

Monitoring größerer Wärmepumpenanlagen mit Grundwasserbrunnen oder Erdwärmesonden – Probleme, Erfahrungen und Ergebnisse

Dirk Bohne, Gunnar Harhausen und Matthias Wohlfahrt
IEK, Leibniz-Universität Hannover

Erich Mands, Marc Sauer und Burkhard Sanner
UBeG GbR, Wetzlar

Keywords: Erdwärmesonden, Grundwasser-Wärmepumpen, Betriebserfahrungen, Messtechnik

1. Einleitung

Im Rahmen des Projektes zum thermischen Monitoring von Nichtwohngebäuden mit oberflächennaher Geothermie werden 9 Objekte näher untersucht (Tab. 1). Dabei sollen vor allem die „erdseitigen“ Wärmeströme ermittelt und damit die tatsächlich über die Geothermie zur Verfügung gestellte Heiz- und Kühlenergie untersucht werden. Wegen der Größe und Komplexität der Objekte sowie teilweise verschachtelter und sich ändernder Besitzer- und Betreiberhältnisse gestaltete sich die Sicherstellung der Erfassung selbst der wichtigsten Daten sehr schwierig.

Tabelle 1: Übersicht über die untersuchten Objekte

Nummer	Gebäudefläche	Geothermieanlage (ursprünglich)
01	52.455 m ²	154 Erdwärmesonden
02	10.217 m ²	2 + 2 Grundwasserbrunnen
03	31.400	2 + 2 Grundwasserbrunnen
04	19.002	85 Erdwärmesonden
05	32.408	2 + 3 Grundwasserbrunnen
06	27.795	2 + 3 Grundwasserbrunnen
07	6.909	32 Erdwärmesonden
08	22.002	1 + 2 Grundwasserbrunnen
09	13.022	1 Grundwasserbrunnen, Vorfluter

2. Typische Probleme bei der Messdatenerfassung

Grundsätzlich muss mit den für die Gebäudeleittechnik (GLT) eingebauten Sensoren gemessen und deren Genauigkeit akzeptiert werden. So erfolgte z.B. in Objekt 03 eine Nachkalibration von ca. 20 regelungs- und bilanztechnisch relevanten Temperatursensoren, welche Bestandteil des GLT-Systems sind. Danach zeigte sich, dass die meisten Sensoren eine zufällig verteilte Messungenauigkeit von bis +/- 0,5 K haben. Dies ist aufgrund der technischen Spezifikation der Sensormodelle auch zu erwarten.

Insbesondere bei einem der Wärmequellensensoren zeigte sich jedoch eine größere Abweichung von 1,4 K. Die mittelbare Folge ist eine rechnerisch falsch ermittelte Wärme/Kältebilanz. Technisch bedeutet dies, dass die bisherige Rechnung aufgrund der vorliegenden Messungenauigkeiten eine weitgehend ausgeglichenen (=neutrale) saisonale Wärme/Kältebilanz auswies. Wird die erhebliche Messungenauigkeit berücksichtigt und durch den ermittelten Korrekturwert berichtigt, ergibt sich

eine deutlich andere Bilanz; Kälte- und Wärmemengenbeträge sind nicht mehr gleich, die tatsächliche Bilanz ist also nicht mehr neutral.

Der Messfehler bzgl. der jährlichen Wärme/Kältebilanz ist unmittelbar für die Betriebserlaubnis der Anlage relevant. Zusätzlich bedeutet eine tatsächlich nicht neutrale Bilanz jedoch auch eine Reduzierung der Anlagen(energie)effizienz. Diese Auswirkung soll im Weiteren speziell untersucht werden, zumal derlei Messungenauigkeiten, wenn auch meist in kleinerem Umfang, für die meisten Objekte zutreffen. Bei den in Anlagen der oberflächennahen Geothermie auftretenden geringen Temperaturdifferenzen von wenigen Kelvin können geringe Messungenauigkeiten bereits gravierende Auswirkungen auf die daraus errechneten Wärmemengen haben; eine sorgfältige Messung ist hier also besonders wichtig.

3. Beispiele von Problemen im Anlagenbetrieb

Während der bisherigen Monitoringzeit sind verschiedene Probleme aufgetreten, sowohl bei den Wärmepumpen wie bei der Erdankopplung. Als besonderer Schwachpunkt haben sich für den speziellen Einsatzzweck aus Standardkomponenten erbaute Großwärmepumpen einschließlich der hydraulischen Einbindung und der Steuerung erwiesen. Hier muss vom gewohnten Weg abgewichen werden, was einigen Haustechnikplanern offensichtlich schwerfällt.

In einem Objekt konnte die Wärmepumpe zu Beginn kaum in Betrieb genommen werden, sie fiel (ohne Beteiligung der Geothermie!) danach für ein gutes halbes Jahr ganz aus, bis eine Reparatur gelang. In einer anderen Anlage fiel die Wärmepumpe nach rund drei Jahren Betrieb aus und konnte mit einfachen Mitteln nicht repariert werden. Eine dritte Anlage hatte Probleme und zeitweise Anlagenausfall aufgrund Undichtigkeiten der Verrohrung im Technikraum. Einige Rohrabschnitte mussten ersetzt werden (offenbar war salzhaltiges Wasser bei der Befüllung in den Erdwärmesonden-Kreis gelangt). Auch eine geringe Salzkonzentration kann zu merklicher Korrosion bei dafür nicht vorgesehenen Rohrmaterialien führen. Weiterhin lief die Wärmepumpe in der entsprechenden Anlage in einem schlecht eingestellten Regelungszustand und daher mit einer sehr schlechten Effizienz.

Beobachtungen zur Planungsphase: Die Planungsvorgänge sind häufig zu oberflächlich und werden der gegebenen Komplexität der „geothermischen Anlagentechnik“ nicht ausreichend gerecht. Vielmehr wird partikulär geplant, ein beteiligtes Gewerk hat nur minimale Kommunikation mit benachbarten Gewerken. Von einer ernsthaften Neubewertung des Gebäude- und Anlagenbetriebs anhand der Monitoringdaten (die inzwischen in einigen Fällen ausreichend durchgängig vorliegen), bzw. Erfahrung während der bisherigen Betriebszeiten wird aus Kostengründen meist abgesehen. Somit werden im Prinzip die Unzulänglichkeiten, die bereits zu Beginn der Planungsphase bestanden, trotz besseren Wissens beibehalten.

4. Erdseitige Energiebilanz und Temperaturen

In Abb. 1-3 sind Ergebnisse des Monitoring an Objekt 01 dargestellt. Abb. 1 zeigt die der Planung zugrunde liegenden Daten für Heiz- und Kühlbedarf aus einer Gebäudesimulation, Abb. 2 die gemessenen Daten vom September 2008 bis August 2009. In Abb. 3 sind schließlich die aus diesen Wärmemengen und der Auslegung der bestehenden Erdwärmesondenanlage mit dem Programm EED berechneten Temperaturen dargestellt und der Temperaturentwicklung in einer Mess-Sonde (Temperaturfühler direkt außen auf dem Sondenrohr) und an einem Sensor im Wärmeträgerfluid im Technikraum gegenübergestellt. Während die Temperaturen in der Sonde im Kühlbetrieb gut mit den berechneten übereinstimmen, gibt es im Heizbetrieb eine Differenz von mehr als 2 K.

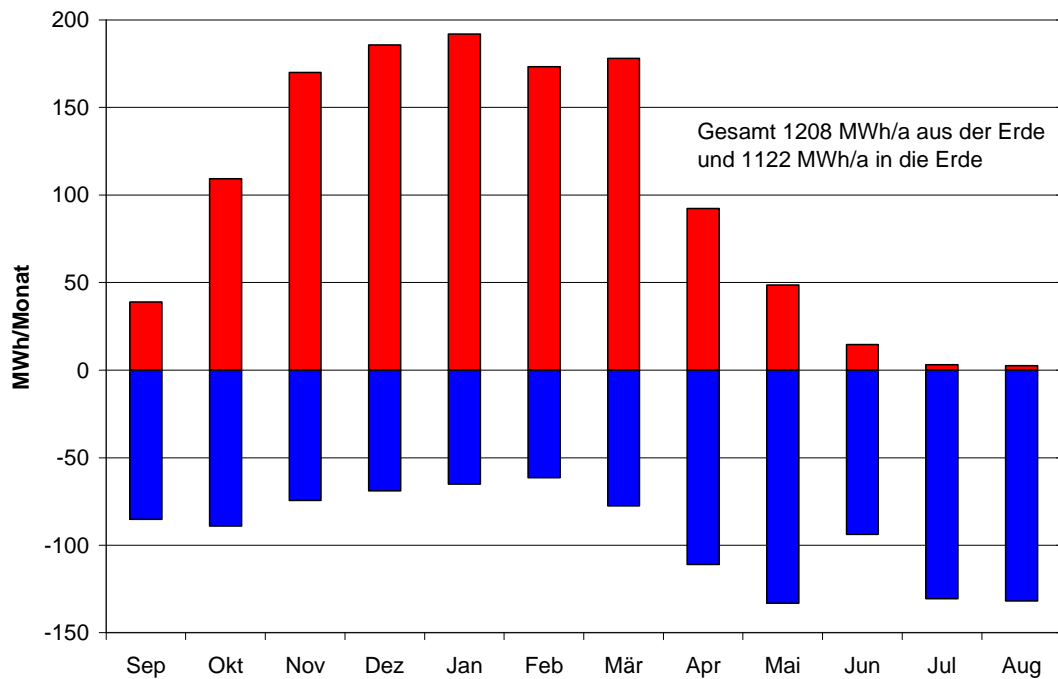


Abb. 1: Anlage 01, monatliche Heiz- und Kühlarbeit erdseitig aus der Planungsphase; die Kühllasten auch im Winter gehen auf die Abwärme der Serverräume zurück

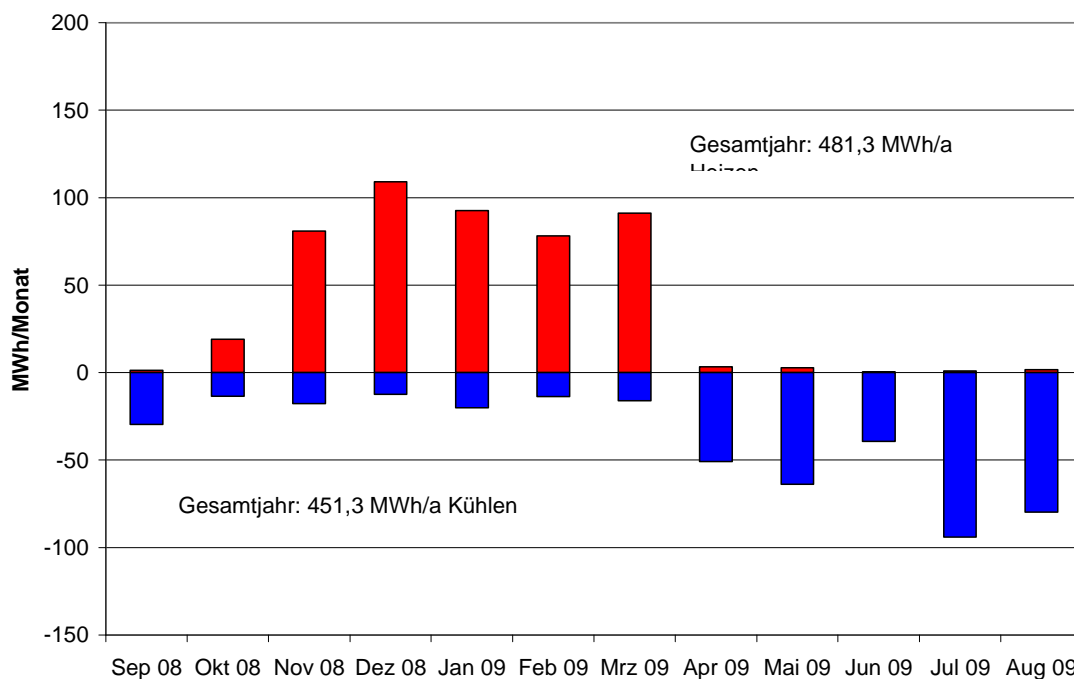


Abb. 2: Anlage 01, monatliche Heiz- und Kühlarbeit erdseitig aus der Monitoringphase; die Kühllasten auch im Winter sind wesentlich kleiner als in Abb. 1, die Jahresarbeit beträgt weniger als die Hälfte der erwarteten

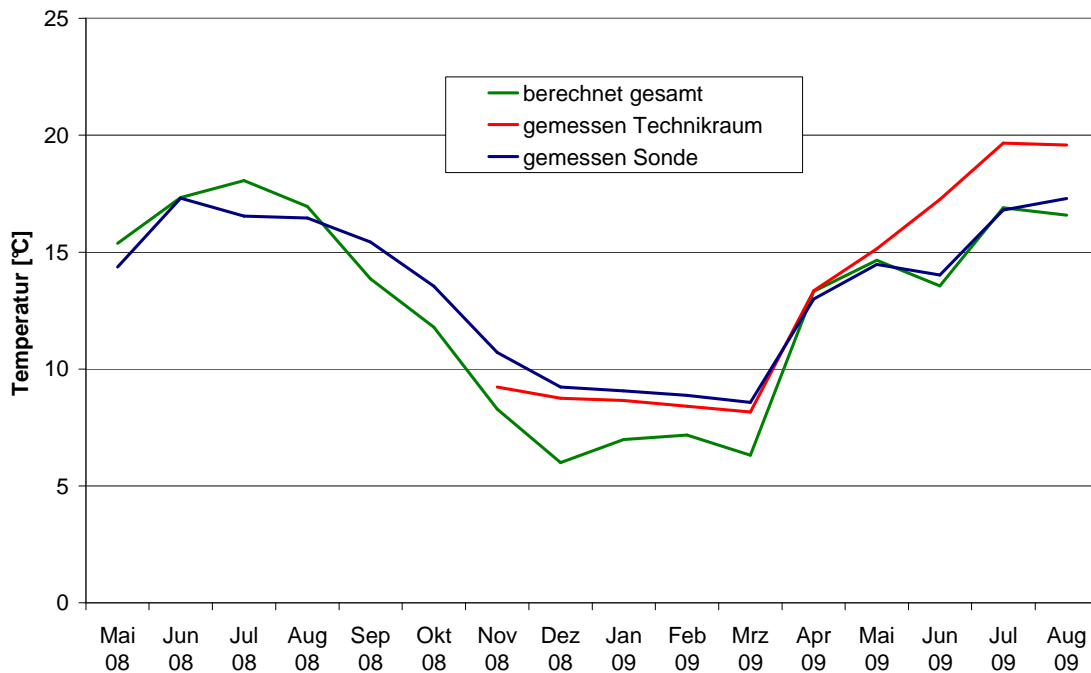


Abb. 3: Anlage 01, gemessene und mit EED berechnete Temperaturen in den Erdwärmesonden in der Monitoringphase

5. Fazit

Monitoring in größeren, komplexen Anlagen der Gebäudetechnik gestaltet sich recht schwierig. Die meist vorhandene GLT ist nicht immer als Monitoring-Tool geeignet, Sensor-Genauigkeiten sind häufig fraglich. Es bedarf umfangreicher Arbeiten an einer solchen Anlage, um alle für eine Aussage zur Effizienz nötigen Temperaturen und Wärmemengen zu erhalten. Im aktuellen Projektstand können, obwohl schon einige Wärmemengendaten vorliegen, noch keine Aussagen zu Arbeitszahlen gemacht werden. Die Berechnung der zu erwartenden Temperaturen bei Erdwärmesonden mit EED gibt brauchbare Ergebnisse (Abb. 3); eine größere Genauigkeit kann bei der betrachteten Anlage 01 nicht erwartet werden, da diese bereits seit 2001 in Betrieb ist und die thermische „Vorgeschichte“ nicht bekannt ist.

Das Vorhaben wird vom BMWi unter Kz. 0327364B gefördert, wofür die Autoren danken möchten. Die Verantwortung für den Inhalt der Publikation liegt allein bei den Autoren.

IEK, Leibniz-Universität Hannover, Herrenhäuser Str. 8, 30419 Hannover
 gunnar.harhausen@iek.uni-hannover.de, matthias.wohlfahrt@iek.uni-hannover.de

UBeG Dr. Mands & Sauer GbR, Reinbergstraße 2, 35880 Wetzlar
 ubeg@ubeg.de