



Schlussbericht 15.12.2015

Planungszentrum Linth AG, Uznach

Heizen und Kühlen mit saisonalen Energiespeichern, Solar-Luft-Absorbern und Sole-Wasser-Wärmepumpen, Erfolgskontrolle





Datum: 15. Dezember 2015

Ort: Bern

Auftraggeberin:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm XY
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer/in:

ibe ag
Höheweg 17, CH-3006 Bern
www.ibe.ch

Autor:

Ruedi Huber, dipl. Masch.-Ing. ETH, ibe ag, ruedi.huber@ibe.ch

BFE-Bereichsleitung: Yasmine Calisesi, yasmine.calisesi@bfe.admin.ch

BFE-Programmleitung: Jean-Christophe Hadorn, jchadorn@baseconsultants.com

BFE-Vertragsnummer: SI/500897-01

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.

Bundesamt für Energie BFE

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen; Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. +41 58 462 56 11 · Fax +41 58 463 25 00 · contact@bfe.admin.ch · www.bfe.admin.ch



Zusammenfassung

Das Planungszenrum Linth AG ist ausgerüstet mit Solarabsorbern auf dem Dach und Eisspeichern im Keller. Über TABS und Bodenheizung wird geheizt mit Wärmepumpen und gekühlt mit Freecooling. Ein Jahr lang wurden Temperaturen und Energieflüsse gemessen um zu ermitteln, ob mit dieser Technik ein akzeptables Raumklima erreicht wird bei angemessenem Energieverbrauch.

Das Resultat der Messungen und Auswertungen zeigt, dass dieses Heiz- und Kühl-System eine gute Option ist in Gebieten, wo Erdsonden und Grundwasser-Wärmepumpen nicht möglich sind.

Optimierungsmassnahmen beim Betrieb der Anlagen werden vorgeschlagen.



Einleitung / Projektziele

Der Neubau Planungszentrum Linth AG, 8730 Uznach wurde Ende 2012 fertiggestellt. Er wird beheizt und gekühlt mit kleinen Temperaturdifferenzen über TABS und Fussbodenheizungen.

Zwei Wärmepumpen mit je 28,8 kW Nennleistung bei Soletemperatur 0°C und Heizwassertemperatur 35°C liefern die Wärme für Raumheizung und Warmwasser. Sie beziehen Wärme direkt aus Solar-Luft-Absorbern (2 x 40 m² Aufstellfläche auf Flachdach) oder indirekt aus Eisspeicher. Die vier Eisspeicher à 50 m³ liegen unter der Bodenplatte im EG.

Durch den Wärmeentzug im Winter, bildet sich Eis in den Speichern, das im Sommer genutzt wird für Freecooling über die Heizverteilung.

Die Zielsetzung des Projekts ist es, an diesem Standort, wo erneuerbare Energie nicht aus Grundwasser oder aus Erdsonden bezogen werden kann, erneuerbare Energie aus Luft und Sonne zu beziehen. Die Energie wird über Eisspeicher so bewirtschaftet, dass im Winter beheizt und im Sommer gekühlt werden kann mit ähnlich geringem Stromverbrauch und kaum höheren Investitionskosten.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, durch Auswertung von Messungen nachzuweisen, wie gut dies gelingt oder allenfalls zu zeigen, woran es liegt, dass es noch nicht ganz gelingt.

Vorgehen

Die Anlagen wurden von der Bauherrschaft mit automatischen Messeinrichtungen ausgerüstet. Es wurden gemessen:

- der Wärmeverbrauch für Heizung
- der Wärmeverbrauch für Warmwasser
- der Kälteverbrauch für Freecooling
- der Stromverbrauch für Wärmepumpen
- der Stromverbrauch für Hilfsbetriebe (Pumpen)
- Temperaturen in den Eisspeichern
- Eisanteil in den Eisspeichern

Die Aussenluft-Temperaturen während der Messperiode wurden von MeteoSchweiz bezogen (Messstation Wädenswil). Geliefert wurde für jeden Tag die mittlere Tagestemperatur.

Abgelesen wurden alle Werte 1x pro Tag um 12:00 Uhr.

Ergebnisse

Ab 10.11.2014 gibt es auswertbare Messwerte für den Stromverbrauch (Messwerte der Wärmepumpe 1 erst ab 21.12.2014).

Die Messung des Wärmebezugs von den Dachabsorbern hat nie richtig funktioniert; dies war allerdings für die Auswertung der Resultate nicht massgebend, denn die Wärmebilanz der Speicher war über den Wärmebezug sowie über die Speichertemperatur und den Eisanteil klar.

Die Ergebnisse sind in zwei Tabellen für Anlage 1 und Anlage 2 aufgezeigt, für je 12 Wochen verteilt über ein Jahr:

- mittlere Aussentemperatur
- Temperatur und Eisanteil in den Eisspeichern am Ende der Woche
- Produktion von Wärme und Kälte (Freecooling) während der Woche
- Stromverbrauch der Wärmepumpen
- Stromverbrauch der Hilfsbetriebe, d.h. von folgenden Pumpen:
 - Absorber
 - Eisspeicher
 - Warmwasser
 - Pumpwarmwasser
 - Frischwasserstation
 - 3 Heizgruppen
- COP und JAZ der Wärmepumpe (ohne Hilfsbetriebe)
- COP und JAZ der Wärmepumpe (mit Hilfsbetrieben)
- Der Jahresverlauf der Temperaturen in den Eisspeichern ist in je einem Diagramm für Anlage 1 und Anlage 2 aufgezeichnet. Die Aufzeichnung des Temperaturverlaufs in den Eisspeichern zeigt deutlich den starken Temperaturanstieg mit dem Einsatz von Freecooling anfangs Mai, nachdem das letzte Eis in den Speichern geschmolzen war.

Schlussfolgerung

Die Anlagen erfüllen die gestellten Anforderungen. Behaglichkeit wird erreicht im Winter und im Sommer. Die Kühlleistung wird gegen Ende August knapp.

Mit dem Stromverbrauch für Wärmepumpen und Hilfsbetriebe von 14 kWh/m²a ergibt sich die gewichtete Energiekennzahl des Gebäudes von 28 kWh/m²a.

Die PV-Anlage auf dem Dach (190 m²) produziert ca. 70% der Strommenge, die für Wärmepumpen und Hilfsbetriebe pro Jahr verbraucht wird.

Für das Freecooling im Sommer gibt es Optimierungspotenzial.

Die beiden Anlagen mit je 100 m³ Eisspeicher haben eine Speicherkapazität für je 10'000 kWh Kälte. Zusätzlich kann in Sommernächten – wenn die Aussentemperatur unter die Wassertemperatur in den Zisternen fällt – Kälte in die Zisternen geführt werden.

Tatsächlich sind durch Freecooling pro Anlage nur ca. 8'000 kWh Raumwärme abgeführt worden.

Durch folgende Massnahmen könnte die Kühlung verbessert werden:

- Verzicht auf Betriebsart Regeneration, also auf Wärmeeintrag aus Absorbern in Eisspeicher ab Mitte März
- Wärmebezug der Wärmepumpen Mitte März bis Ende September nur aus Eisspeicher
- Tiefe Aussentemperaturen bei Bedarf nutzen, um über Absorber das Wasser in der Zisternen zu kühlen.



- Gruppenventile Heizung für Freecooling im EG und im OG um ca. 2°C höherstellen, also Vorlauf in TABS auf ca. 20°C. Damit wird vermieden, dass am Anfang der Kühltseason zu viel Kälte verbraucht wird.

Auch beim Stromverbrauch für Hilfsbetriebe gibt es Optimierungspotenzial. Der relativ hohe Anteil dieses Stromverbrauchs könnte reduziert werden, wenn die Anlagen bei kleinen Lasten intermittierend betrieben würden: z.B. Heizen in der Übergangszeit nur von 05:00 Uhr bis 09:00 Uhr, Kühlen bei kleinen Kühllasten nur nachts, in der übrigen Zeit alle Pumpen ausgeschaltet.

Das Konzept und die Auslegung der Anlagen sind funktionstüchtig und gut geeignet als Alternative an Standorten, wo weder Erdwärmesonden noch Grundwassernutzung möglich sind.

In einer besonders langen Kälteperiode mit dauernd schneebedeckten Absorbern könnte die Wärmeversorgung der Wärmepumpe prekär werden; während der Messperiode war dies nie der Fall.



Zusammenstellung Messresultate und Auswertung

Anlage 1

Woche	Mittlere Aussen- temperatur °C	Eisspeicher Temperatur in °C		Eisspeicher Ladung in %		Free- cooling kWh	Wärme- produktion H + WW kWh	Strom für WP kWh	Strom für HB kWh	COP Wärme- pumpe kWh	COP Wärme- pumpe + Hilfsbe- triebe kWh
		1	2	1	2						
1.12.-7.12.	4,33	2,8	1,0	0	0	0	2'026	450,2	243,2	4,50	2,92
5.1.-11.1.	4,76	0,9	-1,0	12,6	28,0	0	1'943	459,5	198,7	4,23	2,95
2.2.-8.2.	-2,00	-0,4	-5,7	35,2	54,1	0	1'807	457,6	233,4	3,95	2,62
2.3.-8.3.	3,87	0,1	-6,3	72,3	80,2	0	1'583	368,8	229,0	4,29	2,65
6.4.-12.4.	9,29	0,4	-3,9	29,7	48,1	0	847	218,0	69,9	3,89	2,94
4.5.-10.5.	14,97	0,9	-0,9	14,1	34,5	0	70	21,1	14,2	3,32	1,98
1.6.-7.6.	21,20	7,4	6,7	0	0	1'961	44	13,7	103,3	3,21	17,14
6.7.-12.7.	22,21	22,8	22,4	0	0	611	28	6,6	122,2	4,24	4,96
3.8.-9.8.	24,13	23,8	23,2	0	0	392	26	5,7	104,6	4,56	3,79
7.9.-13.9.	14,53	19,4	18,3	0	0	0	126	20,9	39,9	6,03	2,07
5.10.-11.10.	12,34	17,7	17,8	0	0	0	238	38,5	89,9	6,18	1,85
2.11.-8.11.	9,97	9,4	9,7	0	0	0	1'074	191,8	169,6	5,60	2,97
Jahresbilanz	10,7					8'111	44'975	9'979,7	6'291,9	JAZ 4,51	JAZ 3,26

Bei COP und JAZ für Wärmepumpe und Hilfsbetriebe wurde der Kältegewinn durch Freecooling mitberücksichtigt.

Zusammenstellung Messresultate und Auswertung

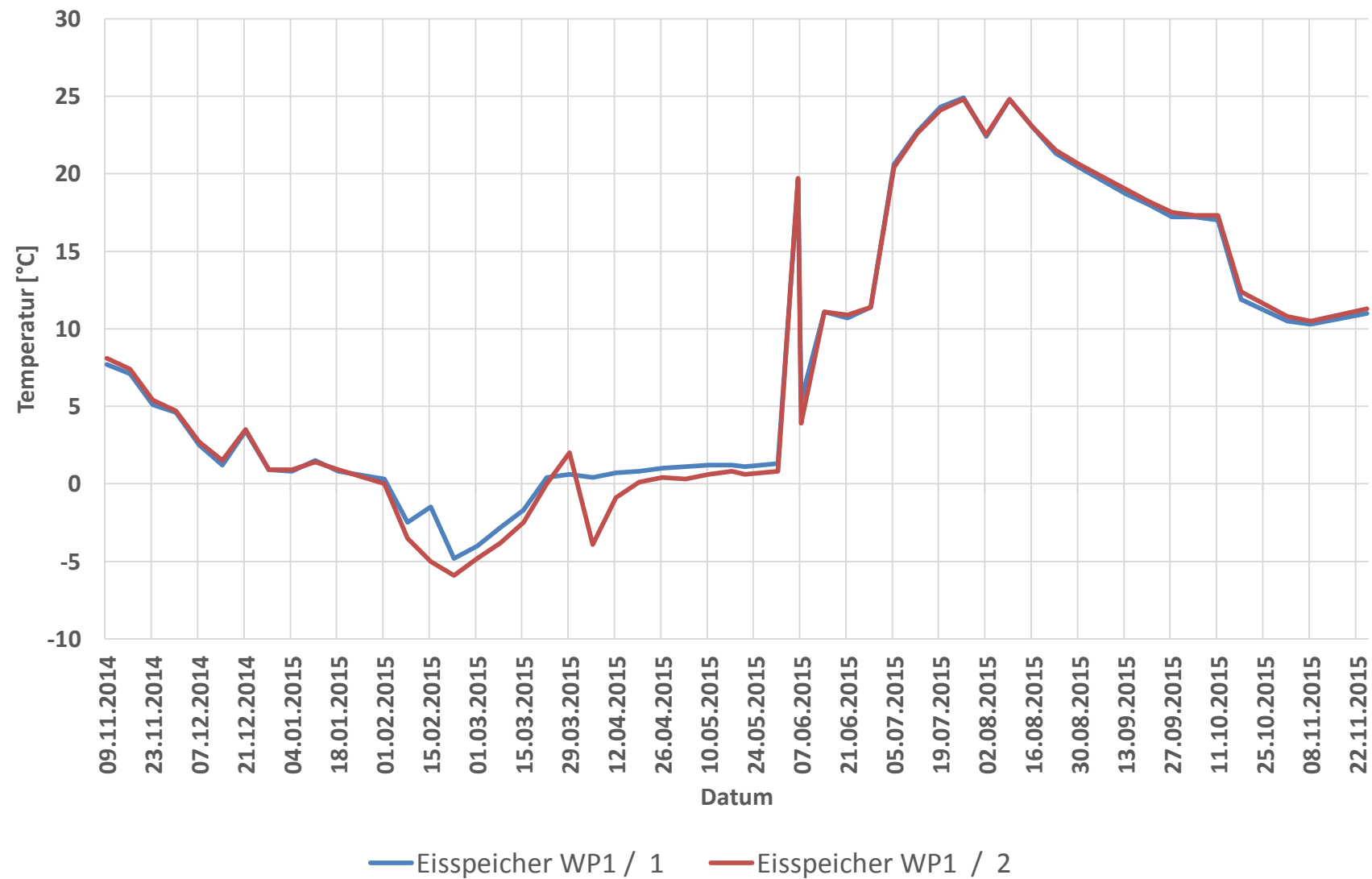
Anlage 2

Woche	Mittlere Aussen- temperatur °C	Eisspeicher Temperatur in °C		Eisspeicher Ladung in %		Free- cooling kWh	Wärme- produktion H + WW kWh	Strom für WP kWh	Strom für HB kWh	COP Wärme- pumpe kWh	COP Wärme- pumpe + Hilfsbe- triebe kWh
		1	2	1	2						
22.12.-28.12.	1,96	1,1	1,3	0,3	1,6	0	2'393	520,5	242,2	4,60	3,14
5.1.-11.1.	4,76	1,0	1,0	22,1	27,0	0	1'933	444,0	186,1	4,35	3,07
2.2.-8.2.	-2,00	-1,5	-2,0	67,9	74,1	0	2'676	635,0	251,6	4,21	3,02
2.3.-8.3.	3,87	-2,8	-3,6	86,7	92,5	0	1'653	368,8	239,0	4,48	2,72
6.4.-12.4.	9,29	0,5	-3,0	46,1	52,4	0	739	182,4	68,4	4,05	2,95
4.5.-10.5.	14,97	1,2	0,5	31,1	37,0	0	66	18,4	25,2	3,59	1,54
1.6.-7.6.	21,20	2,3	1,6	6,0	9,5	1'214	40	13,2	75,7	3,03	6,04
6.7.-12.7.	22,21	22,1	22,0	0	0	900	33	7,8	126,0	4,23	6,97
3.8.-9.8.	24,13	23,6	23,6	0	0	499	42	9,3	103,7	4,52	4,79
7.9.-13.9.	14,53	19,0	19,2	0	0	0	161	26,0	35,8	6,19	2,61
5.10.-11.10.	12,34	16,8	15,4	0	0	0	292	48,2	79,1	6,06	2,29
2.11.-8.11.	9,97	9,1	7,5	0	0	0	1'219	227,9	137,4	5,35	3,33
Jahresbilanz	10,7					7'911	44'913	9'650,5	5'972,3	JAZ 4,65	JAZ 3,38

Bei COP und JAZ für Wärmepumpe und Hilfsbetriebe wurde der Kältegewinn durch Freecooling mitberücksichtigt.



Eisspeicher WP1



Eisspeicher WP2

