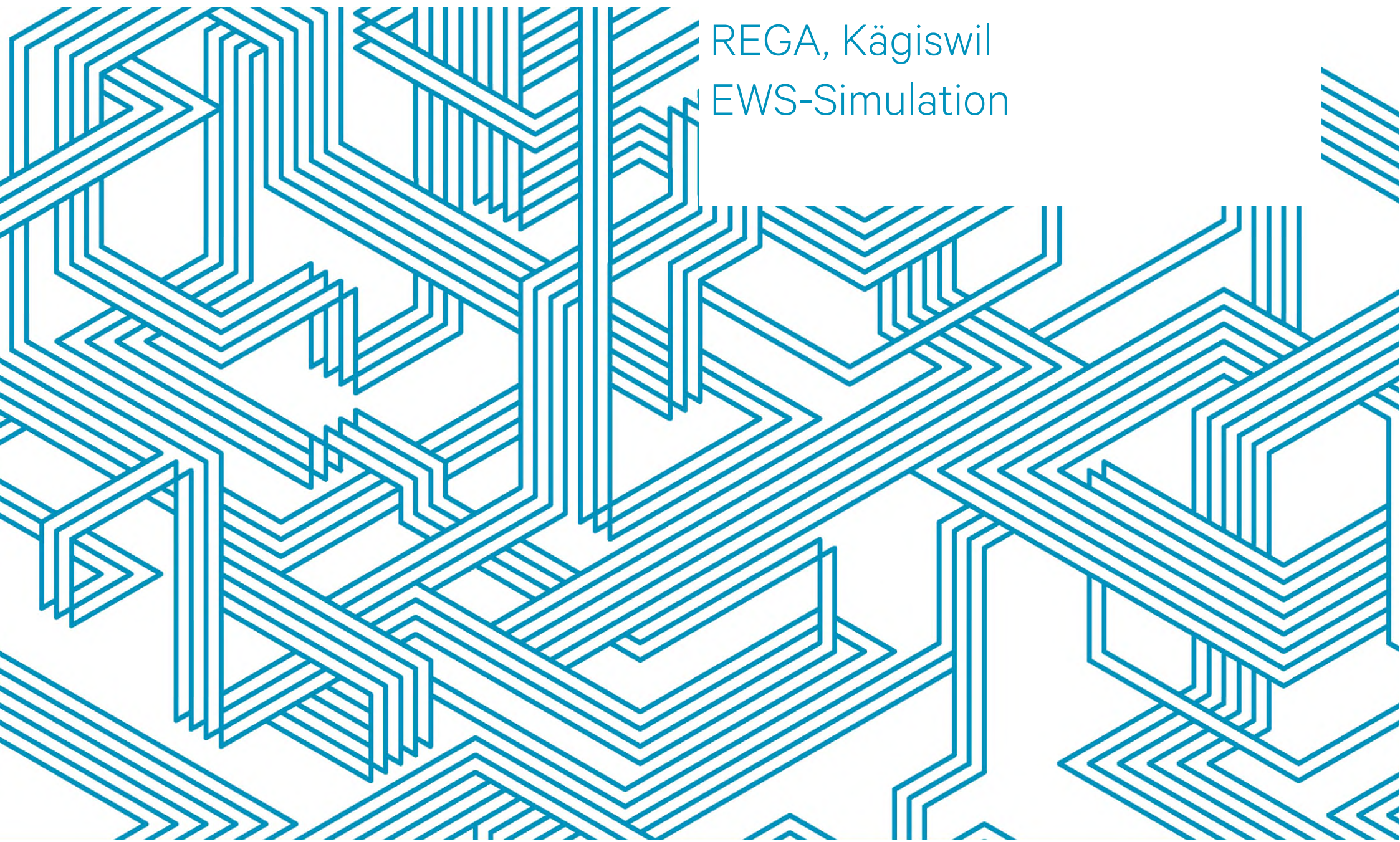




Abicht

Gebäudetechnik
zukunftsicher planen

REGA, Kägiswil EWS-Simulation





Energie- & Leistungsbedarf

Wärme	Leistungsbedarf [kW]	Energiebedarf [kWh/a]
Heizen	415	173'200
BWW	105	85'000
Helilandeplätze		66'800
Total	520	325'000

Kälte	Leistungsbedarf [kW]	Energiebedarf [kWh/a]
Kälte	400	170'000

- WP zum Temperaturhub BWW: Leistung wirkt nicht aufs Sondenfeld aber Energie wird via Sondenfeld bereitgestellt
- Berechnung Helilandeplätze siehe Beilage
- Summe Heizen + Helilandeplätze: 240'000 kWh/a



Vorgaben Simulation

Sonden-Geometrie

40 mm doppel-U-Sonde

Typ



koaxial



U-Sonde

Anzahl Sonden

26

Sondenlänge H [m]

250.0

Bohrdurchmesser [m]

0.135

Durchmesser Sonde [m] (ausser)

0.0400

Wandstärke Sonde [m]

0.0037

Wärmeleitfähigkeit Sondenrohr [W/mK]

0.420

Stoffwerte Fluid:

Monoethylenglykol 20% bei 0°C

Wärmeleitfähigkeit Fluid [W/mK]

0.500

Dichte Fluid [kg/m³]

1037

spezifische Wärmekapazität Fluid [J/kgK]

3905

kinematische Viskosität Fluid [m²/s]

0.0000035

Sondendurchsatz:

Temperaturdifferenz über Sonde [K]

3.00

Durchsatz [kg/s]

26.102

Temperaturen im ungestörten Erdreich:

Jahresmitteltemperatur Luft [°C]

9.00

zusätzliche Bodenerwärmung [°C]

0.80

Temperaturgradient Erde [°C/m]

0.030

Temperaturprofil in Erde eingeben?



Ja



Nein



Vorgaben Simulation

Anzahl horizontale Schichten:

Externe Bodendaten:

Bohrlochwiderstände:
 Rohrabstand ('Shank spacing') [m]
 Kontaktwiderstand Rd [mK/W]

Stoffwerte der Erde:
 Homogen: λ [W/mK] ρ [kg/m³] c_p [J/kgK]

Stoffwerte der Hinterfüllung:
 λ [W/mK] ρ [kg/m³] c_p [J/kgK]
 Ra [mK/W] Rb [mK/W] Rc [mK/W]
 (falls unbekannt leer lassen)

☒ gleichmässig ☐ nicht gleichmässig
☒ Erreich homogen ☐ Erreich inhomogen
☒ Hinterfüllung homogen ☐ Hinterfüllung inhomogen
☒ Berechnung nach Hellström ☐ Vorgabe der Widerstände

λ [W/mK] ρ [kg/m³] c_p [J/kgK]
 bis 250.0 m

Gute Hinterfüllung einsetzen:
 $\lambda > 2.0 \text{ W/(mK)}$

Neues Lastprofil mit den folgenden Werten erzeugen?
 (bei 'nein' werden die Daten aus dem Eingabefile übernommen) ☒ Ja ☐ Nein

Heizenergie ohne WW/Bandlast	240000 [kWh]	COP bei Vollast	3.80	Heizleistung Vollast	415.0 [kW]
Heizenergie Warmwasser	85000 [kWh]	COP Warmwasser	2.80	Heizleistung WW	105.0 [kW]
Bandlast Heizenergie	0 [kWh]	COP Heizfall	4.20	Heizleistung Teillast	380.0 [kW]
Kühlenergie ohne Bandlast	170000 [kWh]	EER im Kühlfall	999.00	Kühlleistung	400.0 [kW]
Bandlast Kühlenergie	0 [kWh]			Spez. Sondenbelastung	47.04 [W/m]
					10.4 [kWh/m]
				Simulationsdauer [Jahre]	50

Dauerbetrieb Ende Februar [Tage]

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

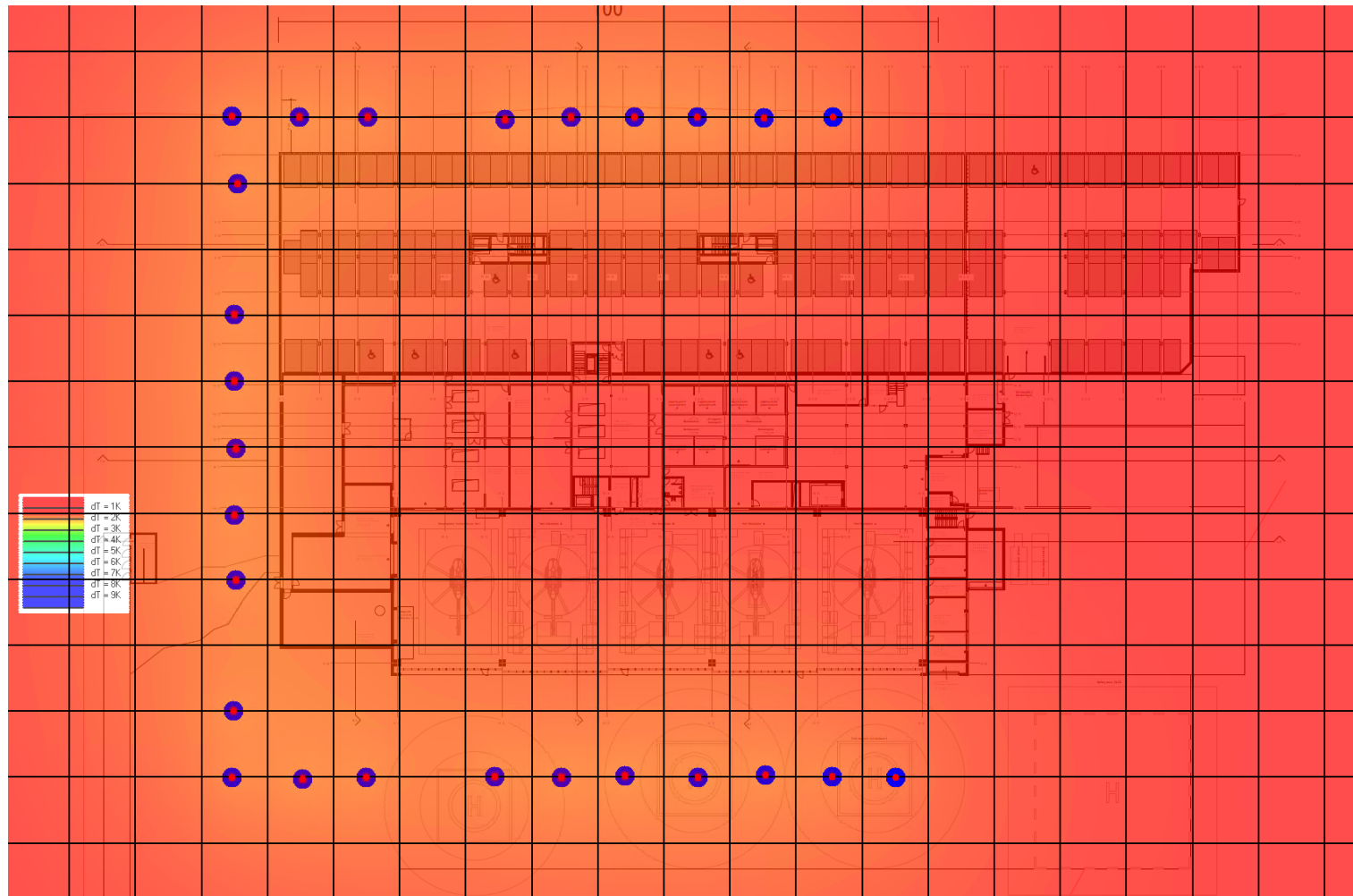
	Heizenergie	Kühlenergie		Heizenergie	Kühlenergie
im Januar	44400 [kWh]	0 [kWh]	im Juli	0 [kWh]	59500 [kWh]
im Februar	36000 [kWh]	0 [kWh]	im August	0 [kWh]	51000 [kWh]
im März	33600 [kWh]	0 [kWh]	im September	0 [kWh]	17000 [kWh]
im April	22800 [kWh]	0 [kWh]	im Oktober	24000 [kWh]	0 [kWh]
im Mai	3600 [kWh]	8500 [kWh]	im November	33600 [kWh]	0 [kWh]
im Juni	0 [kWh]	34000 [kWh]	im Dezember	42000 [kWh]	0 [kWh]

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

- Energiebedarf gemäss Seite 2
- Beachten: Bessere COPs führen zu stärkerer Auskühlung, weil dem Sondenfeld mehr Energie entnommen wird
- EER muss für Simulation Freecooling auf hohen Wert eingestellt werden
- Vollast = 48h Dauerbetrieb Ende Februar
- Leistungen WW und Teillast: Energiebedarf verteilt über das Jahr (WW) bzw. Heizperiode gemäss Lastprofil.
- Kühlleistung: Leistung die dem Sondenfeld zugeführt wird



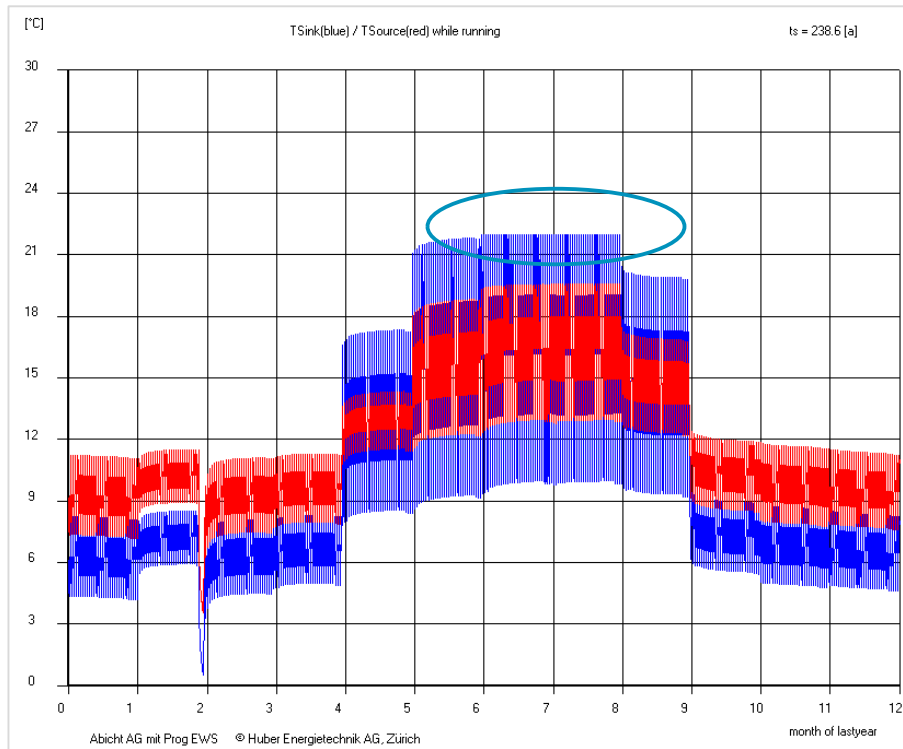
26 Sonden, Bohrtiefe 250 m, Mit Freecooling



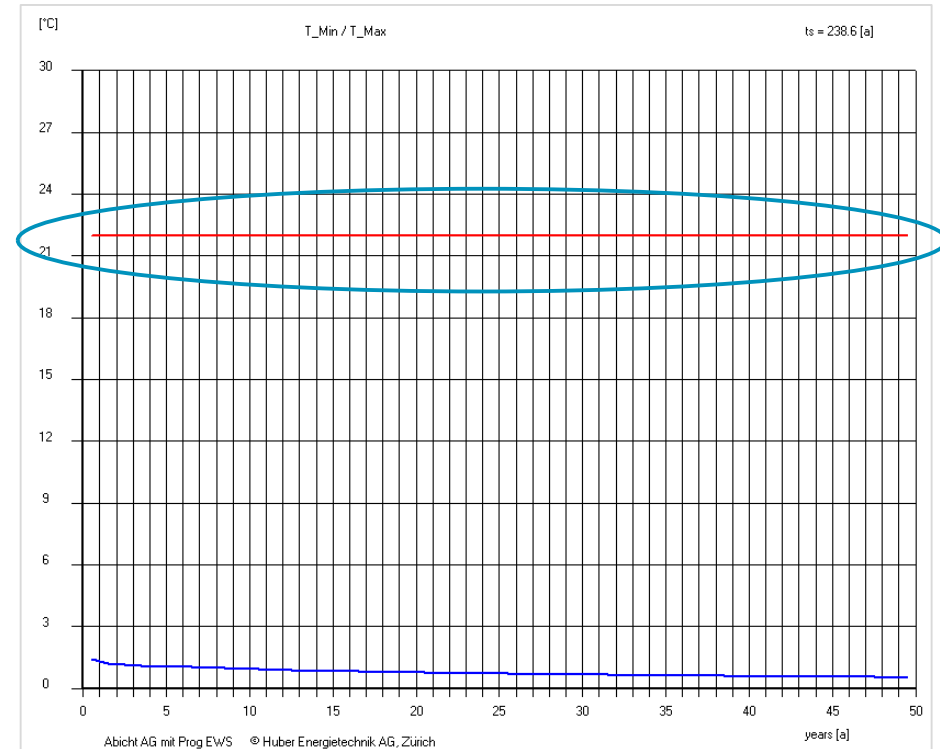
Gitter 10x10m



26 Sonden, Bohrtiefe 250 m, Mit Freecooling



Vor- und Rücklauftemperaturen Sonden im 50. Betriebsjahr



Auskühlung über 50 Betriebsjahre

Erreichte Sondenrücklauftemperatur nach 50 Jahren: 0.5 °C

- Anforderungen SIA 384/6 erfüllt: «Die Anlage muss so ausgelegt werden, dass die gemittelte Fluid-Temperatur nach 50 Jahren noch mind. -1.5 °C beträgt.» (0 °C im Vorlauf bzw. -3 °C im Rücklauf)
- Kältebedarf kann nicht vollständig via Freecooling gedeckt werden, sofern die vorgegebenen Temperaturen gewährleistet werden müssen

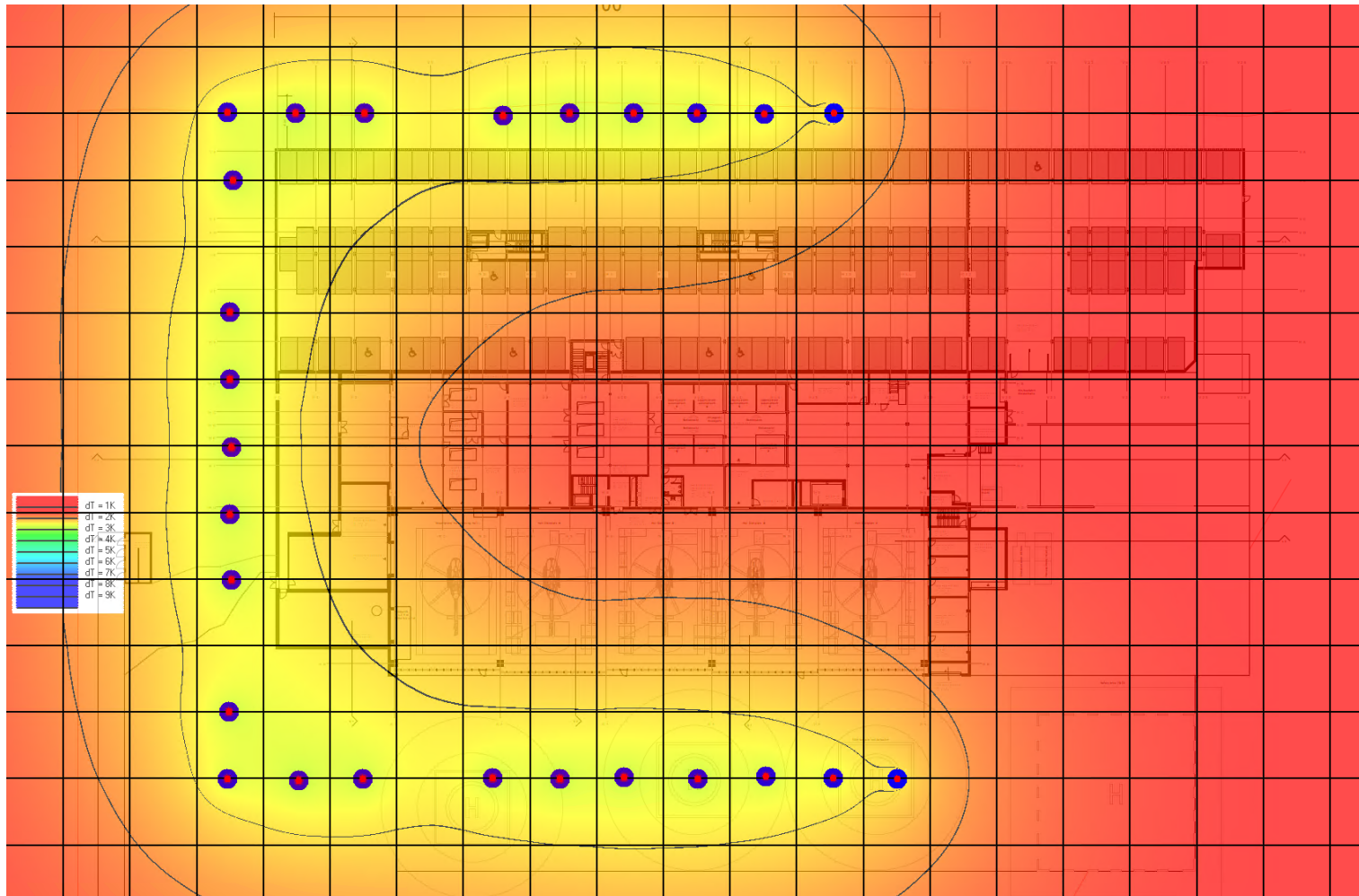


26 Sonden, Bohrtiefe 250 m, Mit Freecooling

Eingabedaten:			Resultate:			Schliessen	
Wärmeleitfähigkeit Erde =	2.4	W/mK	Norm SIA 384/6 eingehalten ? (R1) Ja	f_BHE =	70.2	%	
Temperaturen im ungestörten Erdreich:	13.55	°C	Wärmeeintrag in Erdwärmesonden =		-158284	kWh	
Anzahl Erdwärmesonden =	26		Wärmeentzug aus Erdwärmesonden =		233388	kWh	
Bohrtiefe der Erdwärmesonden =	250.0	m	Jahres-Kühlenergie des Kältenetzes (TABS) =			kWh	
Sondenabstand =		m	Kühlbedarf des Gebäudes =		-170000	kWh	
Sonden-Aussendurchmesser =	40	mm	Deckungsbeitrag Kühlung mit Erdsonden =		94.8	%	
Entzugsleistung aus Erdwärmesonden =	289.5	kW	Minimale Sondenrücklauftemperatur =		0.5	°C	
Rückkühlleistung in Erdwärmesonden =	400.4	kW	Maximale Sondenrücklauftemperatur =		22.0	°C	
Dauerentzug Ende Februar =	2	Tage	Maximale Kühlleistung Sonden =		-460.5	kW	
Entzugsleistung im Dauerbetrieb =	305.8	kW	Maximale Heizleistung der Sonden =		305.8	kW	
Max. benötigte Kühlleistung =	400.0	kW	mittlere Sondenbelastung Juli / August =		-10.5	W/m	
Max. benötigte Heizleistung =	415.0	kW	Anzahl Stunden über der Zuluft-Solltemperatur =		0	h	
Zulufterwärmung im Ventilator =	0.0	°C	Kälte aus Kühlmaschine =		0	kWh	
Wirkungsgrad der WRG der Zuluft =	0.00		Wärmeertrag der Wärmerückgewinnung WRG =		0	kWh	
			Wärmebedarf total =		325000	kWh	
			Fehlende Wärme der Wärmepumpe =		0	kWh	
			- davon gedeckt durch Zusatzheizung =			kWh	
			Druckabfall Sonde bei Auslegungsbedingung =		101410	Pa	turbulent



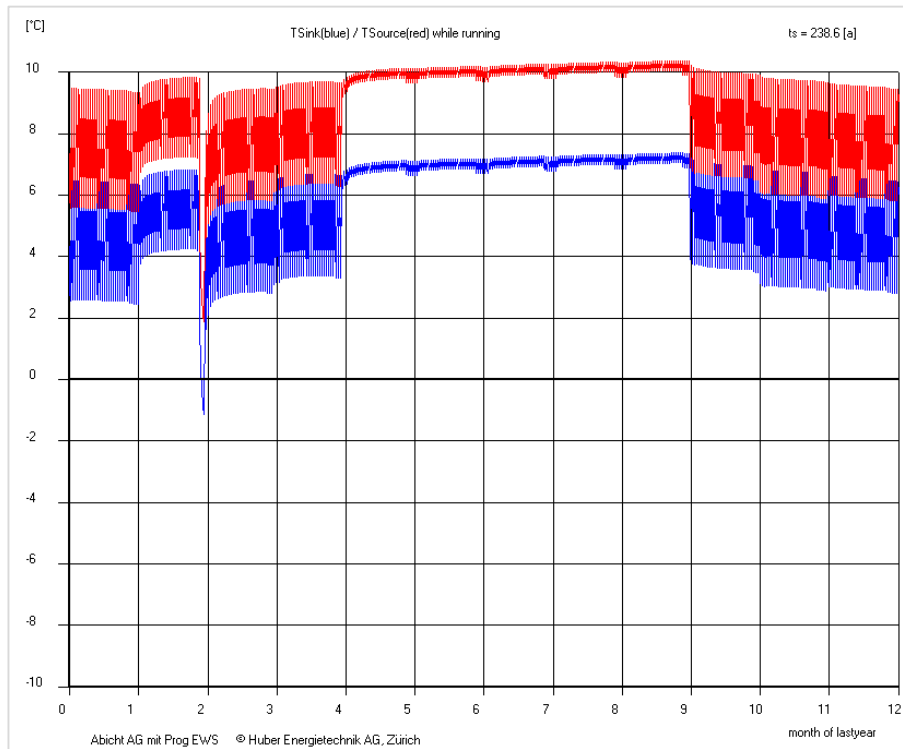
26 Sonden, Bohrtiefe 250 m, Ohne Freecooling



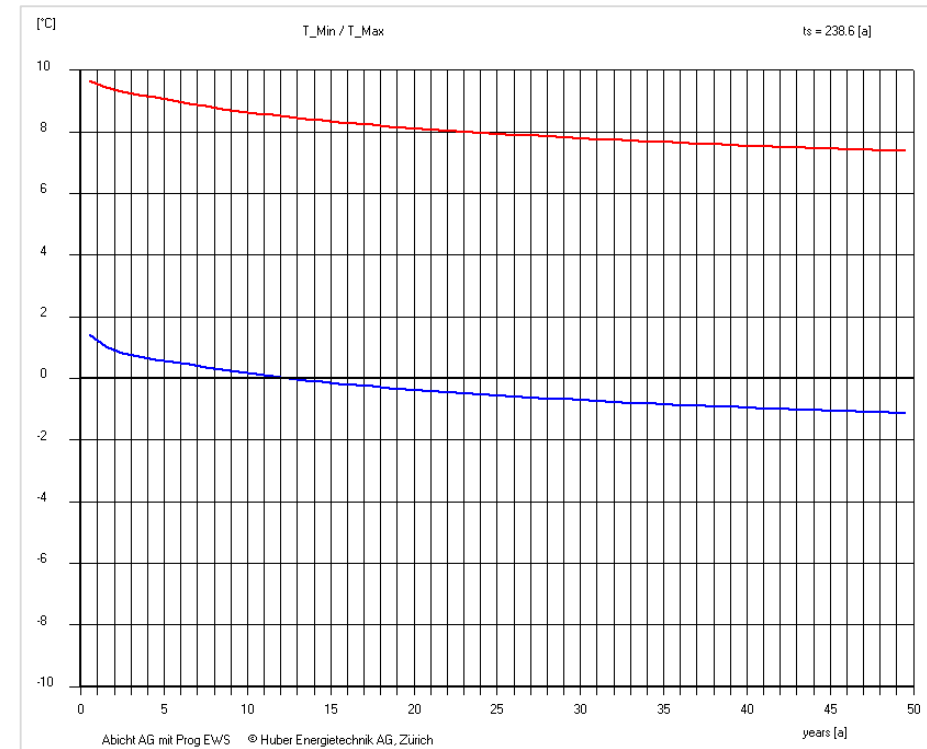
Gitter 10x10m



26 Sonden, Bohrtiefe 250 m, Ohne Freecooling



Vor- und Rücklauftemperaturen Sonden im 50. Betriebsjahr



Auskühlung über 50 Betriebsjahre

Erreichte Sondenrücklauftemperatur nach 50 Jahren: **-1.1 °C**

- Anforderungen SIA 384/6 erfüllt: «Die Anlage muss so ausgelegt werden, dass die gemittelte Fluid-Temperatur nach 50 Jahren noch mind. -1.5 °C beträgt.» (0 °C im Vorlauf bzw. -3 °C im Rücklauf)



26 Sonden, Bohrtiefe 250 m, Ohne Freecooling

Eingabedaten:			Resultate:		Schliessen	
Wärmeleitfähigkeit Erde =	2.4	W/mK	Norm SIA 384/6 eingehalten ? (R1)	Ja	f_BHE =	0.0 %
Temperaturen im ungestörten Erdreich:	13.55	°C	Wärmeeintrag in Erdwärmesonden =			0 kWh
Anzahl Erdwärmesonden =	26		Wärmeentzug aus Erdwärmesonden =			233388 kWh
Bohrtiefe der Erdwärmesonden =	250.0	m	Jahres-Kühlenergie des Kältenetzes (TABS) =			kWh
Sondenabstand =		m	Kühlbedarf des Gebäudes =			-0 kWh
Sonden-Aussendurchmesser =	40	mm	Deckungsbeitrag Kühlung mit Erdsonden =			%
Entzugsleistung aus Erdwärmesonden =	289.5	kW	Minimale Sondenrücklauftemperatur =			-1.1 °C
Rückkühlleistung in Erdwärmesonden =	0.0	kW	Maximale Sondenrücklauftemperatur =			7.4 °C
Dauerentzug Ende Februar =	2	Tage	Maximale Kühlleistung Sonden =			0.0 kW
Entzugsleistung im Dauerbetrieb =	305.8	kW	Maximale Heizleistung der Sonden =			305.8 kW
Max. benötigte Kühlleistung =	0.0	kW	mittlere Sondenbelastung Juli / August =			0.0 W/m
Max. benötigte Heizleistung =	415.0	kW	Anzahl Stunden über der Zuluft-Solltemperatur =			0 h
Zulufterwärmung im Ventilator =	0.0	°C	Kälte aus Kühlmaschine =			0 kWh
Wirkungsgrad der WRG der Zuluft =	0.00		Wärmeertrag der Wärmerückgewinnung WRG =			0 kWh
			Wärmebedarf total =			325000 kWh
			Fehlende Wärme der Wärmepumpe =			0 kWh
			- davon gedeckt durch Zusatzheizung =			kWh
			Druckabfall Sonde bei Auslegungsbedingung =			101410 Pa turbulent



Zusammenfassung

- Die SIA-Anforderungen können beim simulierten Wärmebedarf mit 26 Sonden à 250 m erfüllt werden
- Aufgrund des Leistungsbedarfs im Verhältnis zur Anzahl Sonden bzw. Sondenmeter wird empfohlen, die Sondenanzahl (für die Baueingabe) nicht zusätzlich zu reduzieren
- Massnahmen zur Regeneration des Sondenfelds sinnvoll
 - Freecooling
 - PVT (z.B. um Energiemenge Abschmelzen Helilandeplätze im Sommer zu regenerieren)
 - Aussenluft-WT
- Verbesserter Komfort sowie Regeneration des Sondenfelds durch Freecooling
- Gute Hinterfüllung ($\lambda > 2.0 \text{ W/(mK)}$) einsetzen
- Drehzahlregulierte Wärmepumpe einsetzen
- Nach der ersten Bohrung Thermoresponse-Test durchführen



Abicht

Gebäudetechnik
zukunftsicher planen



Herzlichen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!