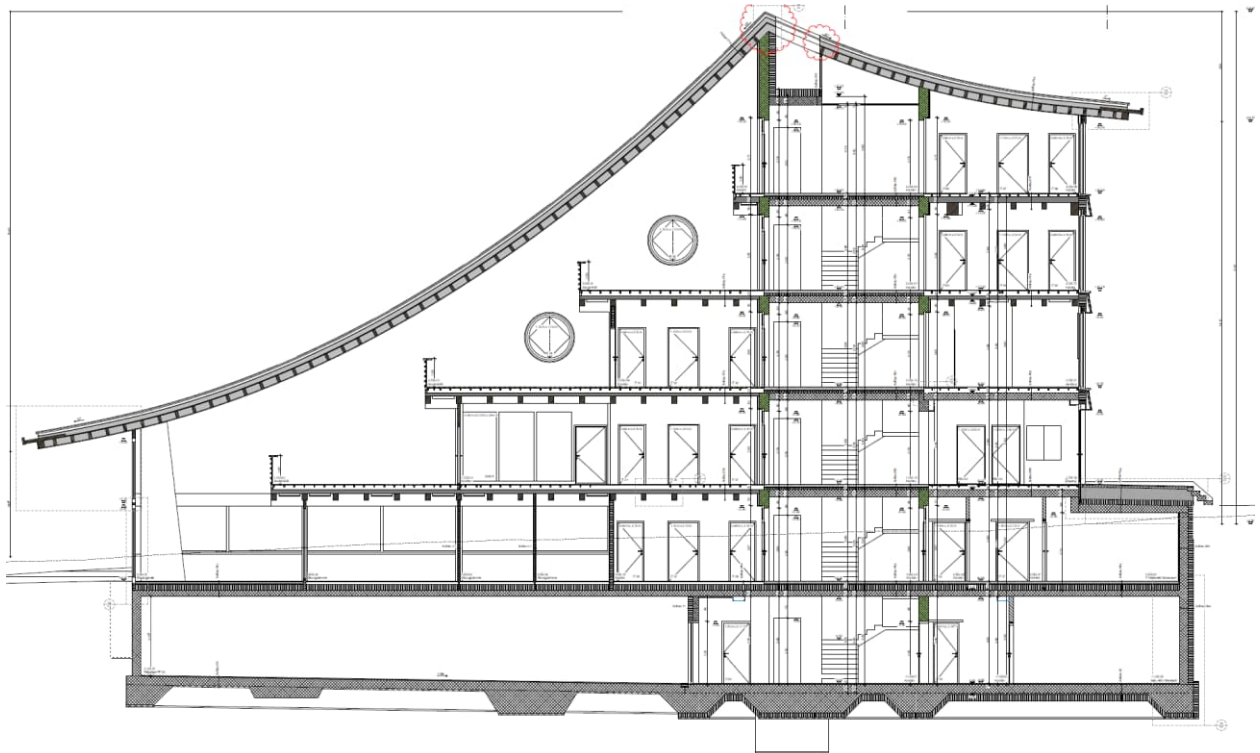


---

9. September 2025



## Neues Gemeindehaus Münsingen

### Auslegung Erdwärmesonden

---

**Huber Energietechnik AG**  
Ingenieur- und Planungsbüro  
Jupiterstrasse 26, CH-8032 Zürich  
Tel: 044 227 79 78, mail@hetag.ch

**Helbling**  
**Beratung + Bäuplanung AG**  
Hohlstrasse 614  
CH-8048 Zürich

**Projekt:** Neues Gemeindehaus Münsingen: Auslegung Erdsonden

**Objekte:** Gemeindehaus, Bahnhofplatz 7, 3110 Münsingen, Kat. 778

**Offertanfrage:** Helbling Beratung + Bauplanung AG  
Hohlstrasse 614, 8048 Zürich  
Mario Linsi  
Tel. D. 044 438 18 30  
[Mario.Linsi@helbling.ch](mailto:Mario.Linsi@helbling.ch)

**Bauherrschaft:** Gemeinde Münsingen, Abteilung Bau  
Thunstrasse 1, 3110 Münsingen  
Tel. 031 724 52 20

**Architektur:** Zenklusen Pfeiffer Architekten AG  
Tunnelstrasse 30, 3900 Brig  
Tel. 027 558 78 80

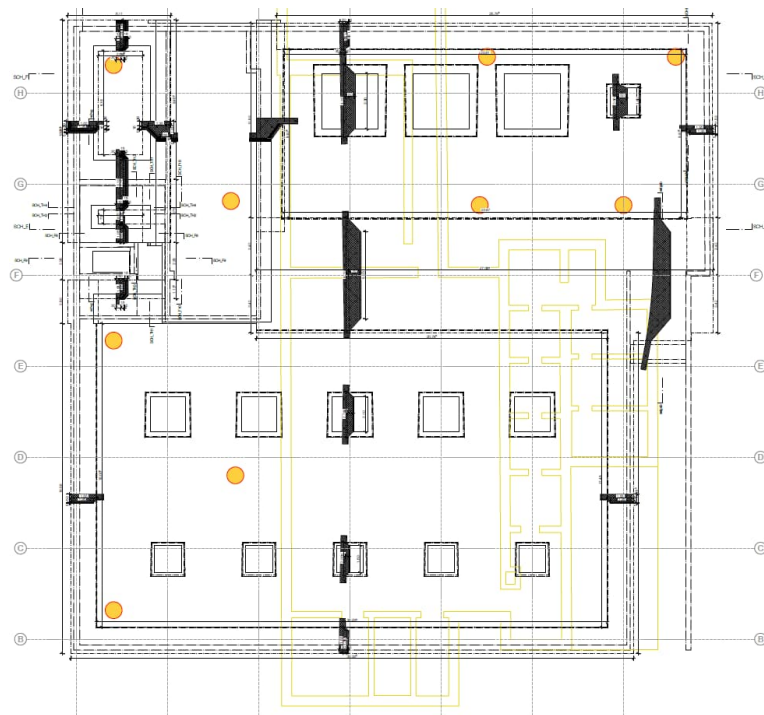
**Projektbearbeitung:** Huber Energietechnik AG  
Jupiterstrasse 26, 8032 Zürich  
Arthur Huber, dipl. Ing. ETH/SIA  
Marco Lang, MSc ETH Masch.-Ing.  
Tel. 044 227 79 78  
[arthur.huber@hetag.ch](mailto:arthur.huber@hetag.ch)  
[marco.lang@hetag.ch](mailto:marco.lang@hetag.ch)

**Ausgangslage:** Am Bahnhofplatz 7 in Münsingen plant die Gemeinde ein neues Gemeindehaus. Die Wärmeerzeugung soll mit einer Erdsonden-Wärmepumpenanlage erfolgen.



**Abb. 1:** Projektstandort des Neubaus am Bahnhofplatz 7 in Münsingen

**Sondenstandorte:** Die Erdsonden sollen, sofern möglich, gemäss Abb. 2 unter der Bodenplatte der Tiefgarage und der Technikräume im UG gebohrt werden. Für die Erdsonden sind 9 Sondenstandorte vorgesehen.



**Abb. 2:** Vorgesehene 9 Sondenstandorte unter der Bodenplatte (orange Kreise)

## Geologie:

Am Projektstandort ist bis auf eine Tiefe von ca. 10m mit dem Münsinger-Schotter zu rechnen. Ab ca. 8m gibt es Grundwasser. Ab 10m Tiefe folgen die wasser-undurchlässige See-Sedimente. Bei 17m-19m gibt es einen subartesisch gespannten Grundwasser-Zufluss. In diesem Bereich sind Auflagen des Kantons zu erwarten (z.B. permanente Verrohrung).

Der Fels (Konglomerat und Sandstein der Oberen Meeresmolasse OMM) wird ab einer Tiefe von 220m-250m erwartet (genauer Wert nicht bekannt). Für Erdsonden-Bohrungen sind Spülbohrungen erforderlich. Wird im Fels Konglomerat angetroffen, muss aus bohrtechnischen Gründen in dieser Tiefe die Bohrung abgebrochen werden. Gemäss den durchgeführten Vorabklärungen sind Bohrungen mit geologischer Begleitung bis 200m möglich. In der Nähe (Dorfplatz) wurde eine Bohrung auf 230m bewilligt und erstellt.



**Abb. 3:** Am Projektstandort sind Erdsonden mit Auflagen möglich

**Resultate:** Die Sonden für das neue Gemeindehaus in Münsingen wurden auf der Basis der Berechnung SIA 380/1 des Bauphysikers dimensioniert, wobei im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung von 23°C Raumtemperatur im Winter und 25% geschlossenen Storen (Sicht- und Blendschutz) ausgegangen wird. Als Kühlung im Sommer ist nur Geocooling vorgesehen. Auf der Basis dieser Berechnung sind total **9 Erdwärme-Sonden (40mm duplex, PN16) mit thermisch verbesserter Hinterfüllung auf eine Tiefe von 200m** erforderlich. Bei der Auslegung der Sonden wurden die erhöhten Anforderungen R2 der Norm SIA 384/6 vorausgesetzt, um den Einfluss künftiger Nachbarsonden zu berücksichtigen.

Die geothermischen Daten für die Sonden-Berechnung basieren einerseits auf einer 25m tiefen Kernbohrung auf dem Projekt-Grundstück, und andererseits auf einer 230m tiefen Bohrung am Dorfplatz in Münsingen.

Die Bohrungen müssen geologische begleitet werden. Sollte artesisch gespanntes Grundwasser angetroffen werden, muss die Bohrung abgebrochen werden (möglich im Bereich der Grundmoräne unter den See-Ton-Schichten). In der Bohrung am Dorfplatz wurde im Bereich der Grundmoräne kein Wasser angetroffen. Das Risiko, bis 200m einen Arteser anzutreffen, ist somit eher gering.

Bei der Ausschreibung der Bohrungen muss zwingend verlangt werden, dass das Bohrgerät auf Spülbohrung umgestellt werden kann, die Ausrüstung für Spülbohrungen auf dem Bohrplatz vorhanden ist und der Bohrmeister Erfahrungen in Spülbohrungen hat. Es müssen entsprechende Referenzen eingereicht werden. Ausserdem muss die Ausrüstung für eine Arteser-Intervention gemäss dem Gütesiege der FWS auf der Baustelle vorhanden sein.

Es wird empfohlen, in der ersten Bohrung eine TRT- und Temperaturmessung durchzuführen.

		<b>Gemeindehaus</b>
<b>Leistung Heizungswärmepumpen (B1/W35)</b>	[kW]	59.3
<b>Kühlleistung Geocooling</b>	[kW]	44
<b>COP Auslegung Heizen (B1/W35)</b>	[-]	4.86
<b>COP Durschnitt Heizfall</b>	[-]	5.63
<b>COP Durchschnitt Warmwasser</b>	[-]	3.1
<b>Wärmebedarf Heizung</b>	[MWh]	140.4
<b>Wärmebedarf Warmwasser</b>	[MWh]	12.5
<b>Wärmeeintrag durch Geocooling (optimierte Einstellung)</b>	[MWh]	26.2
<b>Wärmeleitfähigkeit Hinterfüllung (therm. Verbessert)</b>	[W/Km]	2.0
<b>Anforderungen nach SIA 384/6</b>	[-]	erhöht (R2)
<b>Sonden (40mm Duplex-Sonden, PN16)</b>	[m]	<b>9 x 200m</b>
<b>Druckverlust Sonden, ohne Zuleitung</b>	[kPa]	30
<b>Auslegungs-Volumenstrom Sole</b>	[m3/h]	15.5
<b>Grenzwert SIA 384/6:2021 (R2 mit &gt;20% Sondenregeneration)</b>	[°C]	-0.5
<b>Effektive, minimale mittlere Sondenfluidtemperatur über 50a</b>	[°C]	<b>-0.5</b>
<b>Grenzwert eingehalten?</b>		<b>Ja (R2)</b>

## Inhalt

1	Projektstandort und Grenzwerte .....	6
1.1	Projektstandort .....	6
1.2	Behördliche Auflagen .....	6
1.3	Bohrstandorte .....	7
2	Geologie und geothermische Parameter .....	8
2.1	Geologie und Bohrtechnik .....	8
2.2	Unbeeinflusste Boden-Temperaturen .....	11
2.3	Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs .....	12
2.4	Nachbarsonden .....	12
3	Hydraulische Einbindung und Lastprofil.....	13
3.1	Wärme-Erzeugung und –Verteilung.....	13
3.2	Lastprofil Heizung / Kühlung .....	14
4	Resultate Berechnung EWS .....	16
4.1	Verhalten der Sonden über 50 Betriebsjahre .....	16
4.1.2	Fluidtemperaturen im 50. Betriebsjahr .....	16
4.1.3	Fluidtemperaturen im Verlauf über 50 Betriebsjahre .....	17
5	Anhang.....	18
5.1	Berechnung Erdwärmesonden mit Programm EWS .....	18



# 1 Projektstandort und Grenzwerte

## 1.1 Projektstandort

Die Erdsonden sollen unter der Bodenplatte des neuen Gemeindehauses in Münsingen gebohrt werden (Abb. 4, Bahnhofplatz 7, Kat. 778). Am Projektstandort gibt eine Kernbohrung auf 25m Tiefe. Die nächste Bohrung, die den Fels erreicht hat, ist 230m tief und hat den Fels in 226m Tiefe erreicht.

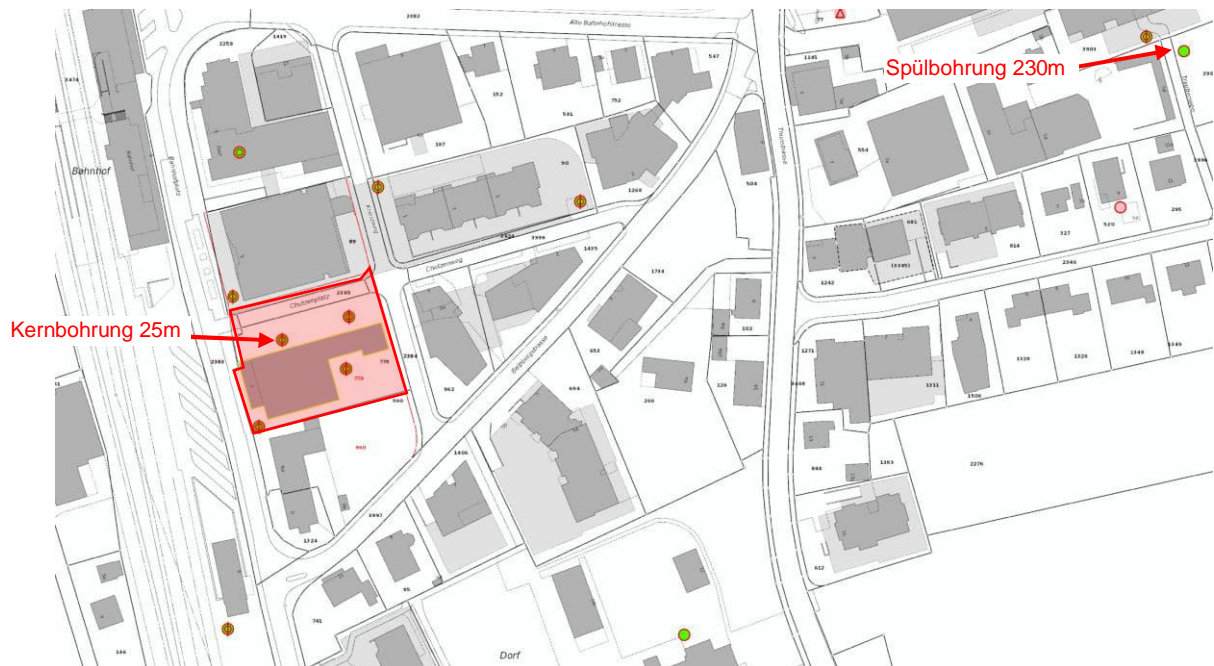


Abb. 4: Projektstandort. (Quelle: GIS-Browser Kanton Bern, <https://www.topo.apps.be.ch>).

## 1.2 Behördliche Auflagen

geologische  
Begleitung  
erforderlich

Am Projektstandort sind Erdwärmesonden mit Auflagen zulässig. Die Bohrungen müssen geologische begleitet werden. Sollte artesisch gespanntes Grundwasser angetroffen werden, muss die Bohrung abgebrochen werden (möglich im Bereich der Grundmoräne unter den See-Ton-Schichten). In der Bohrung am Dorfplatz wurde im Bereich der Grundmoräne kein Wasser angetroffen. Das Risiko, bis 200m einen Arteser anzutreffen, ist somit eher gering.

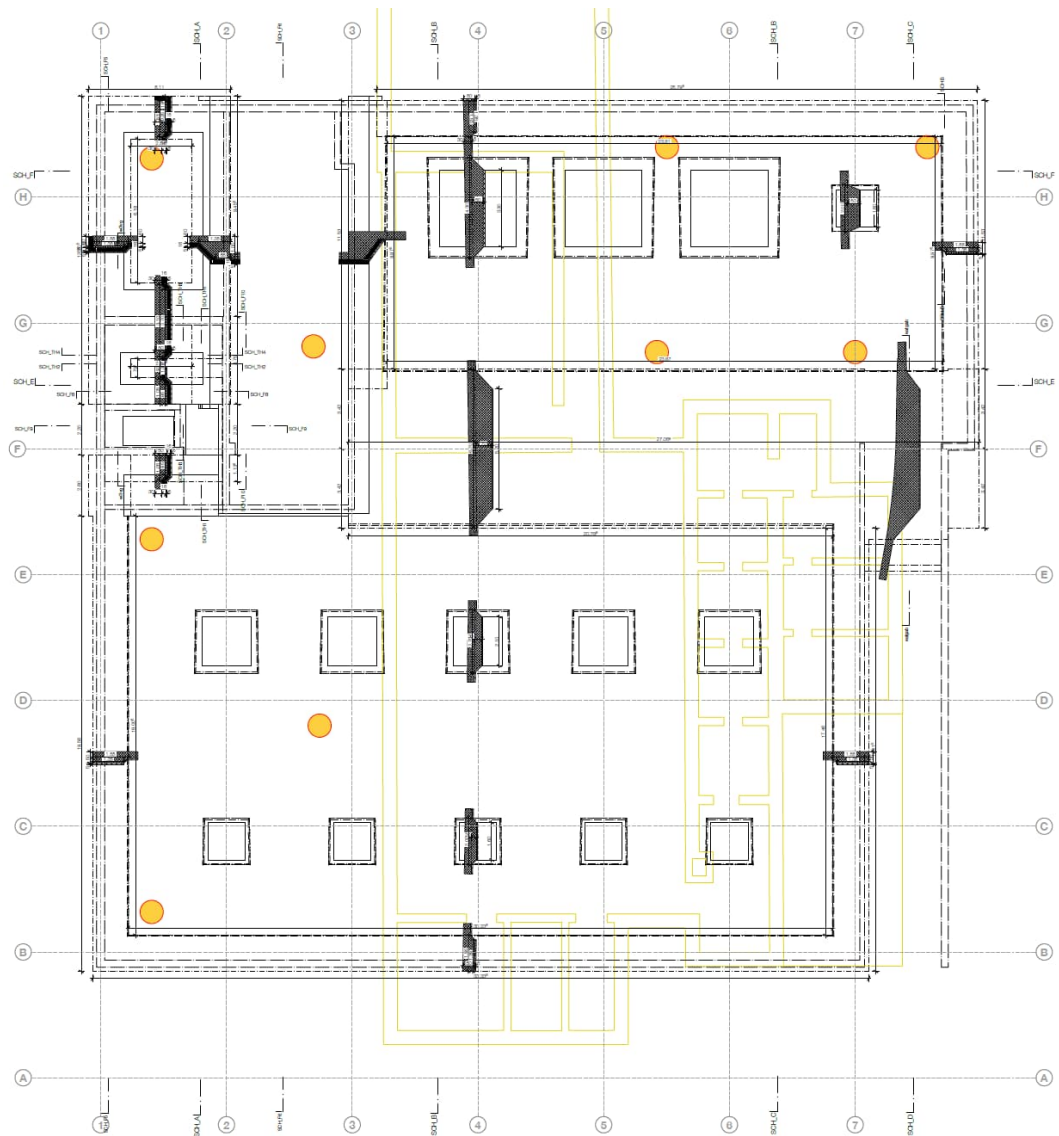


Abb. 5: Erdsonden mit geologischer Begleitung zulässig

### 1.3 Bohrstandorte

Abb. 6 zeigt mögliche Bohrstandorte gemäss den Angaben des HLK-Planers und des Architekten. Die 9 orangen Punkte stehen für je eine Erdsonden-Bohrung.

Im Umkreis von 50m um den Projektstandort gibt es noch keine Erdsonden-Bohrungen.



**Abb. 6: Mögliche Sondenstandorte, 9 x 200m (40mm duplex PN16)**

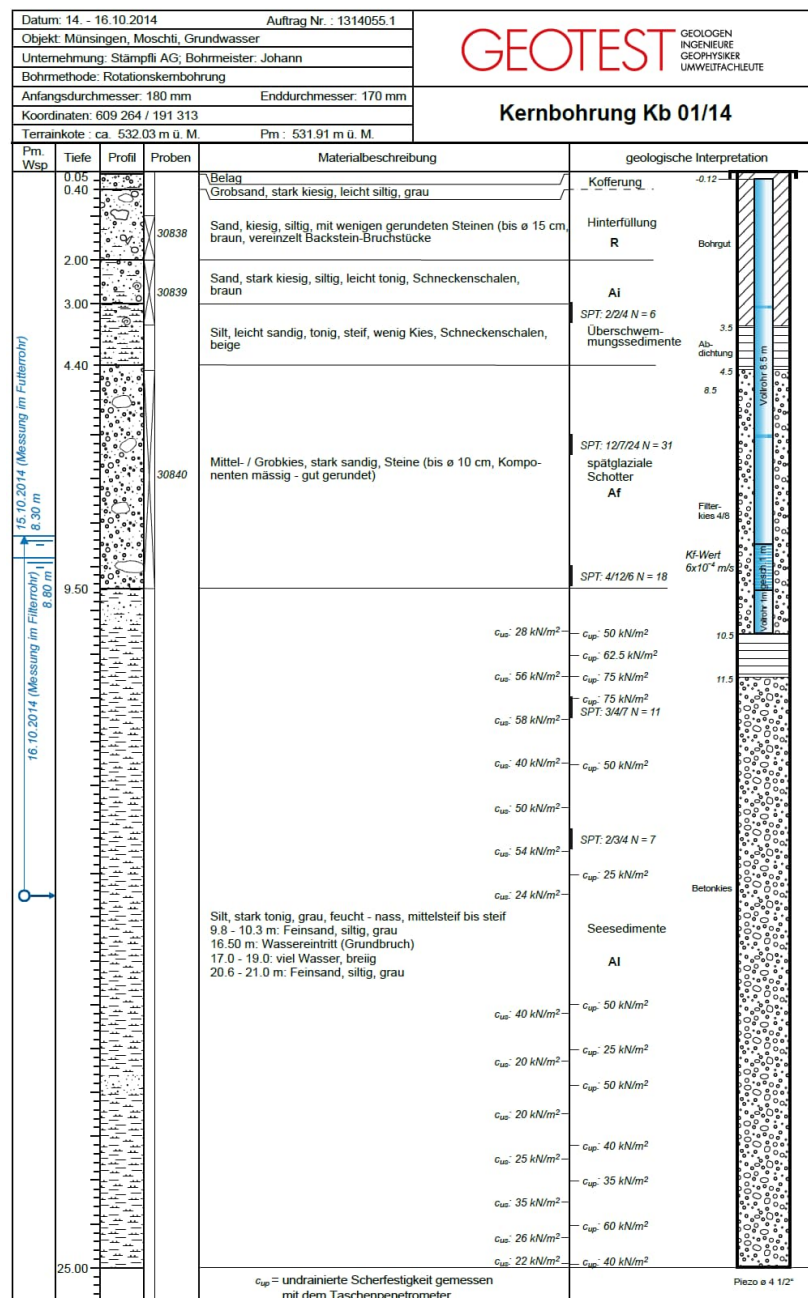
Auslegung gemäss  
erhöhten  
Anforderungen R2

Auf den Nachbargrundstücken Kat. 960 und Kat. 962 gibt es Platz für weitere, künftige Nachbarsonden. Zur Berücksichtigung dieser möglichen Nachbarsonden sollen die Projektsonden gemäss den erhöhten Anforderungen R2 nach SIA 384/6 ausgelegt werden.

## 2 Geologie und geothermische Parameter

### 2.1 Geologie und Bohrtechnik

Am Projektstandort gibt es bis auf eine Tiefe von 25m eine Kernbohrung (Abb. 7), die Geologie ist in diesem Bereich also sehr genau bekannt. Bis auf eine Tiefe von ca. 10m gibt es den Münsinger-Schotter. Ab ca. 8m ist mit Grundwasser zu rechnen. Ab 10m Tiefe gibt es wasser-undurchlässige tonig-siltige See-Sedimente. In einer Tiefe von 17m – 19m tritt subartesisch gespanntes Grundwasser auf. Bis in diese Tiefe ist mit Auflagen des Kantons zu rechnen (permanente Verrohrung, Hinterfüllung, etc.). Die daraus entstehenden Mehrkosten sind überschaubar.

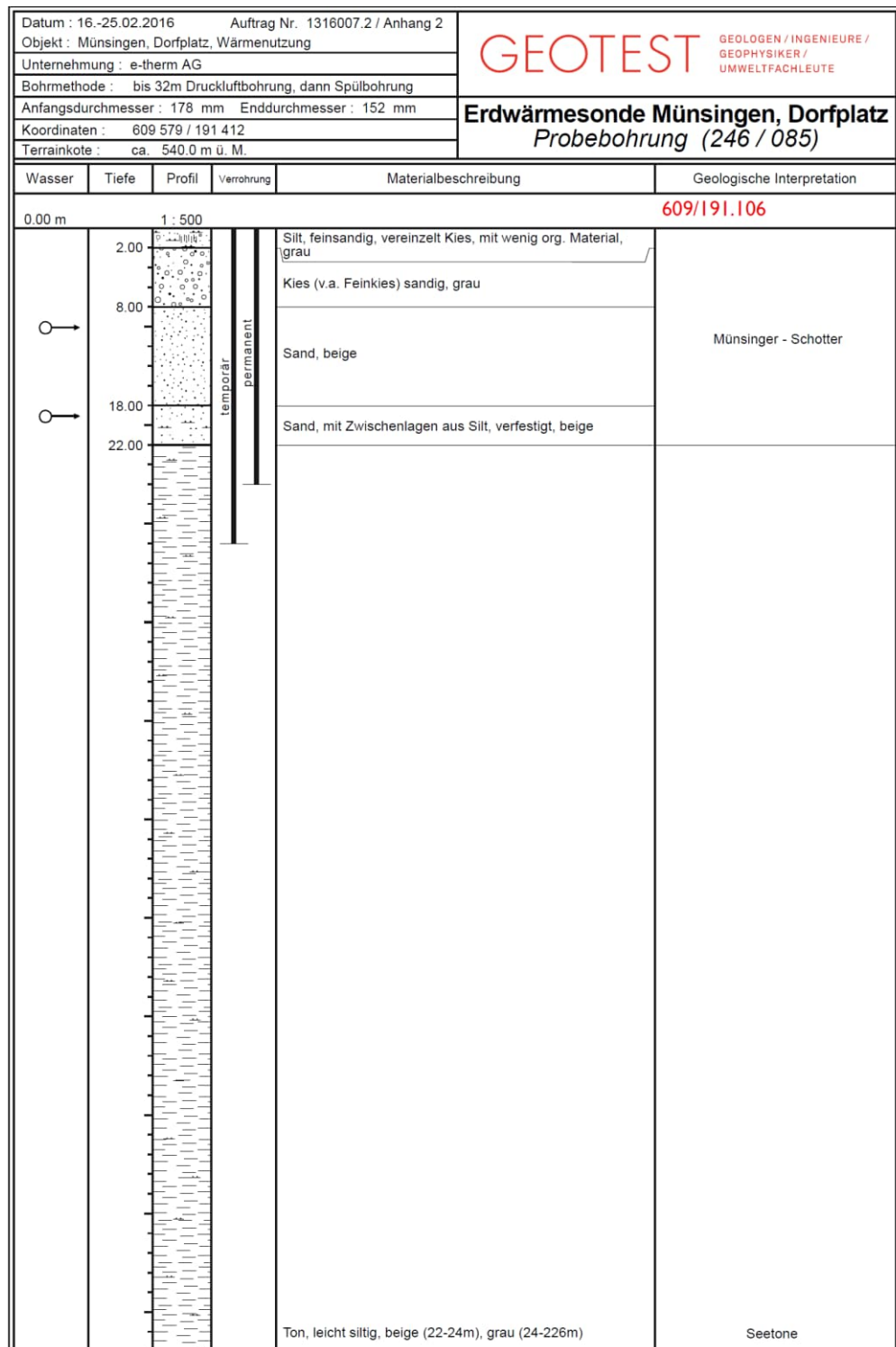


**Abb. 7: Durchgeführte Kernbohrung am Projektstandort bis 25m**

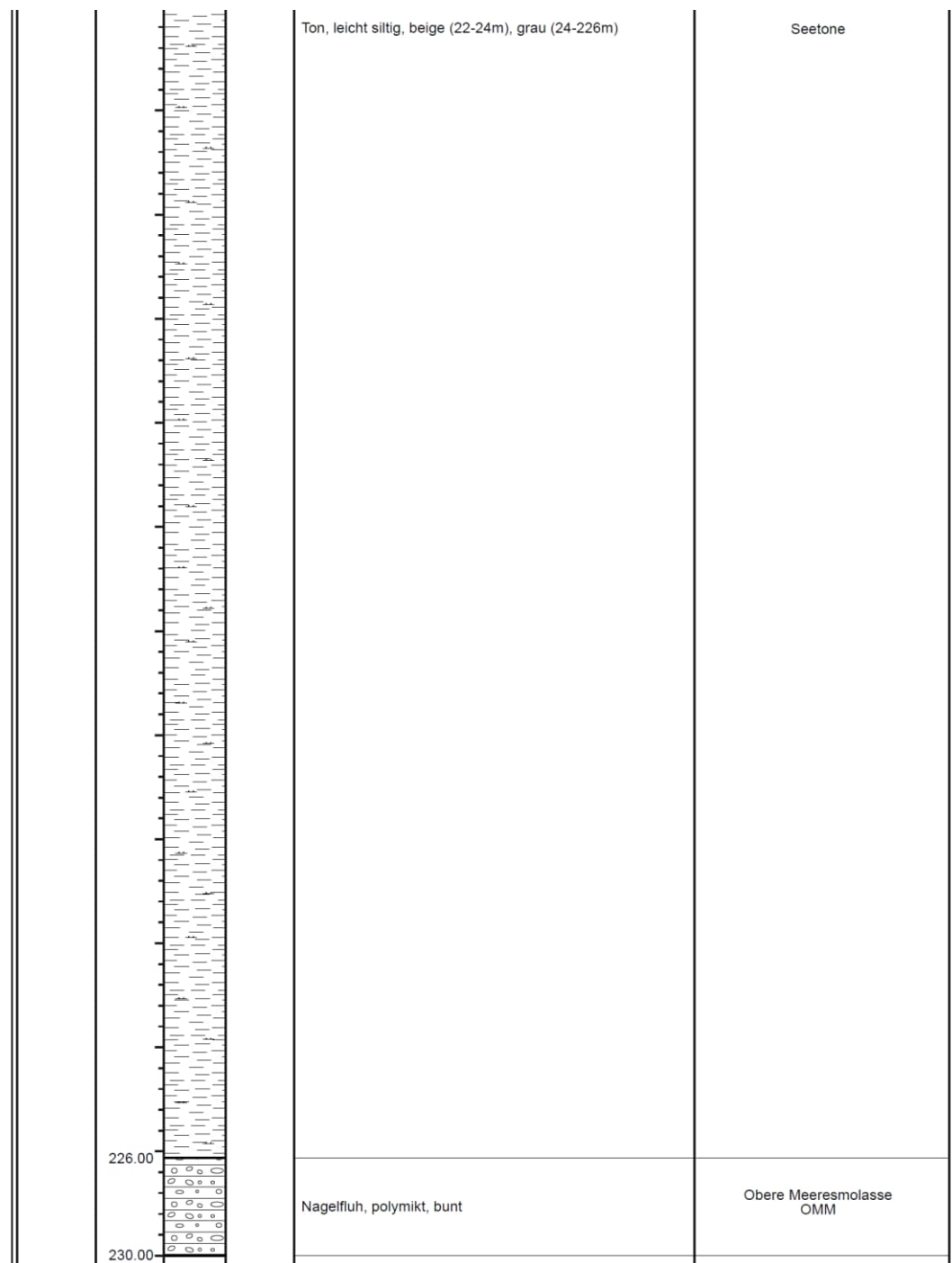


Spülbohrung  
erforderlich

Im Zentrumsgebiet von Münsingen gibt es verschiedene Bohrprofile. Die einzige Bohrung in der Umgebung, die bis auf den Fels der Oberen Meeresmolasse abgeteuft wurde, liegt am Dorfplatz in Münsingen (cf. Abb. 4). Dieses Bohrprofil zeigt unterhalb des Münsinger Schotters wasserundurchlässige, tonig-siltige Seeablagerungen (Seetone) bis auf eine Tiefe von 226m (cf. Abb. 8 & Abb. 9). In dieser Geologie ist eine Spülbohrung erforderlich.



**Abb. 8: Bohrung am Dorfplatz in Münsingen (Quelle: <https://www.topo.apps.be.ch>)**



**Abb. 9:** Bohrung am Dorfplatz in Münsingen (Quelle: <https://www.topo.apps.be.ch>)

Ab einer Tiefe von 226m folgt dann der Fels der Oberen Meeresmolasse, teilweise mit Konglomerat-Bänken. Da mit der Spülbohrtechnik im Konglomerat nicht weitergebohrt werden kann, muss die Bohrung im Fels vermutlich abgebrochen werden. Da der Projektstandort weiter im Zentrum des Tals liegt, ist hier der Fels vermutlich etwas tiefer als am Dorfplatz zu erwarten (220m bis 250m, cf. Abb. 10). Um das Projekt-Risiko gering zu halten, soll trotzdem nur bis maximal 200m Tiefe gebohrt werden.

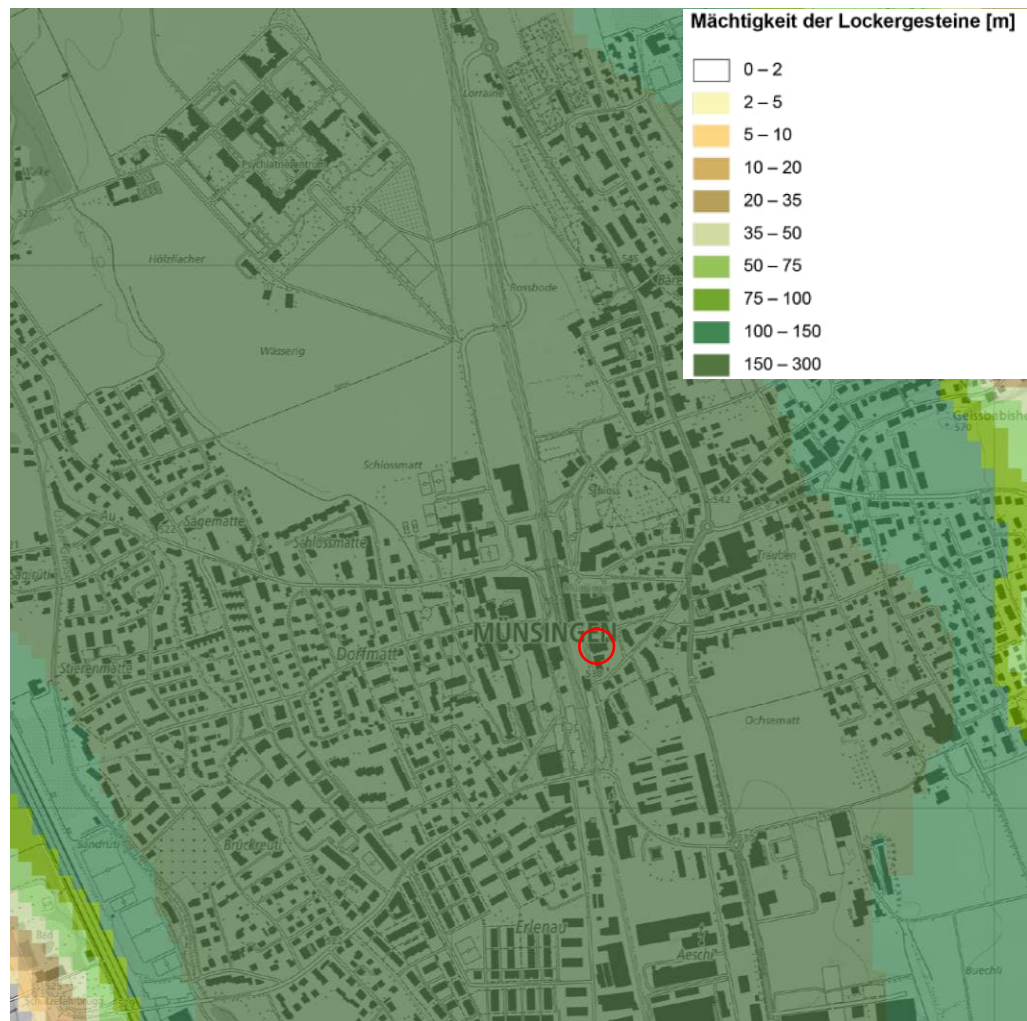


Abb. 10: Felstiefenkarte am Projektstandort (<https://map.geo.admin.ch>)

## 2.2 Unbeeinflusste Boden-Temperaturen

Aufgrund der eher schlechten Wärmeleitfähigkeit der Seetone ist am Projektstandort mit einem etwas grösseren Temperaturgradienten zu rechnen. Dieser wird mit 0.038 K/m angesetzt, was einen geothermischen Wärmefluss von 68.4 mW/m<sup>2</sup> entspricht:

**Sondendurchsatz:**

Temperaturdifferenz über Sonde [K]

**Temperaturen im ungestörten Erdreich:**

Jahresmitteltemperatur Luft [°C]

zusätzliche Bodenerwärmung [°C]

Temperaturgradient Erde [°C/m]

Abb. 11: Temperaturen im ungestörten Erdreich für die EWS-Berechnung

## 2.3 Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs

Mittlere  
Wärmeleitfähigkeit  
von 1.79 W/mK

Empfehlung:  
TRT-Messung

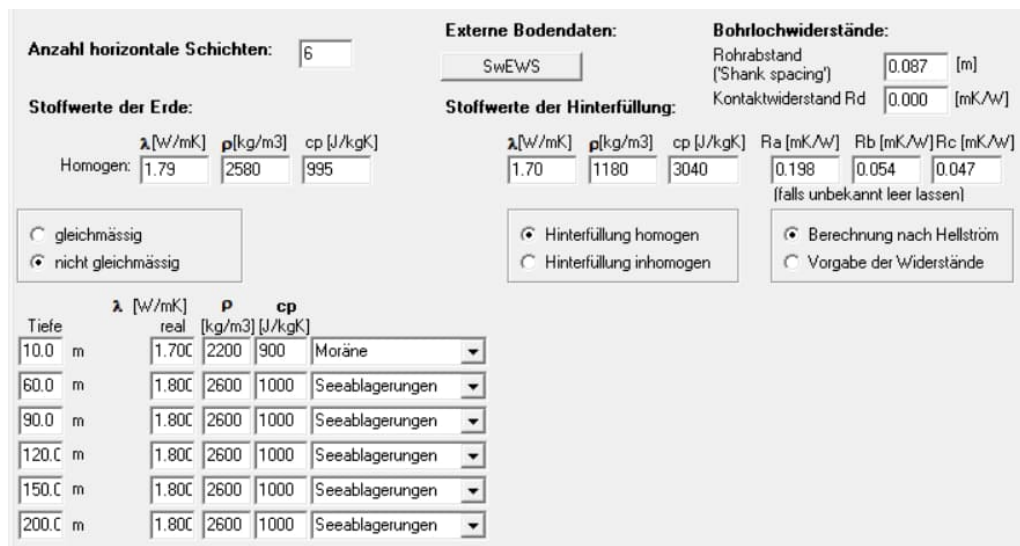
verbesserte  
Hinterfüllung

Geologie und  
Wärmeleitfähigkeit  
im Programm EWS

Abb. 12 zeigt die Eingabe der Geologie und der geothermischen Parameter im Programm EWS. Für die tonig-siltigen Seeablagerungen wurde die Wärmeleitfähigkeit mit 1.8 W/mK abgeschätzt. Dieser Wert ist etwas höher als der in der SIA vorgeschlagene Wert für den reinen Ton. Verschiedene Messungen haben aber gezeigt, dass die Messwerte meist etwas über dem SIA-Wert liegen.

Um die mit der Wärmeleitfähigkeit verbundenen Unsicherheiten zu reduzieren, wird vorgeschlagen, an der ersten Bohrung eine Temperaturmessung und eine TRT-Messung zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit durchzuführen.

Um die Leistungsfähigkeit der Sonden zu erhöhen soll eine thermisch verbesserte Hinterfüllung eingebaut werden, mit einer Wärmeleitfähigkeit von mindestens 2.0 W/mK. Um den Alterungs-Effekt der Hinterfüllung über die Lebensdauer abzubilden, wird im Programm EWS mit einem Wert von 1.7 W/mK gerechnet.



**Abb. 12:** Eingabe der geothermischen Parameter im Programm EWS. Mittlere Wärmeleitfähigkeit von 1.79 W/mK, thermisch verbesserte Hinterfüllung.

## 2.4 Nachbarsonden

Erhöhte  
Anforderungen R2

Im Umkreis von 50 m gibt es noch keine Erdwärmesonden, die in der Berechnung berücksichtigt werden müssten. Um künftige Erdwärmesonden in der Umgebung zu berücksichtigen, sollen die erhöhten Anforderungen R2 der Norm SIA 384/6 eingehalten werden. Dies bedeutet, dass in der Auslegung die minimale Sonden-Rücklauftemperatur nach 50 Jahren nicht unter -1.9°C liegen sollte.

## 3 Hydraulische Einbindung und Lastprofil

### 3.1 Wärme-Erzeugung und –Verteilung

Die Wärmeerzeugung erfolgt gemäss dem aktuellen Projektstand mit einer Wärmepumpe CTA OH 58e mit 59.3 kW Heizleistung (B1/W35) im Auslegungsfall:

Leistungswerte CTA Wärmepumpen

Modell	Quelle Eintritt	1 °C
OH 1-58e Duo	Heizvorlauf	35 °C
	COP	4.86
Wärmequelle	Heizleistung	59.3 kW
<input checked="" type="radio"/> Sole/Wasser	Kälteleistung	47.1 kW
<input type="radio"/> Luft	El. Leistung	12.2 kW

(Leistungswerte nach EN 14511:2011)

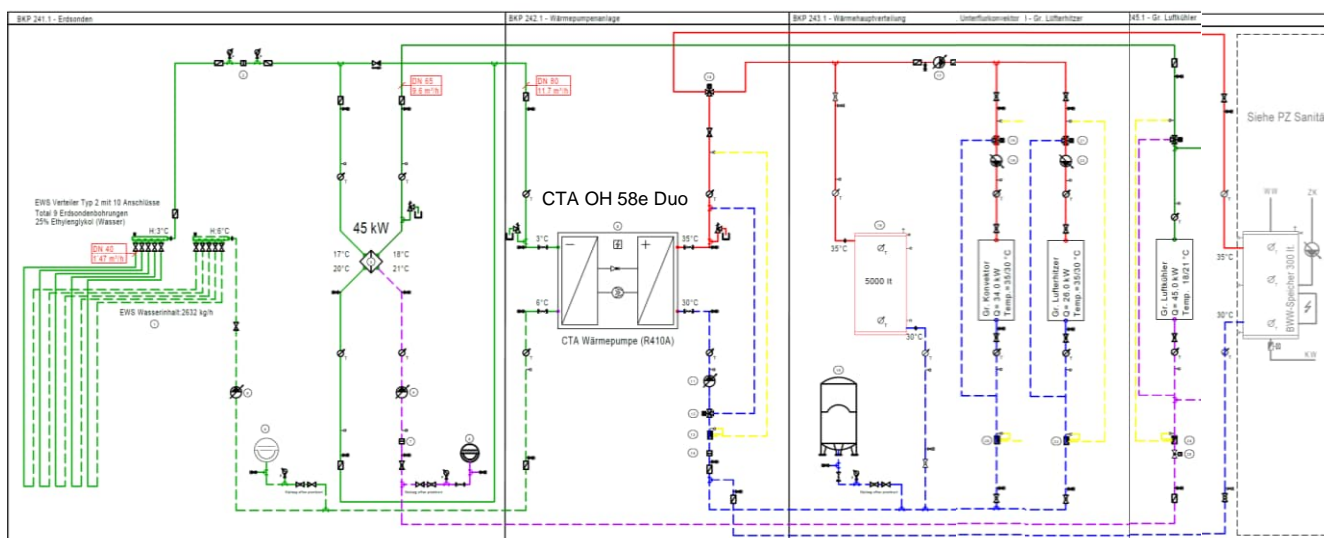
  
 — Klima — Kälte — Wärme  
 info@cta.ch - www.cta.ch

Münsingen, den  
09.09.2025

Angaben ohne Gewähr  
 Genaue Werte: siehe technisches Datenblatt  
 Einsatzgrenzen nicht berücksichtigt

**Abb. 13:** Leistungsdaten der Wärmepumpe CTA OH 58e Duo im Auslegungsfall B1/W35

Es ist möglich, dass die Wärmepumpe in der Ausführung durch einen Nachfolger-Typ mit Propan als Kältemittel und mit Inverter-Steuerung ersetzt wird, wobei auch in diesem Fall die maximale Heizleistung auf 59 kW begrenzt werden soll. Als Wärmequelle dienen die Erdsonden. Die Wärme-Abgabe erfolge über grosszügig dimensionierte Klima-Konvektoren und Unterflur-Konvektoren mit Ventilatoren, die mit einer Auslegungs-Vorlauftemperatur von 35°C betrieben werden können. Auch die Heizregister der Lüftung sind auf 35°C Vorlauf ausgelegt. Für eine sanfte Kühlung mit einer maximalen Kühleleistung von 44 kW ist das Geocooling (passive Kühlung über die Erdwärmesonden) vorgesehen, das auf eine Auslegungs-Vorlauftemperatur von 18°C ausgelegt ist.



**Abb. 14:** Auszug aus dem aktuellen Projektschema des HLC-Planers



### 3.2 Lastprofil Heizung / Kühlung

Heizwärme-Bedarf  
38.6 kWh/m<sup>2</sup>

Die Sonden für das neue Gemeindehaus in Münsingen wurden auf der Basis der Berechnung SIA 380/1 des Bauphysikers dimensioniert, wobei im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung von 23°C Raumtemperatur im Winter und 25% geschlossenen Storen (Sicht- und Blendschutz) ausgegangen wird.

Geocooling:  
7.2 kWh/m<sup>2</sup>

Als Kühlung im Sommer ist nur Geocooling vorgesehen. Es wird davon ausgegangen, dass mit einer Vorlauftemperatur von 18°C eine Kühlleistung von ca. 12 W/m<sup>2</sup> EBF ins Gebäude gebracht werden kann. Mit 600 Vollast-Stunden ergibt dies eine Kühlenergie von 26.2 MWh.

#### Berechnung SIA 380/1

EBF	3633 m <sup>2</sup>
Nutzung:	Verwaltung
Q <sub>h,eff</sub> (T <sub>i</sub> =20°C)	25.2 kWh/m <sup>2</sup>
Q <sub>T</sub> (T <sub>i</sub> =20°C)	34.8 kWh/m <sup>2</sup>
Q <sub>v</sub> (T <sub>i</sub> =20°C)	21.1 kWh/m <sup>2</sup>
T <sub>i</sub> eff:	23 °C
Q <sub>s</sub>	17.7 kWh/m <sup>2</sup>
η <sub>g</sub>	0.67
Winter-Verschattung:	25%
Q <sub>h,eff</sub> (T <sub>i</sub> =23°C)	38.6 kWh/m <sup>2</sup>
	140'401 kWh

#### Geocooling

Kühlleistung	12 W/m <sup>2</sup>
	44 kW
Vollaststunden	600 h
Kühlenergie	26'158 kWh

#### Wärmebedarf Warmwasser

Q <sub>ww</sub> (gemäss Helbling)	12'474 kWh
-----------------------------------	------------

Warmwasser:  
3.4 kWh/m<sup>2</sup>

Der Wärmebedarf für das Warmwasser wird vom HLK-Planer auf 12'474 kWh geschätzt, was ca. 50% des Normwertes gemäss SIA 380/1 ist.

COP

Der Wirkungsgrad der Wärmepumpe (COP) beträgt im Auslegungsfall (B1/W35) mit 4.86, im durchschnittlichen Heizfall (B3/W32) erreicht der COP 5.63. Für die Warmwasser-Erzeugung (B4/W55) wird ein COP von 3.1 erreicht.

Die oben beschriebenen Auslegungsdaten werden in der Erdsonden-Berechnung gemäss Abb. 15 berücksichtigt:

Heizenergie ohne WW/Bandlast	140400 [kWh]	COP bei Vollast	4.86	Heizleistung Vollast	59.3 [kW]
Heizenergie Warmwasser	12474 [kWh]	COP Warmwasser	3.10	Heizleistung WW	28.8 [kW]
Bandlast Heizenergie	0 [kWh]	COP Heizfall	5.63	Heizleistung Teilast	42.0 [kW]
Kühlenergie ohne Bandlast	26158 [kWh]	EER im Kühlfall	9999.00	Kühlleistung	44.0 [kW]
Bandlast Kühlenergie	0 [kWh]			Spez. Sondenbelastung	26.17 [W/m]
					54.3 [kWh/m]
Dauerbetrieb Ende Februar	2 [Tage]	DT im Kühlfall [K]	2.80	Simulationsdauer [Jahre]	50
Dauerbetrieb Ende August	0 [Tage]	EER bei Vollast	3.00	Kühlleistung Vollast	2.5 [kW]

**Monatliche Heiz- und Kühlenergie (ohne Warmwasser, immer positives Vorzeichen):**

	Heizenergie	Kühlenergie		Heizenergie	Kühlenergie
im Januar	25374 [kWh]	0 [kWh]	im Juli	0 [kWh]	9155 [kWh]
im Februar	21060 [kWh]	0 [kWh]	im August	0 [kWh]	7847 [kWh]
im März	19656 [kWh]	0 [kWh]	im September	0 [kWh]	2616 [kWh]
im April	13338 [kWh]	0 [kWh]	im Oktober	14040 [kWh]	0 [kWh]
im Mai	2106 [kWh]	1308 [kWh]	im November	19656 [kWh]	0 [kWh]
im Juni	0 [kWh]	5232 [kWh]	im Dezember	24570 [kWh]	0 [kWh]

max. Rücklauf / Freecooling: ☒ Ja ☐ Nein      Sondenrücklauf 19.00 °C      Feld Aufteilen: ☐ Ja ☒ Nein

**Abb. 15: Lastprofil für Erdsonden-Berechnung im Programm EWS**

Druckabfall in  
Sonden: 30 kPa

Mit einer Temperaturspreizung im Auslegungsfall von 2.8K (entspricht einem Sonden-Durchsatz von 15.5 m<sup>3</sup>/h) resultiert eine turbulente Strömung in den Sonden und ein Druckabfall von 30 kPa in den Sonden (ohne Sonden-Zuleitungen).

Frostschutz:  
20% Ethylenglykol

Die Sonden sollen mit einer Frostschutz-Füllung von 20% Ethylenglykol gefüllt werden. Dies entspricht der Empfehlung der Norm SIA 384/6.

## 4 Resultate Berechnung EWS

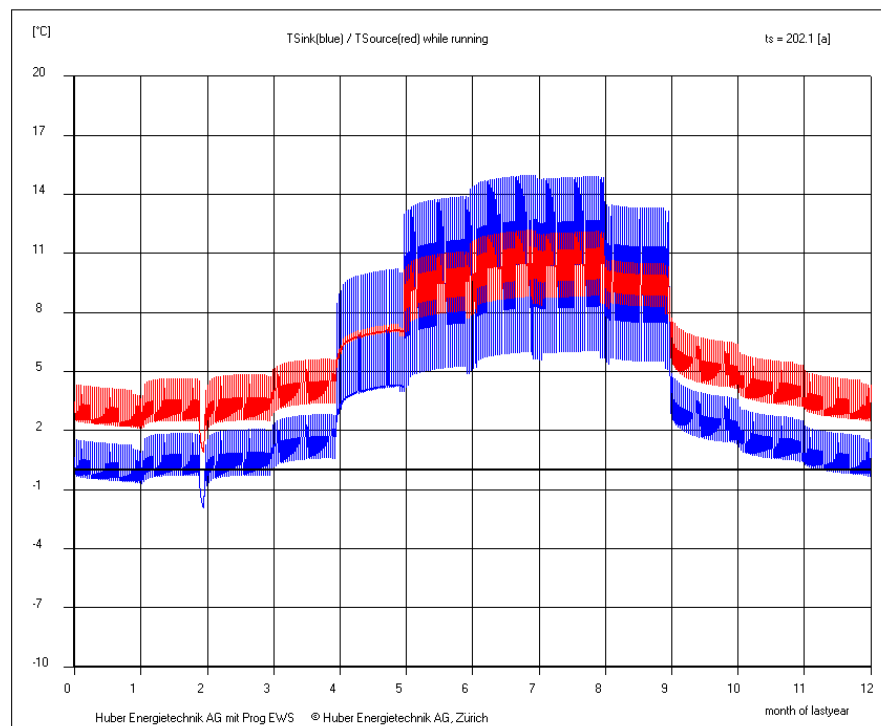
### 4.1 Verhalten der Sonden über 50 Betriebsjahre

9 x 200m Doppel-U-  
Sonden 40mm PN16

Die Berechnung zeigt, dass für die Einhaltung des Grenzwertes der Norm SIA 384/6 (erhöhte Anforderungen R2) **9 x 200m Duplex-Sonden 40mm PN16 mit thermisch verbesserter Hinterfüllung** gemäss Abb. 6 erforderlich sind. Die erhöhten Anforderungen gemäss der Norm SIA 384/6 tragen allfälligen, zukünftigen Sonden auf den Nachbargrundstücken Rechnung.

#### 4.1.2 Fluidtemperaturen im 50. Betriebsjahr

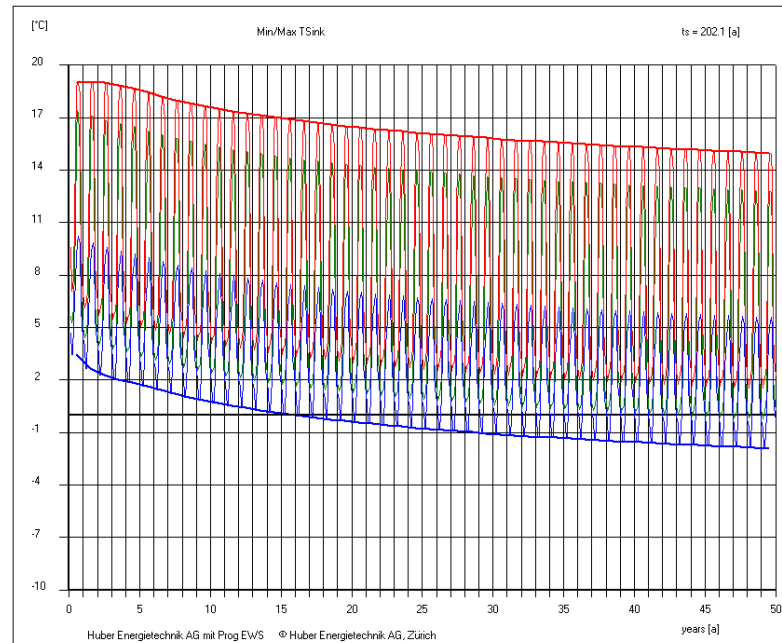
Abb. 16 zeigt den Verlauf der Sondenfluid-Temperaturen im 50. Betriebsjahr (rot: Sonden-Vorlauf, blau: Sonden-Rücklauf). Im Auslegungsfall nach 50 Betriebsjahren wird eine minimale Sonden-Rücklauftemperatur von  $-1.9^{\circ}\text{C}$  erreicht. Mit einer Temperaturdifferenz über die Erdsonden von 2.8 K entspricht dies einer minimalen mittleren Sondenfluid-Temperatur von  $-0.5^{\circ}\text{C}$ . Der Grenzwert der Norm SIA 384/6 der Kategorie R2 (>20% Regenerationsrate) beträgt  $-0.5^{\circ}\text{C}$ . Die Norm SIA 384/6 ist somit eingehalten.



**Abb. 16:** Verlauf der Sonden-Temperaturen im 50. Betriebsjahr.  
rot: Sonden-Vorlauftemperatur, blau: Sonden-Rücklauftemperatur

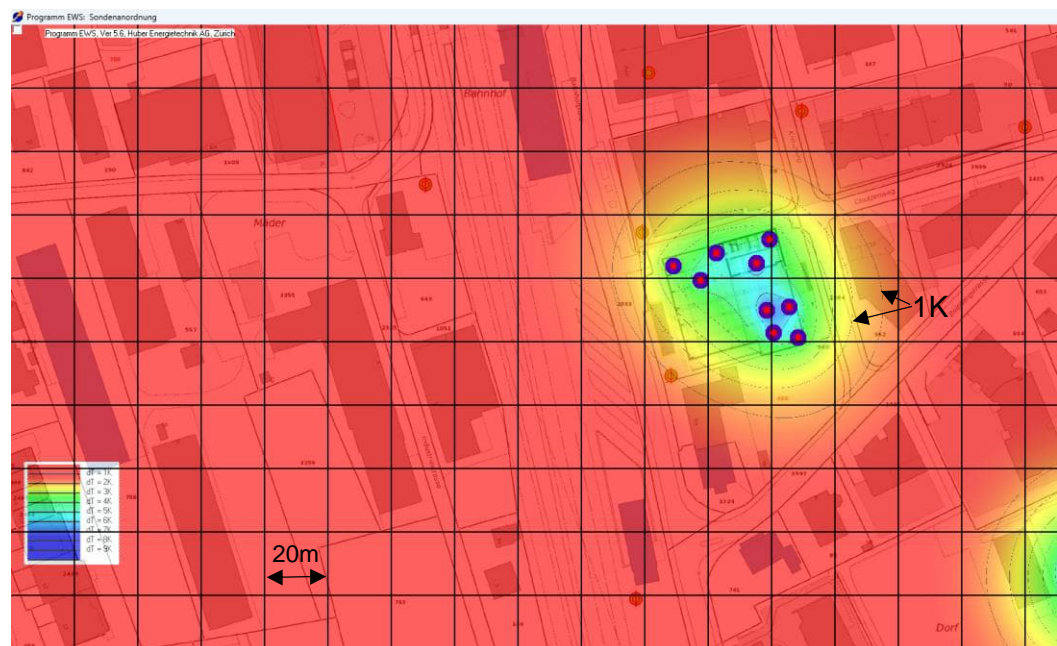
#### 4.1.3 Fluidtemperaturen im Verlauf über 50 Betriebsjahre

Abb. 17 zeigt den Verlauf der Fluidtemperaturen über 50 Betriebsjahre. Die blaue Linie zeigt die minimale, die rote Linie die maximale Sonden-Rücklauftemperatur pro Monat.



**Abb. 17: Verlauf der Fluidtemperaturen über 50 Jahre**

Die Abb. 18 zeigt die Abkühlung um die Erdsonden nach 50 Betriebsjahren. Die schwarzen Linien zeigen jeweils eine Abkühlung von 1K:



**Abb. 18: Temperaturabkühlung des Sondenfeldes nach 50 Betriebsjahren.**

## **5 Anhang**

### **5.1 Berechnung Erdwärmesonden mit Programm EWS**



# Gemeindehaus Münsingen: 9 x 200m x 40mm PN16, verb. Hinterfüllung

Bahnhofplatz 7, 3110 Münsingen, 609270 / 191300 / 536.0 m.ü.M.

CTA OH 58e Duo, Qh = 59.3 kW / 140.4 MWh, Qww = 12.5 MWh, Qc = 44 kW / 26.2 MWh, dT=2.8, 25 kPa

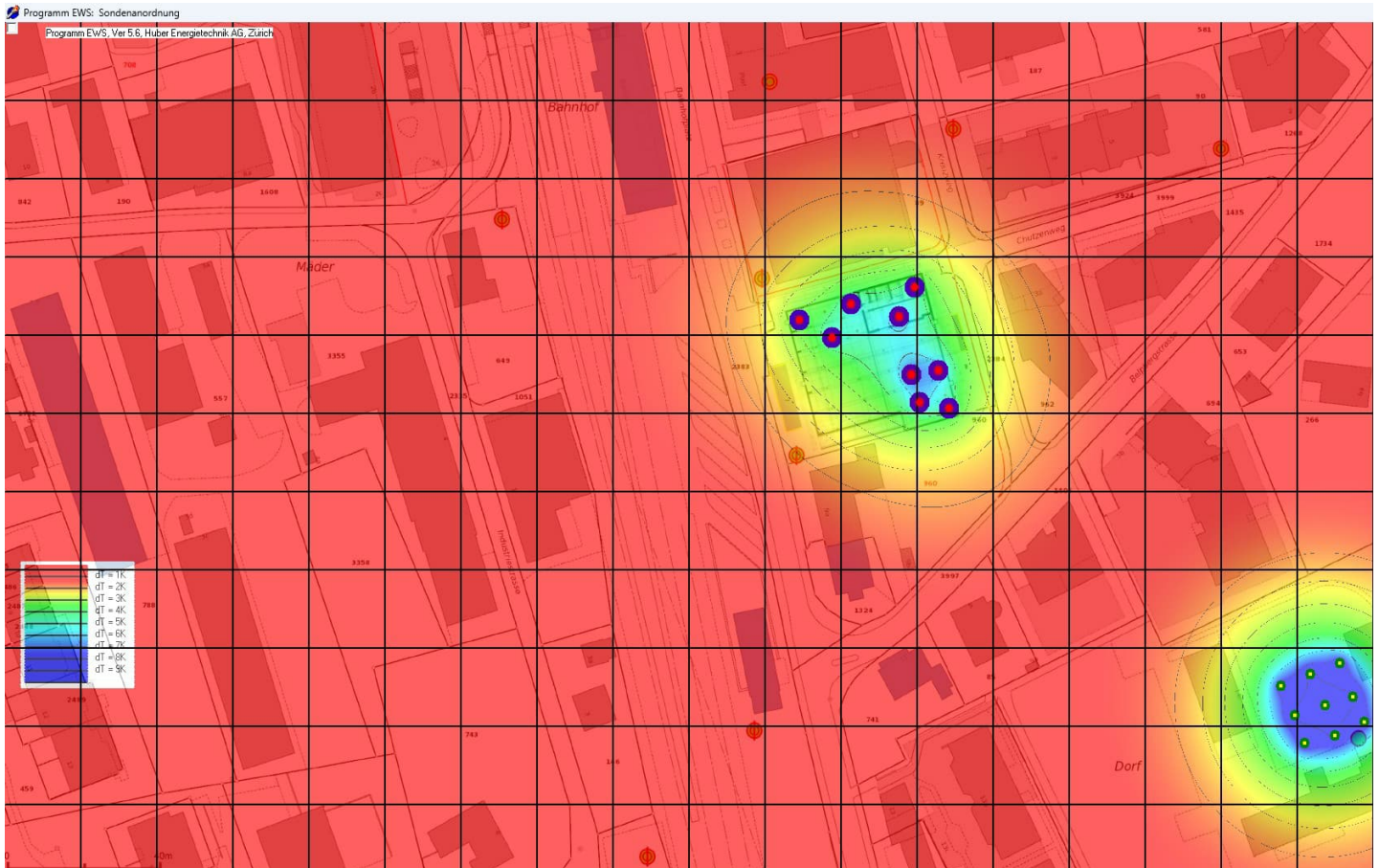
Gemeindehaus\_Münsingen\_9x200mx40mm\_PN16\_verb\_Hinterfüllung

Arthur Huber, Hubere Energietechnik AG, Zürich

Norm SIA 384/6 eingehalten ? (R2) Ja ( f\_BHE = 22.8 % )



Huber Energietechnik AG



Bohrtiefe der Erdwärmesonden = 200.0 m

Anzahl Erdwärmesonden = 9

Temperaturen im ungestörten Erdreich: = 13.60 °C

Sonden-Aussendurchmesser = 0.0400 m

Bohrdurchmesser [m] = 0.135 m

Wärmeleitfähigkeit Erde = 1.79 W/mK

Bohrlochwiderstände: Ra = 0.198 Km/W

Bohrlochwiderstände: Rb = 0.054 Km/W

Sondendurchsatz: = 4.31 kg/s

Druckabfall Sonde bei Auslegungsbedingung= 23471 Pa (turbulent)

Minimale Sondenrücklauftemperatur = -1.9 °C

Maximale Sondenrücklauftemperatur = 15.0 °C

Simulationsdauer [Jahre] = 50

Wärmeeintrag in Erdwärmesonden = -25294.5 kWh

Wärmeentzug aus Erdwärmesonden = 122725.8 kWh

Entzugsleistung im Dauerbetrieb = 47.10 kW

Maximale Sondenrücklauftemperatur = 19.0 °C

Heizleistung Vollast = 59.3 kW

COP bei Vollast = 4.86

Heizleistung Teillast = 42.0 kW

COP Heizfall = 5.63

Heizleistung WW = 28.8 kW

COP Warmwasser = 3.10

Kühlleistung = 44.0 kW

EER im Kühlfall = 9999.00

Heizenergie ohne WW/Bandlast = 140400 kWh

Heizenergie Warmwasser = 12474 kWh

Bandlast Heizenergie = 0 kWh

Kühlenergie ohne Bandlast = 26158 kWh

Bandlast Kühlenergie = 0 kWh

Spez. Sondenbelastung = 26.17 W/m

Spez. Sondenbelastung = 54.3 kWh/m

Dauerbetrieb Ende Februar = 2 d

Temperaturdifferenz über Sonde [K] = 2.80 K

