Heizungsersatz mit 2 x 400m tiefen Erdwärmesonden

Bauherr: Familie Rossi-Straub, Zürich

Planung Haustechnik: <u>Huber Energietechnik AG, Zürich</u>
Heizungsunternehmer: Ganz Installationen AG, Volketswil

Geologische Begleitung: Dr. U. Schärli Geologie + Geophysik, Zürich

Auslegung Erdwärmesonden: Huber Energietechnik AG, Zürich

Erdwärmesonden: 2 Sonden 50mm duplex mit je 400 m Bohrtiefe, ohne Frostschutzfüllung

Bohrung durch Heim Bohrtechnik AG, Altstätten (SG)

Wärmeerzeugung: Vor Sanierung: Ölheizung

Nach Sanierung: 2 Wärmepumpen CTA OH18e in Master – Slave -

Schaltung

Inbetriebnahme: Herbst 2012

Ausgangslage

Die bestehende Ölheizung an der Eierbrechtstrasse 29 in Zürich musste ersetzt werden. Die Eigentümer des Mehrfamilienhauses wollten die Gelegenheit nutzen, um vom fossilen Wärmeträger Erdöl auf eine Erdsonden-Wärmepumpenanlage zu wechseln. Das Gebäude ist mit einer konventionellen Radiatorenheizung ausgerüstet, die im Auslegungsfall 55°C Heizungsvorlauf benötigt. Um trotzdem einen guten Wirkungsgrad (= geringer Stromverbrauch) zu erreichen, auf einen technischen Speicher verzichten zu können und kein umweltschädliches Kältemittel in der Wärmepumpe einsetzen zu müssen wurde beschlossen, die Erdwärmesonden auf reinen Wasserbetrieb (ohne Frostschutzmittel) mit einer minimalen Sonden-Vorlauftemperatur von 5.4°C auszulegen. Mit dieser Sondenauslegung können auch mit konventionellen, nicht umweltschädlichen Kältemitteln in der Wärmepumpe Vorlauftemperaturen von 63°C erreicht werden. Nicht ganz so günstig war die Zugänglichkeit für die Bohrung von Erdwärmesonden: Nur auf dem Garagenvorplatz waren Sonden mit vernünftigem Aufwand zu erstellen. Diese Situation ist im urbanen Bestandes-Bau nicht selten anzutreffen. Die Herausforderung liegt somit darin, auf der einzig zugänglichen Seite (auf dem Garagenvorplatz) die notwendige Bohrlänge zu erstellen. Von der Situation her sind maximal 2 Bohrungen möglich. Dabei muss auch die gegenseitige Beeinflussung der Sonden berücksichtigt werden.



Bohrung in beengten Platzverhältnissen



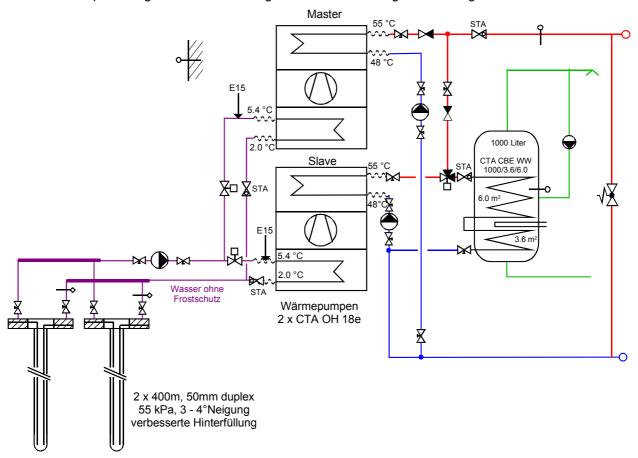
Neue Erdsonden-Wärmepumpenanlage mit 2 Wärmepumpen von CTA in Master - Slave - Schaltung

Lösungsansatz

Um dem Wunsch nach einem möglichst geringen Strombedarf nachzukommen, sollen die Erdsonden auf einen Betrieb ohne Frostschutzfüllung ausgelegt werden. Dies bedingt eine minimal Verdampferaustrittstemperatur von 2°C. Aus dem bisherigen Ölverbrauch und der bisher installierten Heizleistung wird der Leistungsbedarf der Wärmepumpenanlage von 40 kW ermittelt. In dieser Leistungsstufe bietet sich der Einsatz von 2 Wärmepumpen in Master - Slave – Schaltung an. Dabei läuft eine Wärmepumpe immer im Heizbetrieb, die zweite Wärmepumpe primär im Warmwasser-Ladebetrieb, sekundär auch im Heizbetrieb. Im Gegensatz zu einer einzigen Wärmepumpe halbiert sich die Warmwasser-Ladeleistung, wodurch ein interner Wärmetauscher im Brauchwasser-Speicher ohne Ladepumpe zur Brauchwassererwärmung ausreicht um eine Warmwassertemperatur von 55°C zu erreichen. Ausserdem wird der Heizbetrieb der ersten Wärmepumpe während der Warmwasserladung der zweiten Wärmepumpe nicht unterbrochen. Insgesamt resultiert daraus, trotz dem Einsatz von 2 Wärmepumpen, dank der Einsparungen bei der Warmwasserladung und der besseren Leistungsabstufung, keine teurere Anlage als beim Einsatz von nur einer Wärmepumpe.

Berechnung der Erdwärmesonden mit dem Programm EWS

Das Verhalten der Erdwärmesonden wurde mit dem <u>Programms EWS</u> berechnet. Dabei müssen die Sonden so dimensioniert werden, dass im Winter die Temperaturen in den nur mit Wasser gefüllten Sonden nicht unter den Gefrierpunkt fallen können. Da die Bohrtiefe über 300m liegt, sollen 50mm Doppel-U-Sonden mit verbesserter Hinterfüllung eingesetzt werden, damit der Druckabfall nicht zu gross wird. Die Berechnung, die gemäss der Norm SIA 384/6 über einen Zeitraum von 50 Jahren durchgeführt wurde, ergabt eine Bohrtiefe von 2 x 400m. Dabei konnte auf die geothermische Prognose des begleitenden Geologen Dr. U. Schärli zurückgegriffen werden. Die später Aufnahme des Bohrprofils ergab dabei eine sehr gute Übereinstimmung mit der Prognose.



Hydraulische Master-Slave – Schaltung mit 2 CTA-Wärmepumpen. Die Sondenanlage läuft ohne Frostschutzfüllung.

Geologie an der Eierbrechtstrasse 29 in Zürich nach Dr. U. Schärli

Für die Planung tiefer Erdwärmesonden ist die Kenntnis der Geologie am Bohrort zwingend:

e Tie M. m C	efe OKT	S-1	Lithologische Beschreibung des Bohrguts	Geologie	Bemerkungen	Kote m ü.M.	Tiefe m OKT	Profil S-1	Lithologische Beschreibung des Bohrguts	Geolog
	3 -	3/4/2/9	siltiger Sand, gelb-grau siltiger- leicht toniger Kies mit reichlich Sand, grau-bunt		Einbau				Feinsandstein, grau-gelb hart mit Mergel, schwarz, weich	
	5 -		siltiger- leicht toniger Kies mit reichlich Sand, grau-bunt schwach siltiger Kies mit wenig Sand, schwarz-grau-bunt	-	Erdwärmesonde:		206-		•	╛
	7 -	0,000,00		1	Doppel-U 50 mm bis 398 m		200			
			sauberer Kies mit wenig Sand, grau-schwarz-bunt	Φ	DIS 390 III					
	13-	0.000	schwach siltiger Kies mit wenig Sand, schwarz-grau-bunt	a: n	Grundwasser:					
	15 –			0	schwacher Zutritt bei 150 m					
		000000	sauberer Kies mit wenig Sand, grau-schwarz-bunt	Σ	Datamata				Feinsandstein, grau-gelb, hart	
	21-	00080	schwach siltiger Kies mit wenig Sand, schwarz-grau-bunt	1	Bohrgut: Bohrklein alle 2/4 m) '				
⊣	25 -	0000	Schwach Shinger Ness thic world Cana, Schwarz-Grav-Durk		4					
			Feinsandstein, grau-gelb, hart		geol. Aufnahme:					
	29 -		Massal cells seen malels		18. Oktober 2012					0
	24		Mergel, gelb-grau, weich		Bohrart:		234-			(0
	34 —				Imlochhammer, 0 - 32m:		234-		Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich	0 8 8
			Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb, weich		32 - 400m: \(\phi \) 165 mm		238-		9 . , ,	-
	42-			S &						٤
				l o	Neigung: ca. 3 °					S e
		= = =	Mergel, sandig, grau-gelb, weich	0 <u>a</u>	00.0					l o
	50	= = =		E	Hinterfüllung:					× 8
			Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb, weich	Ι Φ	2000 kg Zement 550 kg Bentonit					S
5	54 -			S	4650 kg Wasser					S
				× ×	5500 I Suspension					0
				S	Dichte: 1.3 g/cm ³					e
				· s						Δ.
				S					Feinsandstein, grau-gelb, hart	0
				- e					Pelisanustein, grau-gaio, nart	
				p e						
			Feinsandstein, grau-gelb, hart	0						
	94									
			Mittelsandstein, grau, hart		ı					
	100			<u> </u>			- 200			
102	102			-	Fortsetzung					
					(Teil 2)					
			Feinsandstein, grau-ocker, hart							
	110-			-						
			Feinsandstein, grau-gelb, hart							
118										
1	118-			-						
	118-		Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich	-						
			Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich	-						
	118-		Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich	-						
			Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau-gelb, hart							
	126—			φ.						S
										S
	126—			0 8 8 8						0 8 8 8
	126— 134—		Feinsandstein. grau-gelb, hart	л о l а s s					Feinsandstein , grau-gelb, hart	0 8 8 8
	126—		Feinsandstein. grau-gelb, hart	ermolass					Feinsandstein, grau-gelb, hart Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten	e m o a
	126— 134—		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich	ssermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten	ssermolass
	126— 134— 142—		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich	sermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen:	assermolass
	126— 134— 142—		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich	swassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel	swassermolass
	126— 134— 142—		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich	üsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen:	üsswassermolass
	126— 134— 142—		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart	Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel	Süsswassermolass
	126— 134— 142—		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart	re Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Sittstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein)	re Süsswassermolass
	126— 134— 142—		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart	bere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein	bere Süsswassermolass
	126— 134— 142—		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Feinsandstein, grau-gelb, hart	ere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein) nach Farben:	ere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart	bere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen:	Obere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Feinsandstein, grau-gelb, hart	bere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein) nach Farben:	Obere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Feinsandstein, grau-gelb, hart	bere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen:	Obere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Feinsandstein, grau-gelb, hart	bere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein) nach Farben: Mergel Mergel mit Siltstein/Sandstein oder Siltstein mit Mergel	Obere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Feinsandstein, grau-gelb, hart	bere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein) nach Farben: Mergel Mergel Mergel Siltstein Sandstein mit Mergel Sandstein mit Mergel	Obere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Feinsandstein, grau-gelb, hart	bere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein) nach Farben: Mergel Mergel Mergel mit Siltstein/Sandstein oder Siltstein mit Mergel Sandstein mit Mergel Feinsandstein oder Feinsandstein mit Siltstein	Obere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Feinsandstein, grau-gelb, hart	bere Süsswassermolass			386-		Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein) nach Farben: Mergel Mergel Mergel Siltstein Sandstein mit Mergel Sandstein mit Mergel	Obere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Feinsandstein, grau-gelb, hart	bere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein) nach Farben: Mergel Mergel Mergel mit Siltstein/Sandstein oder Siltstein mit Mergel Sandstein mit Mergel Feinsandstein oder Feinsandstein mit Siltstein	Obere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Feinsandstein, grau-gelb, hart	bere Süsswassermolass			386-		Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein) nach Farben: Mergel Mergel Mergel mit Siltstein/Sandstein oder Siltstein mit Mergel Siltstein Sandstein mit Mergel Feinsandstein oder Feinsandstein mit Siltstein Mittelsandstein	Obere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146- 166-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau-gelb, hart	bere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein) nach Farben: Mergel Mergel mit Siltstein/Sandstein oder Siltstein mit Me Siltstein Sandstein mit Mergel Feinsandstein mit Mergel Feinsandstein der Feinsandstein mit Siltstein Mittelsandstein Feinsandstein, grau-gelb-rot, hart	Obere Süsswassermolass
	126- 134- 142- 146- 166-		Feinsandstein, grau-gelb, hart Feinsandstein, grau, hart mit Mergel, gelb-grau, weich Feinsandstein, grau, hart Feinsandstein, grau-gelb, hart	bere Süsswassermolass					Lithologische Unterteilung der Felsgesteinsschichten nach Signaturen: Mergel Siltstein Sandstein (Fein-, Mittel-, Grobsandstein) nach Farben: Mergel Mergel Mergel mit Siltstein/Sandstein oder Siltstein mit Mergel Siltstein Sandstein mit Mergel Feinsandstein oder Feinsandstein mit Siltstein Mittelsandstein	Obere Süsswassermolass

Bohrprofil Eierbrechtstrasse 29, 8053 Zürich (Kote: 515 m.ü.M, Koordinaten 686'016 / 245'995). Bohrprofilaufnahme: <u>Dr. U. Schärli Geologie + Geophysik, Giblenstrasse 3, 8049 Zürich</u>