

### 3.3.7 Analyse der Messdaten

#### Temperaturschichtung

Wie in Abschnitt 3.1.1 erläutert, wurden entlang dreier Referenzsonden, in den Tiefen von 15 bis 180m mit einem Abstand von 15m Thermoelemente angebracht, die eine auftretende Temperaturschichtung analysierbar machen sollten.

In

Abbildung 26 ist ein Auszug aus den aufgezeichneten Messreihen dargestellt. In den beiden dargestellten Schnitten ist im Betriebszustand des Erdsondenfeldes keine wesentliche Temperaturschichtung erkennbar, womit dem Untergrund hinsichtlich seiner thermischen Eigenschaften Homogenität unterstellt werden kann. Wie auch in der Planungsphase vermutet ist eine Beeinflussung des Speichers durch eine Grundwasserströmung und somit eines unkontrollierbaren Wärmeein- bzw. Wärmeeustrags, kaum erkennbar. Eine Verdriftung und eine damit verbundene verringerte Rückgewinnbarkeit von eingebrachten Wärmeenergien sind nicht feststellbar.

Im entladenen Zustand (Jänner) ist ein leichter Temperatur Abfall zur Erdoberfläche hin erkennbar, was auf die Wärmeverluste in Richtung kühlerer Außenluft zurückzuführen ist. Äquivalent lässt sich dasselbe Phänomen im geladenen Zustand (Juli), begründet auf die thermische Kopplung zwischen Kältespeicher und wärmere Außenluft, beobachten.

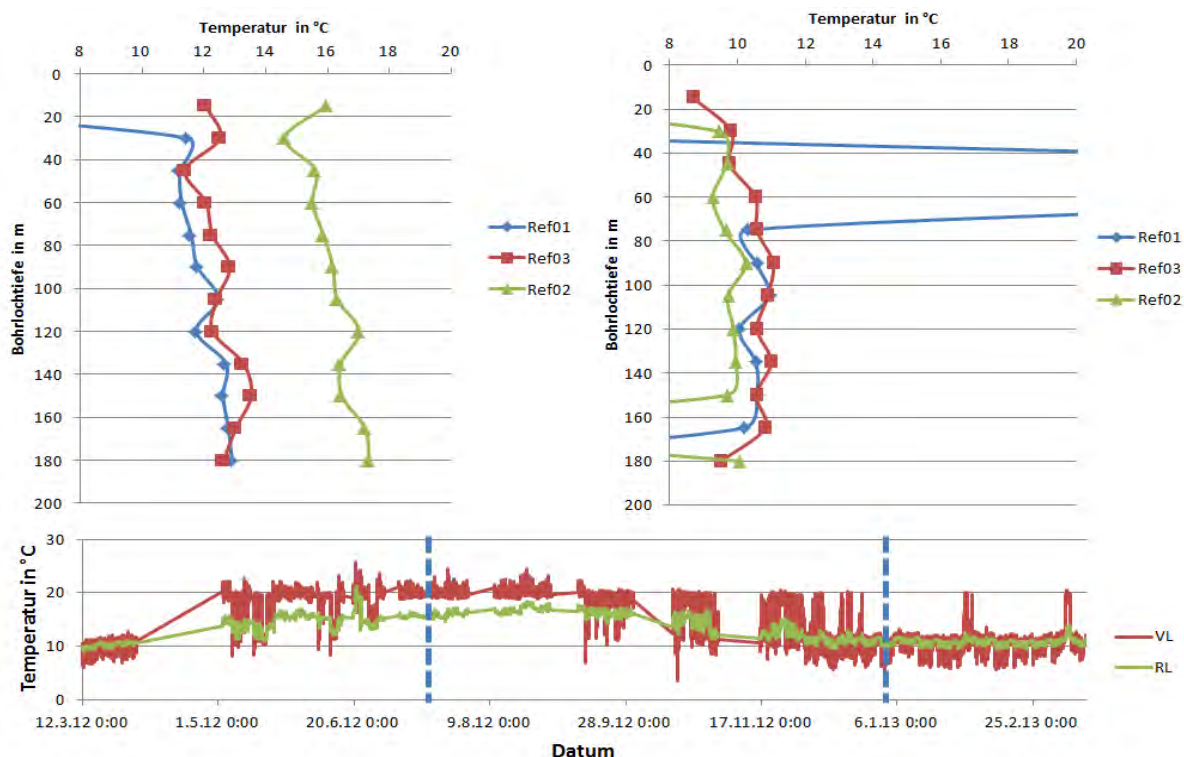


Abbildung 26: Temperaturschichtung im geladenen Zustand (oben links) Temperaturschichtung im entladenen Zustand (oben rechts) Vor- und Rücklaufverlauf über das Jahr 2012 (unten)

## Ladezustände

Wie in

Abbildung 26 erkennbar ist der maximale Ladezustand etwa im Juli erreicht und es kann in Feldmitte eine Übertemperatur von in etwa 4°C festgestellt werden. Diese Übertemperatur wird in einer kurzen Zeitperiode vom Beginn an der Heizperiode (ende September) bis ca. Ende 2012 abgebaut und das Feld ist wie dargestellt vollständig entladen. Eine Quelltemperatur für das Heizungssystem bestehend aus Wärmepumpensystemen von ca. 10°C ist erreicht. Zu diesem Zeitpunkt kann das Tiefenbohrfeld nur bedingt als Quelle funktionieren, da eine Vereisung der Wärmepumpen zu befürchten ist.

Schlussfolgernd lässt sich eine verstärkte Nutzung durch Verschiebung des Übergangs von Kühlbetrieb in den Heizbetrieb in das letzte Jahresquartal und eine Verstärkter Nutzung innerhalb des Kühlbetriebs erreichen. Beide Maßnahmen würden zu höheren Speichertemperaturen zu Jahresende führen und zu einer verbesserten Performance im Winterbetrieb.

### **3.3.8 Vergleich von Auslegung und Messung**

Die Auslegung des Erdsondenfeldes basiert auf einer Angebots- und Bedarfsbilanzierung die im Rahmen der Planungsphase erarbeitet wurde. Datengrundlage der Auslegung stellt neben Bedarfs- und Angebotsbilanzen die maximal mögliche Wärmeabfuhrmenge durch die Flusswasserkühlung dar.

Ziel der Auslegung war es, dass die Leistung des Erdsondenfeldes ausreicht um einen möglichst großen Teil der anfallenden Abwärme aus Prozess- und Gebäudekühlung inklusive Lastspitzen abzuführen ohne maximale oder minimale Speichertemperaturen zu über bzw. zu unterschreiten. Wobei von Lastspitzen von ca. 3MW im Kühlfall und 1,3MW im Heizfall ausgegangen wurde.

In **Abbildung 27** ist der innerhalb der Planungsphase berechnete mittlere Wärmeentzug bzw. Wärmeinspeisung je in Sonde dargestellt und mit den Messungen im Jahre 2012 und 2013 verglichen. Der Vergleich zeigt eine deutliche Unterschätzung der auftretenden mittleren Kühllast und eine Überschätzung der angesetzten benötigten Heizenergiemenge. Eine Bilanzierung über die innerhalb des Messzeitraums enthalten Kalenderjahre ist aufgrund der Unvollständigkeit der Datenmenge nur bedingt möglich. Es ist aufgrund der sich dargestellten Situation von einem deutlichen Überschuss an eingespeister Wärmeenergie auszugehen, was eine langfristige Erhöhung der Speichertemperatur über die angenommenen Grenzen hin mit sich bringen wird.

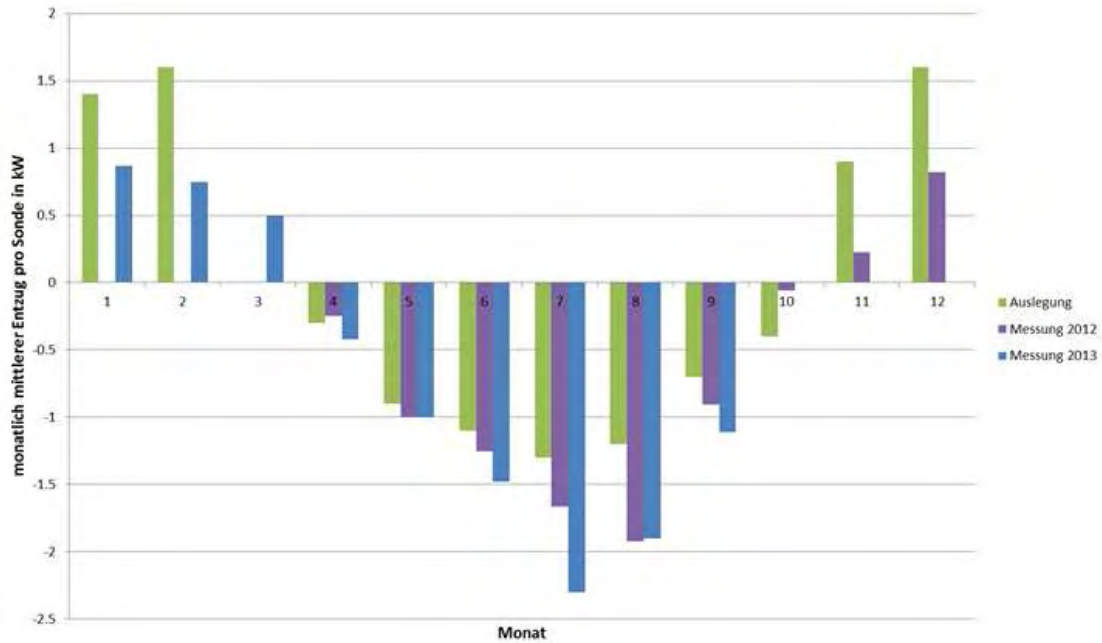


Abbildung 27: Vergleich von ausgelegter und gemessener mittlerer Entzugsleistung pro Sonde in kW des Tiefenbohrfeldes

**Abbildung 28** zeigt die simulierte Rücklauftemperatur des gegenständlichen Erdsondenfeldes unter einer sich jährlich wiederholenden thermischen Last (bestehend aus den Messdaten von 1.1.2013 bis 30.09.2013 und 01.10.2012 bis 31.12.2012). Der deutliche Überschuss in der Einspeisebilanz ist hier durch einen kontinuierlichen Anstieg der mittleren Rücklauftemperatur im Jahr erkennbar. Im Eingeschwungenen Zustand, etwa nach 20 Jahren, ist eine max. Rücklauftemperatur von ca. 28°C erreicht. Die hier auftretenden Rücklauftemperaturen führen zu einem deutlich niedrigen COP im Kühlbetrieb und der Speicher ist aufgrund der nicht zulässigen Erhöhung der Temperatur der sich umgebenden Erdkörper und des Grundwasservorkommens nicht mehr in vollem Umfang zu betreibbar.

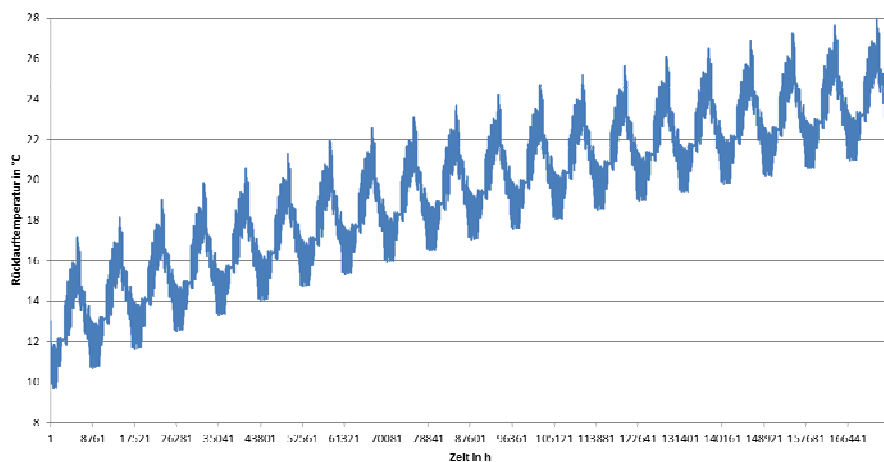


Abbildung 28: simulierte Rücklauftemperatur des Erdsondenfeldes über einen Zeitraum von 20 Jahren

### 3.4 Beitrag zum Gesamtziel des Programms

Die Weiterentwicklung und Optimierung der Gebäudekonditionierung durch thermische Speicherung schafft die technologische Basis für das Gebäude der Zukunft insbesondere jene mit hohem Kühlbedarf. Auch für den innerstädtischen Bereich in dem wenig Platz zur Verfügung steht ist diese Technologie gut geeignet. Der benötigte Strombedarf für Heizen und Kühlen kann im Vergleich zu den konventionellen Lösungen erheblich verringert werden, was für ein Plus-Energie-Haus eine geringere Anzahl an Photovoltaikmodulen bedeutet. Das ausgewählte Forschungsobjekt zeigt, dass diese Technologie auch im großen Stil für Büro- und Betriebsgebäude hervorragend geeignet ist.

Neben einer signifikanten Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes, die die saisonale Speicherung mit sich bringt, steigert sie die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Diese Art der Gebäudekonditionierung zeichnet sich durch gut vorhersehbare Kosten aus und verringert gleichzeitig die Auslandsabhängigkeit.

Das erhaltene Wissen forciert den Know-how Transfer innerhalb der EU. Österreich kann seine Vorreiterrolle auf dem Gebiet des Plus-Energie-Hauses und der Nachhaltigkeit stärken.

Die erhaltenen Erkenntnisse werden einerseits unter anderem durch Publikationen und Fachvorträge an Fachleute weitergegeben. In Form von Standortführungen wird gewährleistet, dass das Wissen nicht nur an Fachkreise, sondern auch publikumswirksam an die Bevölkerung weitergegeben wird.

### **3.5 Einbeziehung der Zielgruppen (Gruppen, die für die Umsetzung der Ergebnisse relevant sind) und Berücksichtigung ihrer Bedürfnisse im Projekt**

Mittels Newsletter wurde hausintern laufend über die Arbeiten berichtet und Feedback eingeholt. Der Newsletter ist im Anhang angeführt.

### **3.6 Beschreibung der Umsetzungs-Potenziale (Marktpotenzial, Verbreitungs- bzw. Realisierungspotenzial) für die Projektergebnisse**

Die Ergebnisse sind Basis für die Planung derartiger Systeme in Nichtwohngebäuden und Wohngebäuden. Die gewonnenen Erkenntnisse verhelfen zu einer erfolgreichen Umsetzung weiterer derartiger Speichersysteme. Durch die Anwendung derartiger Anlagen kann der Energiebedarf der Heiz- und Kühlsysteme verringert und die Gesamtenergieeffizienz von Plus-Energie-Häusern gesteigert werden.

Durch die Übertragung dieser Technologie und der Optimierungsstrategie dieses Beispielobjektes auf andere Büro- bzw. Nutzbauten und Plus-Energie-Häuser können deutliche Einsparungen erzielt werden.

Durch die Verbesserung des COP und die damit verbundenen Stromeinsparungen verringern den Primärenergiebedarf erheblich. Weiters sind die daraus resultierenden Kosteneinsparungen und der nachhaltige Umgang mit Energieressourcen für Unternehmen in Österreich sehr relevante Faktoren. Neubauten und vor allem Plus-Energie-Häuser könnten noch effizienter und nachhaltiger werden.

Das Hauptaugenmerk hinsichtlich der Verwertungsstrategie der Forschungs- und Optimierungsergebnisse liegt auf der Verbreitung des gewonnenen Wissens in Form dieses Endberichtes.

## **4 Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen, Ausblick und Empfehlungen**

Mit dem Focus auf den projektnamensgebenden COP – Wert und dem Ziel diesen über das Jahr im mittel größer als 5 zu halten sind in der bestehenden Anlagenkonfiguration folgende Punkte festzuhalten:

- Erhöhte Energieeffizienz der Anlage durch stufenlose Regelbarkeit über das gesamte erforderliche Leistungsspektrum um Takten der Wärmepumpen zu verhindern. Der zulässige Einsatzbereich (Regelbereich) hätte bei der Auswahl der Wärmepumpenaggregate genauer beachtet werden sollen, um einen stufenlosen Betrieb über einen möglichst weiten Leistungsbereich zu erhalten. Der Taktbetrieb verursacht einerseits An- und Abfahrverluste und verschlechtert damit die Anlageneffizienz, andererseits wirken sich vermehrte Startvorgänge negativ auf die Anlagenlebensdauer (insbesondere Lebensdauer der Verdichter) aus.
- Die Auswirkung des notwendigen Temperaturhubs auf die Anlageneffizienz und somit den COP der Wärmepumpe ist maßgebend für das Erreichen eines COPs über 5. Es wird somit dringend empfohlen keine konstante Soll-Vorlauftemperatur vorzugeben sondern z.B. Außentemperatur geführte Soll-Vorlauftemperaturkurven zu implementieren und geeignet zu parametrisieren.
- Es ist ein deutlich erkennbarer Einbruch des COPs von 5.8 auf 4.5. mit sinkender Quellen- also Rücklauftemperatur des Erdsondenfeldes über die Heizperiode erkennbar. Eine ausreichende und optimierte Beladung in Zusammenhang ist somit wesentlich um die Quelltemperatur über die gesamte Heizperiode ausreichend hoch halten zu können. Ebenso ist eine ausreichend thermisch optimierte Gebäudehüll notwendig um die notwendige Feldgröße in wirtschaftlichen Rahmen zu halten und den Beginn der Heizperiode so lange wie möglich hinauszuzögern.
- Ebenso wie auf einen optimierten Betrieb ist besonderer Fokus auf die Auslegung von Tiefenbohrfeldern zu achten. Realitätsnahe Eingangsparameter garantieren eine praxistaugliche Dimensionierung und ermöglichen neben einer ausgeglichenen Jahresbilanz des Wärme- und Kälteenergiebedarfs eine langfristige Nutzung innerhalb der energieeffizienten und gesetzlichen Rahmenbedingungen der thermischen Beeinflussung der umgebenden Erdkörper und des Grundwasservorkommens.
- Als Erkenntnis und für zukünftige Projekte ist mitzunehmen, das aufgrund der schwer und Großteils nicht zugänglichen sehr langen verbauten Leitungslängen ist ein luftfreies System des Erdsondenfeldes schwer realisier- und überprüfbar. Eine permanente Entlüftung durch einen Luftabscheider ist empfehlenswert.
- Möglicher Einsatz des validierten Rechenmodells für Tiefenbohrfelder zur Auslegung und zur Qualitätssicherung der optimalen Systemperformance im Betrieb

## 5 Literatur-/ Abbildungs- / Tabellenverzeichnis

[ARU08] ARUP GmbH. (2008). *Schema Kühlwasseranlage*.

[ARU11] ARUP GmbH. (2011). *Auskunft über die Kosten der Steuerung*. E-Mail von Herrn Jan Jirak am 23.11.2011.

- [BOC11] F. Bockelmann, N. M. Fisch, H. Kipry. (2011). *Erdwärme für Bürogebäude nutzen*. Karlsruhe: Fraunhofer IRB Verlag.
- [GEO08] Geotechnik Tauchmann GmbH. (2008). *Hydrogeologisches Gutachten-b*.
- [GEY09] ENERTEC OG. (2009). *Messkonzept – Fronius Erdsondenfeld*.
- [ONO95] ÖNORM B 1801-1. (1995). *Kosten im Hoch- und Tiefbau - Kostengliederung*. Wien: Österreichisches Normungsinstitut.
- [XIA13] Xiaohui Yu, Yufeng Zhang, Na Deng, Jianshuan Wang, Dongwen Zhang, Jilin Wang, Thermal response test and numerical analysis based on two models for ground-source heat pump system, *Energy and Buildings*, Volume 66, November 2013, Pages 657-666, ISSN 0378-7788
- [CLAE12] „A Load-Aggregation Method to Calculate Extraction Temperatures of Borehole Heat Exchangers”, *ASHRAE Transactions*, vol. 118(1), pp. 530-539 Claesson, 2012
- [CLAE11] „An analytical method to calculate borehole fluid temperatures for time-scales from minutes to decades” *ASHRAE Transactions*, Vol. 117 Issue 2, p279 laesson, 2011
- [JAVED11] „New analytical and numerical solutions for the short-term analysis of vertical ground heat exchangers. ”, *ASHRAE Transactions*, vol. 117(1): 3-12. Javed, 2011
- [REEN11] „Modelling the performance of underground heat exchangers and storage systems, Master Theses - Chalmers, Reenen, 2011

## 6 Anhang

Anhang A: Baudokumentation in Form eines Newsletter

Anhang B: Ergebnis Probebohrung

Anhang C: Schautafel Energiekonzept F&E Standort Thalheim



# T2 Newsletter Juni 2008

Informierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stehen dem Vorhaben T2 positiv gegenüber und leisten somit zum nachhaltigen Erfolg einen wichtigen Beitrag.

## Aktuelles

Mit dem Projekt T2 schafft Fronius ein nachhaltiges innovatives Forschungszentrum das den dort beschäftigten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ein optimales Arbeitsumfeld bietet. Ziel ist zukunftsorientierte Forschungs- und Entwicklungsergebnisse zu erzielen, auf den Weg „Weltweit Nr. 1“ zu werden entspricht.

Daher wird ein großer Wert auf die Einbeziehung aller Betroffenen zur Mitgestaltung gelegt - Kommunikation über den aktuellen Status ist aber genauso wichtig.

Deshalb wollen wir zukünftig in einem 2- Monats Rhythmus mit den Vertretern der jeweiligen Fachbereiche einen intensiven Informationsaustausch in Form eines „Soundingboards“ mit folgenden Aufgaben installieren.

- direkte Kommunikation mit dem T2 Kernteam
- Einbringung von Vorschlägen aus dem jeweiligen Fachbereich zu aktuellen Fragen
- Rückkopplung des aktuellen Projektstatus in dem jeweiligen Fachbereich

Aus den jeweiligen Fachbereichen haben sich folgende Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bereiterklärt hier diese Aufgabe zu übernehmen.

- |   |                                |
|---|--------------------------------|
| • Hr. Pflügelmeier Helmut                                   | (Numerische Simulation)        |
| • Hr. Kroiss Uwe und Hr. Gaspar Armin                       | (Prozesstechnik Fügen)         |
| • Hr. Steinmaurer Friedrich                                 | (EMV Labor)                    |
| • Hr. Hohenthanner Erwin                                    | (Facility Services Thalheim)   |
| • Hr. Karner Michael und Hr. Haidinger Bernhard             | (Sicherheitstechnik)           |
| • Hr. Viechtbauer Roland und Hr. Baumann Willi              | (Hard- & Software Engineering) |
| • Hr. Hofpointner Robert                                    | (E- CAD)                       |
| • Hr. Trausner Martin und Griesbaum Mathias                 | (Fertigungstechnik)            |
| • Hr. Bichler Thomas  | (Konstruktion)                 |
| • Hr. Richtsfeld Michael                                    | (Entwicklung Schweißbrenner)   |
| • Hr. Rechberger Wolfgang                                   | (Leistungselektronik)          |
| • Hr. Haselsteiner M; Hr. Brandstötter M; Hr. Prielinger A. | (Projektleitung)               |
| • Hr. Haudum Andreas  | (Beratung /Technologie)        |
| • Fr. Katharina Speiser                                     | (Technische Redaktion)         |







Einladung zur Entstehungsfeier „Unser Weg zu T2“:  
Anlässlich der bevorstehenden restlichen Abbrucharbeiten und des darauffolgenden Baustarts von T2 möchten wir Euch zu einer gemeinsamen Veranstaltung einladen.

**Programm:**

12:30 Uhr	Einlass / Registrierung
13:00 Uhr	Begrüßung
13:10 Uhr	Infostände: <ul style="list-style-type: none"><li>• T2 Infostand</li><li>• T2 Fassadenmock-Up</li><li>• DeltaSpot</li><li>• Technologieprojekte</li><li>• IG Wechselrichter</li><li>• Energiezelle/Hylog</li><li>• MAG02</li><li>• MAG01 + Industriedesign</li><li>• BLS</li><li>• Forschungs- &amp; Entwicklungsgeschichte</li></ul>
15:00 Uhr	Aktiver Austausch und erzählen von Anekdoten in Beisein der Geschäftleitung
16:25 Uhr	Gruppenfoto
17:30 Uhr - 21:00 Uhr	Ausklang / Überraschungsevent in Beisein von Anrainern und Nachbarn und ehemaligen Fronius Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Wir freuen uns auf einen erfolgreichen Startschuss für unseren neuen Entwicklungsstandort T2!

