

# Die Energieeffizienz einer Grundwasser – Elektro-Wärmepumpe Nr 2203 für die Heizwärme in der Neuapostolischen Kirche in Lahr (Schwarzwald)

Ein Bericht von Dr. Falk Auer und Herbert Schote, Lahr

Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr

## Zusammenfassung:

Die Grundwasser-Wärmepumpe für die Neuapostolische Kirche in Lahr arbeitet mit einer Jahresarbeitszahl von 4,4 mit „guter“ Energieeffizienz. Bei ihr sind nur noch 23 % Strom erforderlich, um zusammen mit 77 % Wärme aus dem Grundwasser die Kirche zu beheizen.

## 1. Einführung und Aufgabenstellung

Im Hinblick auf die zunehmenden Anforderungen an den Klimaschutz hat sich die Neuapostolische Kirche entschlossen, bei einem Neubau in Lahr (Schwarzwald) eine Grundwasser-Wärmepumpe zur Beheizung der Kirchenräume zu erproben. Da bereits Saug- und Schluckbrunnen zur ständigen Reinigung des Grundwassers wegen einer Industrie-Altlast vorhanden waren, lagen für den Bauherren günstige Voraussetzungen vor.

Grundwasser-Wärmepumpen gehören wegen der hohen Kaltquellentemperatur im Vergleich zu Luft- und Erdreich-Wärmepumpen zu den Spitzenreitern bei der Energieeffizienz. Wie die Phase 1 des "Feldtests Elektro-Wärmepumpen" am Oberrhein zeigte (Schlussbericht: [www.agenda-energie-lahr.de](http://www.agenda-energie-lahr.de)), sind Jahresarbeitszahlen bis zu 4 möglich (siehe INFO-BOX „Jahresarbeitszahl“ rechts). Das Mittel bewegt sich jedoch nur um die 3 herum. Die Gründe liegen bei Einfamilienhäusern in einer zu hohen Leistung der Grundwasser-Förderpumpe und in zu kleinen Durchmessern für die Saug- und Schluckbrunnen. Die Hoffnung war bei diesem Großprojekt, dass sich durch ein günstigeres Verhältnis der Nennleistungen von Förder- zu Wärmepumpe die Energieeffizienz erhöht.

## 2. Kirche

Der Neubau der Kirche aus dem Jahre 2008 liegt am Nordrand der Lahrer Innenstadt. Das Gelände war eine Industriebrache unter der sich verunreinigtes Grundwasser befindetet. Filter und Förderpumpen müssen deshalb das Grundwasser jahrzehnte lang über einen Saug- und Schluckbrunnen im Umlauf reinigen. Diesen Umstand machte sich die Bauleitung der Kirche in Zusam-

### INFO-BOX: Jahresarbeitszahl

Die Jahresarbeitszahl JAZ einer Wärmepumpe ist definiert als das Verhältnis von jährlich erzeugter Wärme am Ausgang zum notwendigen Strom an deren Eingang.

Laut der Deutschen Energieagentur (dena) in Berlin und des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes (RWE) in Essen muss die Jahresarbeitszahl größer als  $JAZ = 3$  sein, um Wärmepumpen als "energieeffizient" und größer als  $JAZ = 3,5$  sein, um sie als "nennenswert energieeffizient" bezeichnen zu können.

Die günstigere *Erzeuger*-Jahresarbeitszahl EJAZ wird direkt hinter der Wärmepumpe gemessen: Die für die Energieeffizienz maßgebliche *System*-Jahresarbeitszahl SJAZ berücksichtigt zusätzlich noch die folgenden periphere Verlustquellen: Heizungspuffer- und Trinkwasserspeicher, Abtauenergie eines ev. vorhandenen Lamellenverdampfers (Luft-Wärmepumpen) sowie Förderpumpe bzw. Ventilator, Notheizstab und Speicher-Ladepumpen.



menarbeit mit der Stadt Lahr zu nutze: Über einen Wärmetauscher koppelt sie einen Teil der im Grundwasser enthaltenen Wärme aus und nutzt sie als Kaltquelle für die Wärmepumpe. Diese beheizt den großen Kirchensaal, die Sakristei sowie die Gruppen- und Nebenräume mit einer gesamten Nutzfläche von 391 m<sup>2</sup>. Die Warmwasserbereitung erfolgt wegen des geringen Verbrauches elektrisch über einen Durchlauferhitzer und ist nicht Gegenstand der Untersuchung.



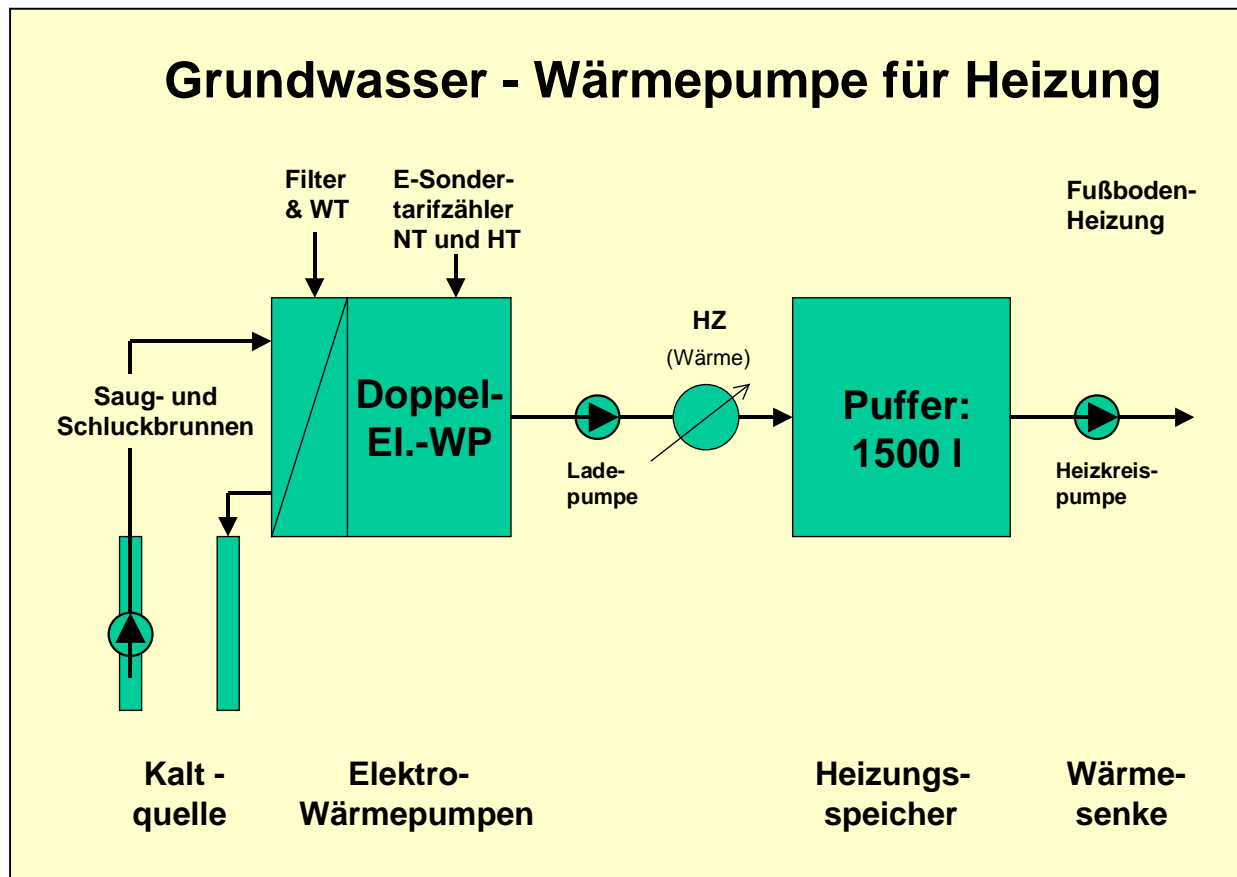
### 3. Grundwasser - Wärmepumpe

Zwei Elektro - Grundwasser-Wärmepumpen mit einer Nennleistung von je 16 kW-thermisch liefern stufenweise die Heizwärme für die Kirche. Bei einer elektrischen Leistungsaufnahme von 3,7 kW je Wärmepumpe beträgt der COP = 4,3 (Coefficient of Performance = Leistungszahl auf dem Teststand bei B0/W35).

Die Wärmepumpen arbeiten in einer Heizzentrale im Erdgeschoss und puffern die erzeugte Wärme in einem 1,5 m<sup>3</sup> großen Speicher, ehe diese in die Fußbodenheizung gelangt. Ein Not - Heizstab ist zwar vorhanden, aber im Normalfall nicht eingeschaltet.

#### 4. Messtechnik

Wie die graphische Darstellung unten zeigt, verfügt die Heiz-Wärmepumpe über einen Wärmehzähler. Er sitzt direkt an deren Ausgang und misst die günstigere *Erzeuger*-Jahresarbeitszahl.



Auf der elektrischen Seite erfasst ein Sonderzähler mit Nieder- und Hochtarifen nicht nur den Stromverbrauch der Wärmepumpen selbst, sondern auch noch die Hilfsenergien für den Not-Heizstab, die Speicherladepumpen, die Regelung und Steuerung sowie für die Umwälzpumpe der Fußbodenheizung, jedoch nicht den Strom für die Grundwasser-Förderpumpe. Die *Erzeuger*-Jahresarbeitszahl berechnet sich wie folgt:

$$EJAZ = Q_{WP} / ( NT + HT + UP_{Förd} - UP_{Sp} - UP_{Hk} )$$

mit	$Q_{WP}$	Erzeugte Wärme am Ausgang der beiden Wärmepumpen
	NT und HT	Sondertarifzähler Wärmepumpen (Nieder- und Hochtarif)
	$UP_{Förd}$	Elektrische Energie Grundwasser-Förderpumpe
	$UP_{Sp}$ und $UP_{Hk}$	Umwälzpumpen für Speicherladung und Heizkreis.

Die Erfassung der elektrischen Energie der Grundwasser-Förderpumpe  $UP_{Förd}$  war direkt nicht möglich, weil sie nicht Teil der Wärmepumpe selbst ist, sondern primär der Grundwasserreinigung dient; außerdem ist deren Leistung deutlich größer als für die Wärmepumpe eigentlich notwendig gewesen wäre.

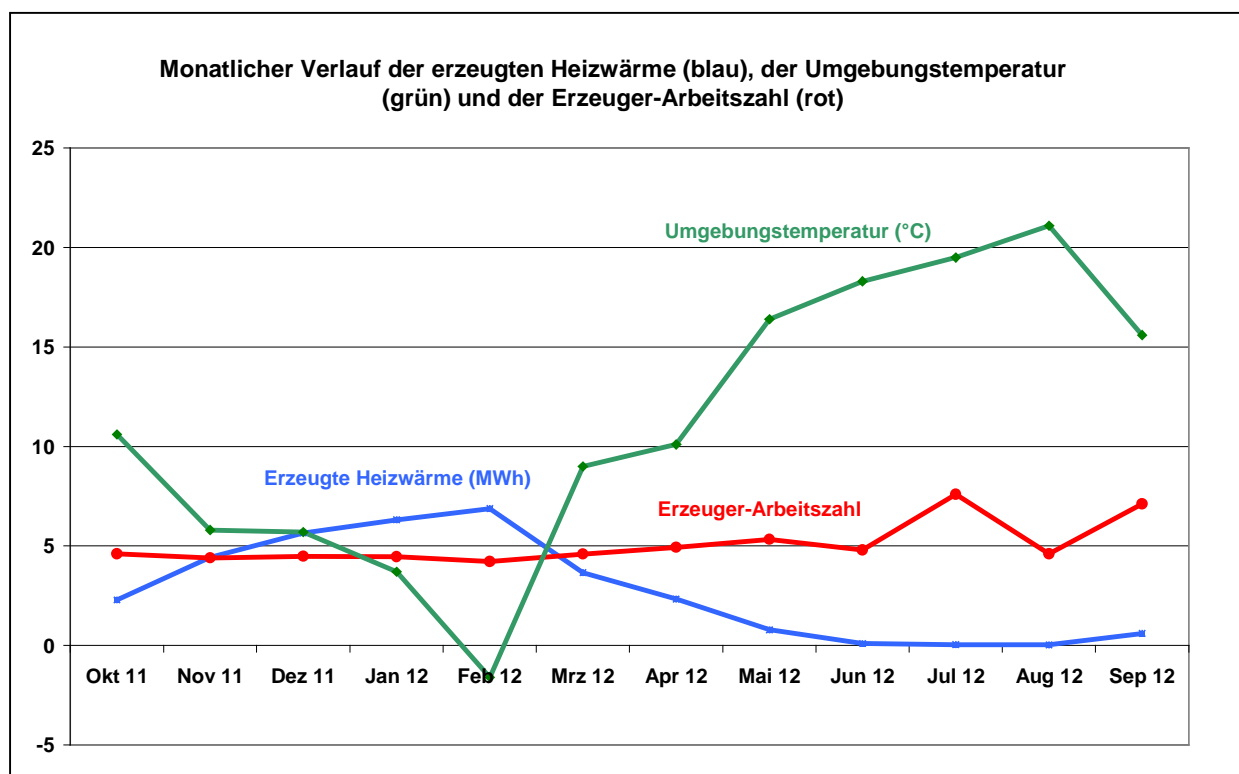
Es gab jedoch ein Ausweg: Die Agenda-Gruppe bestimmte im Rahmen der Energieeffizienzmes- sung einer Grundwasser-Wärmepumpe in Freiburg auch die elektrische Energie für die Förder- pumpe selbst. Da die Nennleistung der Wärmepumpe und die Jahresarbeitszahl mit der in der Lahrer Kirche vergleichbar sind, ist es zulässig, den prozentualen Anteil der Förderpumpe in Höhe von 12% am jährlichen Energieverbrauch der Wärmepumpe auf die vorliegende Untersu- chung zu übertragen; weitere Informationen dazu sind im Anhang 8 zu finden.

Die Ladepumpe für den Heizungspufferspeicher geht bei der *Erzeuger*-Jahresarbeitszahl nicht in die Energiebilanz ein; ebenso auch nicht die Umwälzpumpe des Heizkreises, weil sie nicht Bestandteil des Wärmepumpensystems ist. Ein Not-Heizstab deckt den Wärmebedarf der Kirche ab, wenn die Leistung der beiden Wärmepumpen einmal nicht ausreichen sollte oder technische Probleme auftreten; das war aber während des einjährigen Monitorings nicht der Fall.

Die Agenda-Gruppe erhielt monatlich die Ablesewerte der Wärme- und Elektrozähler. Zusätzlich steht noch die Umgebungstemperatur ihrer eigenen, automatischen Wetterstation in Lahr zur Verfügung. Alle Messwerte wurden zeitnah auf Plausibilität überprüft und rechnerisch zu Arbeitszahlen verknüpft.

## 5. Ergebnis

Die folgende Graphik zeigt den monatlichen Verlauf der Umgebungstemperatur, des Heizwärmeverbrauchs und der *Erzeuger*-Arbeitszahl von Oktober 2011 bis September 2012. Der Winter 2011/12 war in Lahr (Schwarzwald) zu warm gegenüber dem langjährigen Mittel von 1961 bis 1990, und zwar um +0,6°C.



Die Heizwärmeerzeugung betrug im Messjahr 33,1 MWh. Die *Erzeuger*-Jahresarbeitszahl gemäß der Formel in Kapitel 4 lautet  $EJAZ = 4,52$ . Die monatlichen Werte liegen im Winter wegen der tieferen Grundwassertemperatur niedriger -im sehr kalten Februar 2012 ergibt sich nur 4,2- und in den Sommermonaten höher.

Die für den Klimaschutz wichtigere *System*-Jahresarbeitszahl (siehe INFO-BOX auf Seite 1) ist bei der vorliegenden Untersuchung nicht gemessen worden. Sie bilanziert noch die thermischen Verluste des 1500 Liter - Heizungspufferspeichers und berücksichtigt auch noch den Strom für die Speicherladepumpe. Beides erniedrigt erfahrungsgemäß die *Erzeuger*-Jahresarbeitszahl um 0,1 bis 0,2 – Punkte, so dass sich für die *System*-Jahresarbeitszahl schließlich  $SJAZ = 4,4$  ergeben. Basis dieser Erfahrung ist der Schlussbericht der Phase 1 des „Feldtests Wärmepumpe“ unter [http://www.agenda-energie-lahr.de/WP\\_FeldtestPhase1.html](http://www.agenda-energie-lahr.de/WP_FeldtestPhase1.html).

## 6. Bewertung

Die ermittelten *Erzeuger-* und *System-*Jahresarbeitszahlen in Höhe von 4,5 bzw. 4,4 sind laut der Deutschen Energieagentur und des Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerkes als „nennenswert energieeffizient“ einzustufen (siehe INFO-BOX auf Seite 1). Gemäß der Klassifizierungstabelle der Lokalen Agenda 21 – Gruppe Energie Lahr (Schwarzwald) unter [www.agenda-energie-lahr.de/JAZ-Klassifizierung.html](http://www.agenda-energie-lahr.de/JAZ-Klassifizierung.html)) sind die Wärmepumpen als „gut“ zu bewerten.

## 7. Empfohlene Maßnahmen

Bei der Abschlussbegehung fiel die nicht vollständige Wärmedämmung auf (siehe Fotos). Sie ist nicht nur wegen der Minimierung der thermischen Verluste notwendig, sondern betrifft auch die Energieeffizienz der Wärmepumpe: Blanke Rohre erfordern eine höhere Vorlauftemperatur für die Heizkreise was die Jahresarbeitszahl erniedrigt. Es ist eine baldige, durchgängige Wärmedämmung notwendig, und zwar nicht nur für die Rohre, sondern auch für die Armaturen.



Darüber hinaus sollte die Wärmepumpe im Sommer komplett ausgeschaltet werden, um den unnötigen Heizwärmeverbrauch in diesen Monaten zu vermeiden. Auch ist es noch empfehlenswert, in gewissen Abständen die Zähler weiterhin abzulesen, um das einwandfreie Arbeiten der Wärmepumpe überprüfen zu können.

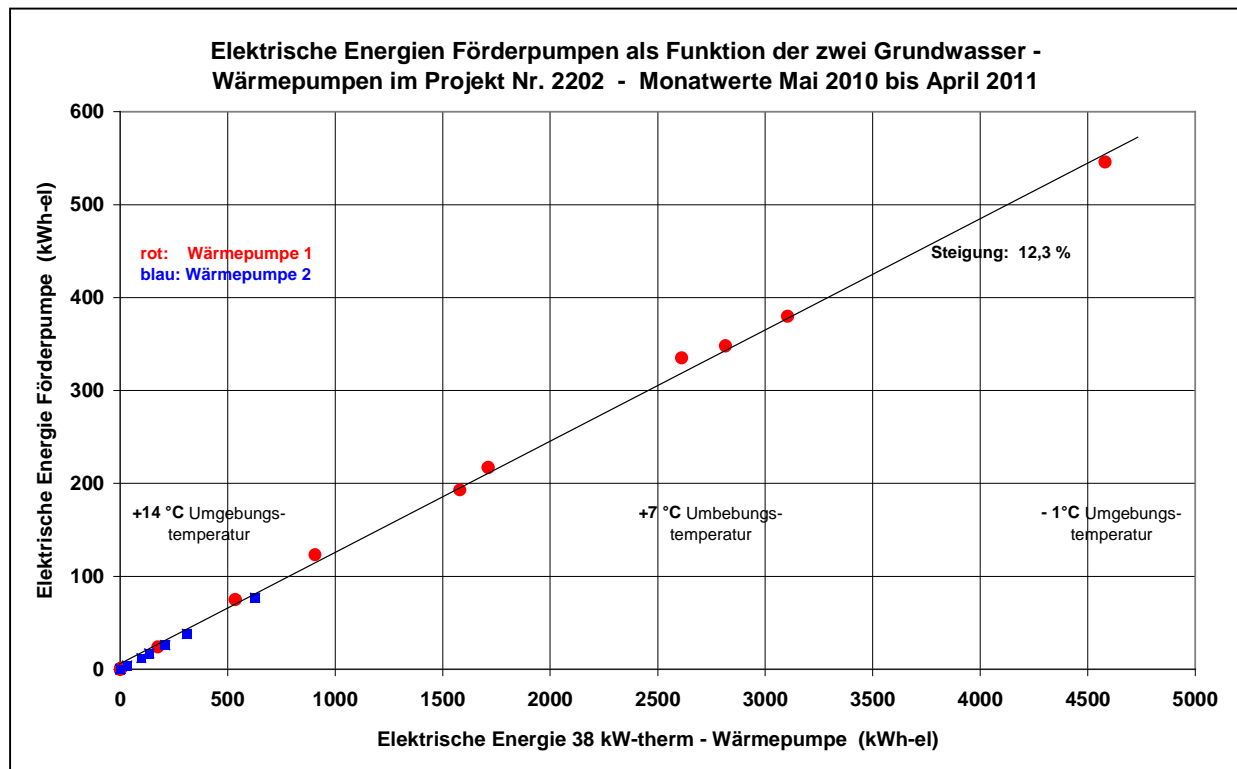
Dr. Falk Auer und Herbert Schote, [nes-auer@t-online.de](mailto:nes-auer@t-online.de), [www.agenda-energie-lahr.de](http://www.agenda-energie-lahr.de)

Im Oktober 2012

**Anhang 8** folgt auf der nächsten Seite.

## 8. Anhang (Ergänzung zu Kapitel 4)

Wegen der getrennten Zuständigkeiten für die Wärmepumpe (Kirche) und die Förderpumpe zur Reinigung des Grundwassers (Stadt Lahr) war die Messung der elektrischen Energie für die Förderpumpe nicht möglich, ganz abgesehen davon, dass deren Leistung für die Wärmepumpe viel zu hoch ist. Die Agenda-Gruppe nutzte deshalb detailliertere Messungen an einer Grundwasser-Wärmepumpe in Freiburg (siehe [www.agenda-energie-lahr.de/Phase2-Berichte.html](http://www.agenda-energie-lahr.de/Phase2-Berichte.html), Bericht Nr. 2202). Das ist zulässig, weil deren Nennleistung und die Jahresarbeitszahl mit der in der Lahrer Kirche vergleichbar sind. Das Ergebnis zeigt die folgende Graphik.



Die elektrischen Energien der Wärmepumpe und der Grundwasser-Förderpumpe stehen in einem guten linearen Zusammenhang: Je größer der monatliche Stromverbrauch der Wärmepumpe, desto höher auch im gleichen Verhältnis der Stromverbrauch der Förderpumpe. Deren prozentuale Anteil beträgt 12,3 % (Steigung der Geraden). Dieser Wert fand auch Eingang in die Bilanzierung der Grundwasser-Wärmepumpe in der Lahrer Kirche.