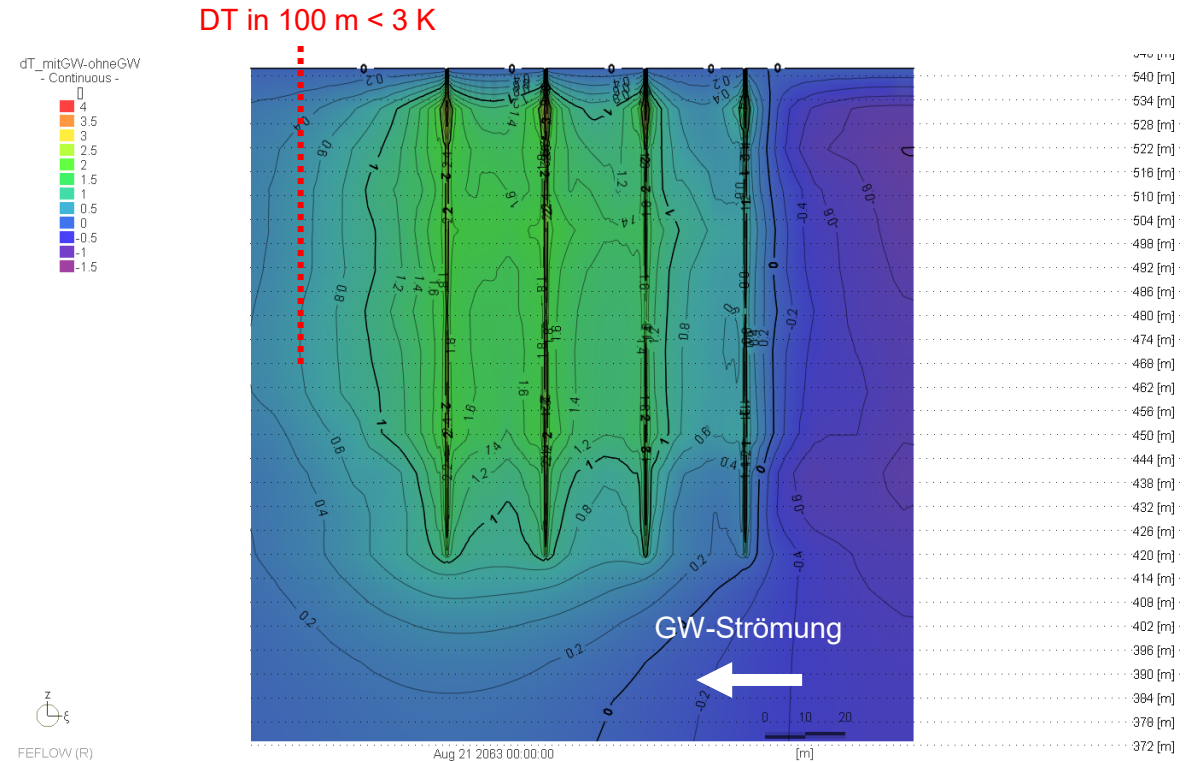
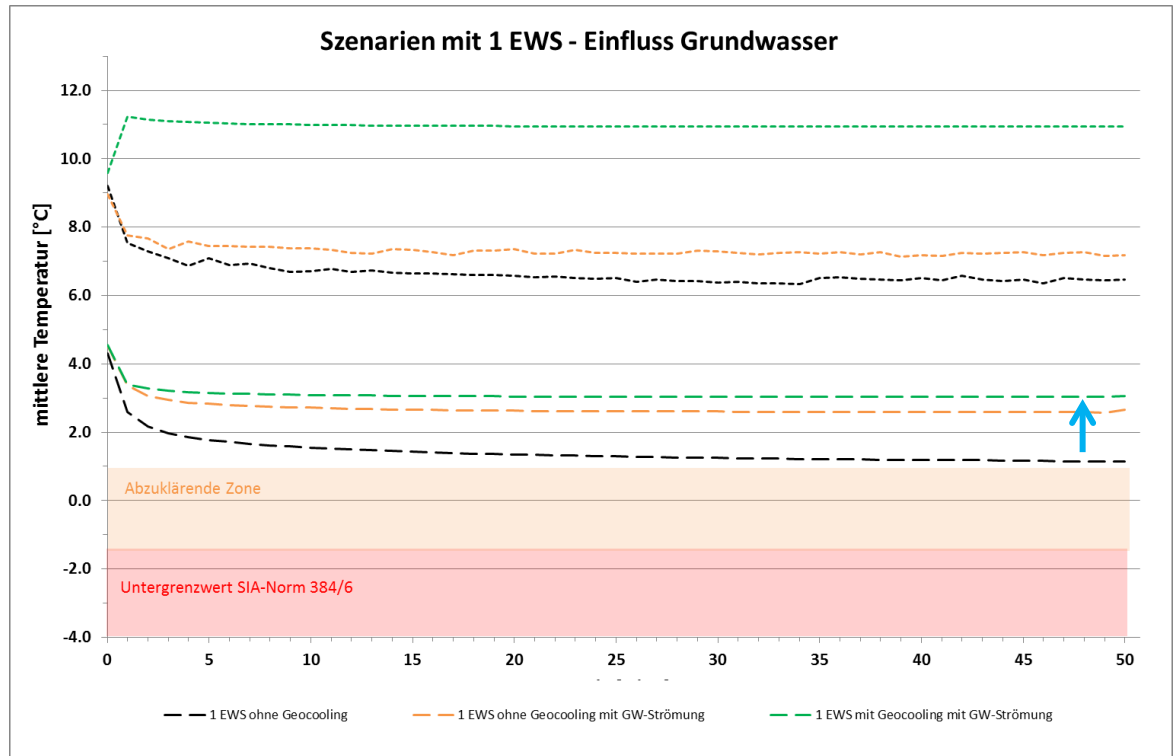


Norm SIA 384/6 (bis 2021)

- min 50 Jahren
- min. -1.5°C
- Mit/ohne Frostschutzmittel

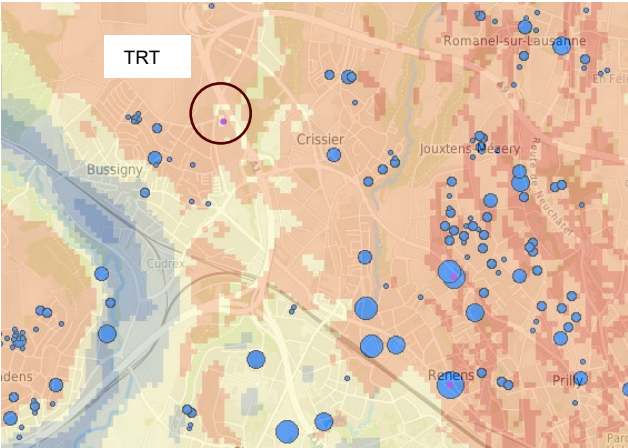
Erdwärmesonden und Grundwasser

..



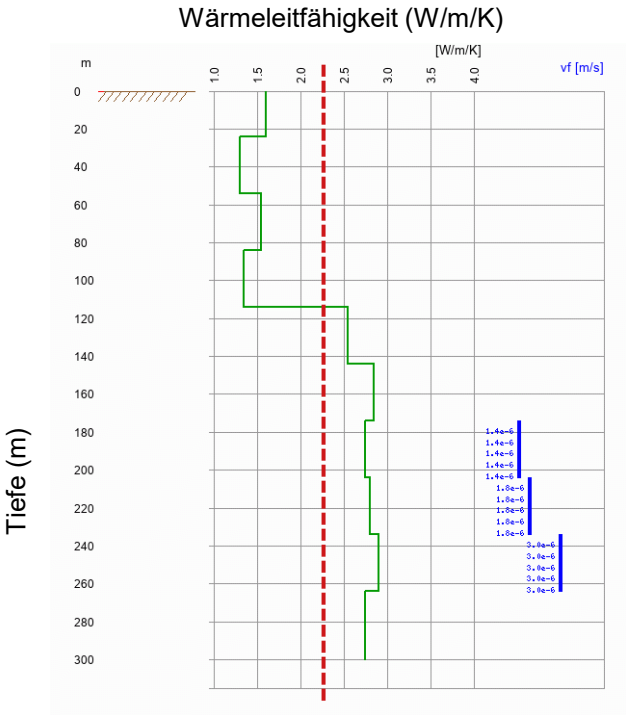
Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes

Kantonale Geoportal (wenn vorhanden)



<https://www.geo.vd.ch/>

In-Situ Messung anhand vom Thermal Response Test (TRT) in einer Pilot-Erdwärmesonde



TRT-Messung



@geotest ag

Standard TRT	Erweitertem TRT
Durchschnittliche Wärmeleitfähigkeit über die Sondenlänge	Tiefenprofil der Wärmeleitfähigkeit
ab ca. 1500 Laufmeter	ab ca. 3000 Laufmeter oder bei komplexen geologischen Verhältnisse (z.B. Grundwasser)
Planungssicherheit +	Planungssicherheit ++

Herausforderungen bei der Regeneration

- Ermittlung der Gebiete mit erhöhten Anforderungen für die Festlegung der Auslegungstemperatur (R2 bis R4) (nach SIA-Norm 384/6:2021)
- Zusammenstellung der Angaben zu den bestehenden und künftigen Anlagen
- Ermittlung der Regenerationsrate
- Bestimmung der thermischen Leitfähigkeit des Untergrunds (TRT/eTRT)
- Bestimmung der optimalen Sondenanordnung (Abstand EWS - Sondenraster)
- Abwägung Kosten / Nutzen mit oder ohne Regeneration
- Falls Grundwasser vorhanden ist :
 - Maximale Temperatur und Grundwasserschutz (Temperaturerhöhung, 3K-100 m Regel)
 - Thermische Beeinflussung von Grundwasser auf die Betriebstemperatur (v.a. bei der Wärmespeicherung)

Schlussfolgerungen

- Die Regeneration ist für eine nachhaltige thermische Nutzung des Untergrundes in vielen Gebieten erforderlich.
- Die Anforderungen der Norm SIA 384/6:2021 hängen von den Gebieten und Regenerationsrate ab
- In Gebieten mit dichter Wärmenutzung gibt es gemäss Norm Regenerationspflicht.
- Regeneration kann zu einer Kostenreduktion oder -optimierung führen
- Eine Kosten–Nutzen-Abwägung ist erforderlich, was zu höheren Anforderungen in der Planungsphase führt.
- Regeneration hat primär Einfluss auf die Energiemenge, weniger auf der Leistung, und kann bei Kleinanlagen eine Überlastung der EWS nicht kompensieren.
- Für grosse Anlagen soll geprüft werden, ob eine Wärmespeicherung realisierbar ist.
- Charakterisierung des Untergrundes mittels TRT / eTRT ist für höhere Planungssicherheit empfohlen.
- Die langfristige Entwicklung der Geothermie (EWS) kann nur zusammen mit einer Reduzierung des Energiebedarfs bzw. eine Regeneration sichergestellt (Pilotstudie am laufend, Lead bei Kt. BL).
- Solarthermie kann optimal mit Erdwärmesonden kombiniert werden.

GEOHERMIE-SUISSE – Mitglied werden !!!



Was ist Geothermie?

Anlagen und Projekte

Nützliche Dokumente

Mitglied werden

FR DE

DIE GEOHERMIE IST

HOT!

UND SIE IST AUCH SEHR

COOL!



<https://www.geothermie-hot-cool.ch/de>

Dr. Vincent Badoux

Président ad-intérim, Géothermie-Schweiz

co/GEOTEST AG
Bernstrasse 165
3052 Zollikofen

www.geotest.ch

www.geothermie-schweiz.ch

GEOTEST

DANKE
für ihre
Aufmerksamkeit