

Planung, Ausführung und Inbetriebnahme einer Sole-Wärmepumpe mit Geothermienutzung im Einfamilienhaus – Gebäudebestand

Dipl.-Ing. Helfried Naumann
helfried.nau@gmx.de

Die Vorgeschichte

Neun Pfennige pro Liter kostete Heizöl vor 35 Jahren zum Planungszeitpunkt unseres Häuschens im Bergischen Land nahe Köln. Trotzdem lag dem Bauherrn viel an einer für damalige Zeit großzügigen Wärmedämmung im Zwischenraum des 2-schaligen Außenmauerwerks. Sieben Zentimeter Perlit-Schüttung sollten es schon sein und eine Fußbodenheizung auch – damals eine echte Neuerung auf dem Gebiet des Heizungsbaus.

Der Heizungsbauer allerdings musste erst mühsam davon überzeugt werden, dass unter die Heizflächenregister ein wirksamer Dämmaufbau gehört, will man nicht auch das Erdreich unter der Bodenplatte im Untergeschoss mit heizen. Nach längerer Überzeugungsarbeit wurde damals die erdseitige Fußbodendämmung auf 10 cm Styropor verstärkt. Der Bauherr nennt also eine Heizungsanlage aus der Pionierzeit des Fußbodenheizungsbaus sein Eigen, die aber auch nach 35 Jahren tadellos ihren Job macht, mit Vorlauftemperaturen von um die 35 °C.

Explodierende Energiekosten:

Die Energiekosten für Heizöl betragen in letzter Zeit um die 75 Cent pro Liter und haben sich damit schon fast auf das 17-fache erhöht. Höchste Zeit also, über Alternativen nachzudenken, zumal die Ölheizung nach 17 Jahren auch schon in die Jahre gekommen ist...

Inzwischen ermöglicht der Entwicklungsstand von Sole-Wasser-Wärmepumpen Jahresarbeitszahlen (JAZ) von 4,5, Vorlauftemperaturen um die 35 °C und Fußbodenheizung vorausgesetzt. Mit einer Kilowattstunde Energie lassen sich aus der Erdwärme also 4,5 kWh Heizenergie gewinnen. Die Voraussetzungen waren also vorhanden, so dass der planerische Entschluss im Sommer 2007 fest steht:

Wir steigen um, von der Ölheizung auf eine Wärmepumpe mit Erdwärme...

So richtig wirtschaftlich arbeitet eine Wärmepumpe mit Erdwärme bei vertikaler Energieentnahme und die Bemessung ergibt zwei Bohrungen zu je 71 m Tiefe. Bereits die für 10 € zu beziehende CD-ROM des Geologischen Dienstes NRW bestätigt für die Bergischen Höhen ausreichend gespeicherte Sonnenenergie.

Planungsdruck durch Modernisierungswünsche:

Der Heizungsraum des Bestandsobjektes liegt im rückwärtigen hangseitigen Hausbereich und damit viel zu weit weg für ein 10 t-Bohrgerät.



Ideal für die beiden Bohrungen wäre der Garagenvorplatz an der Hausvorderseite. Dann aber müssen die Soleleitungsanschlüsse noch innerhalb des Untergeschosses bis zum Heizungsraum verlegt werden. Hier nun kommt Meister Zufall zur Hilfe.



Seit Jahren schon schwärmt die Dame des Hauses von einem neuen Badezimmer und dies, obwohl nach 35 Jahren noch alles funktioniert... Aber in 2008 sollte es dann mithilfe einer kleinen Erbschaft doch soweit kommen.

Noch während der Abbrucharbeiten für das Badezimmer gilt es zu handeln. Die Umbaupläne fürs Badezimmer ermöglichten so die erforderlichen Soleverlegearbeiten zur Realisierung auch der Heizungspläne.

Gefunden werden konnte eine Heizungsfirma, die ca. 100 Wärmepumpen jährlich in Betrieb nimmt.

Innerhalb einer Woche wird abgestimmt, die beiden Soleleitungen für Vor- und Rücklauf in Verbindung mit der Badezimmerrenovierung oberhalb der abgehängten Decke vorzurichten und in einer nicht mehr benötigten Wandaussparung auf Bodenniveau zu führen. Mit zwei Kernbohrungen schräg nach unten durch die Untergeschoss-Außenwände wird der Anschluss an den Außenbereich geschaffen.

Die Soleleitungen in spe werden nach ihrer Verlegung im Badezimmer mit 8 bar abgedrückt, um Montageundichtigkeiten auszuschließen. Am wichtigsten ist jedoch deren Wärmeisolierung. Im Jahresmittel beträgt die Soletemperatur 10 Grad, wobei sie mit nur 4 Grad zurück ins Bohrloch geschickt wird. Zur Vermeidung von Tauwasser ist also innerhalb des Hauses eine luftdicht ummantelte Wärmdämmung zwingend erforderlich. Alles verschwindet hinter einer dunkelbraun gewählten Spanndecke aus Kunststoff-Folie, in der sich das neue Badezimmer spiegelt.

Das Fördermanagement:

Es erstaunt immer wieder, wie wenig verbreitet die Informationen über vorhandene Fördermöglichkeiten gestreut sind.

Gerade eine energetische Sanierung im Bestand lässt z. Zt. noch die Fördertöpfe sprudeln - vorausgesetzt, das Objekt wird dem aktuellen Stand der EnEV angeglichen.

Was natürlich erst einmal zu bewerkstelligen und durch einen rechnerischen Nachweis zu belegen ist.

Nicht verschwiegen werden soll, dass alleine die Recherche über alle aktuellen Fördertöpfe richtig Arbeit macht. Gerade auch deshalb soll hier etwas ausführlicher auf die vorhandenen Fördermöglichkeiten (Stand Frühjahr 2008) eingegangen werden.

- **CO2-Gebäudesanierungsprogramm**

Die Erfassung des wärmetechnischen IST-Zustandes hilft nicht nur weiter, sie deckt auch sinnvolle Möglichkeiten für eine energetische Verbesserung auf. Im vorliegenden Fall offenbart die Energiebedarfsberechnung einige interessante Optimierungsmöglichkeiten.



Die alten Fenster mit einem U-Wert von $3,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (einschl. der vor 35 Jahren gängigen Kunststoffrahmen) sollen durch Scheiben mit $U_g = 1,1$ und damit einem U-Wert von $1,3$ einschl. der Fensterrahmen verbessert werden und auch bei der über 7 m^2 großen Glasbauwand in der Diele wird eine zusätzliche äußere Doppelverglasung den Gesamtenergieverbrauch mindern. **Alleine durch die Fenstersanierung wird der Transmissionswärmeverlust um nahezu 38 % sinken.**

Auch eine Zusatzdämmung auf der Holzdecke über dem Kaminzimmer und die unterseitige Dämmung der Untergeschossdecke über dem Kellerbereich erscheinen sinnvoll. **Damit kann der Transmissionswärmebedarf soweit auf das in 2008 geltende Neubau-Niveau abgesenkt werden, dass das CO2-Gebäudesanierungsprogramm der kfw-Förderbank für alle energetischen Sanierungsmaßnahmen in Anspruch genommen werden kann.**

Hier gewählt: 10 % Zuschuss für alle energetischen Maßnahmen im CO2-Gebäudesanierungsprogramm der KfW-Bank (siehe dazu Merkblatt 430-Zuschuss).

Im betrachteten Investitionsbeispiel wurden also sowohl für die ...

- Kosten der **Geothermieheizung mit den dafür erforderlichen Bohrungen,**
- **Zuleitungen zum Haus, Elektroinstallationen einschl. Zusatzstromzähler,** als auch die
- Kosten für eine **energetische Sanierung der Fenster,**
- **Rollläden sowie der Wärmedämmung der Rollladenkästen** und
- **Wärmedämm-Zusatzarbeiten auf dem Dachboden und unter der Kellerdecke**

... in den Förderantrag an die kfw-Bank aufgenommen. Die maximal mögliche Fördersumme von brutto 50.000 € wird damit noch nicht ganz ausgeschöpft, aber ca. 4.600 € wird der Zuschuss zur Gebäudesanierung doch betragen.

Marktanreizprogramm 2008 des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Gefördert werden im Gebäudebestand Sole/Wasser-Wärmepumpen mit 20 € pro Quadratmeter Wohn- oder Nutzfläche. Der Maximalförderbetrag beträgt 3.000 €. **Kann im Bestandsbereich zusätzlich eine Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpe von 4,5 erreicht werden, dann erhöhen sich die Fördersätze um 50 % und damit auf 4.500 € (!).** Es ist logisch, dass es galt, die Erzielung einer so hohen Arbeitszahl zum Maßstab für alle weiteren Überlegungen zu machen...

Für den Nachweis der Jahresarbeitszahl ist ein Wärmemengenzähler notwendig – einzubauen in den Rücklauf des Wärmepumpenausganges (ca. 300 €) – und dessen Einbau also direkt bei der Heizungsbestellung zu veranlassen.

Der Förderantrag ist innerhalb von 6 Monaten nach Fertigstellung der Anlage zu stellen und die erreichte JAZ durch einen Wärmemengenzähler in Verbindung mit dem Stromverbrauchszähler zu belegen. Zum Zeitpunkt der Skriptfassung ergaben sich die aktuellen Arbeitszahlen wie folgt:

Wärmemengenzählerstand für ...	
1. Gut Fünf Monate Warmwasserbereitung sowie 2. Gut zwei Monate der Heizperiode bis zum 12. Nov. 2008:	3.355 KWh
Gesamtstromverbrauch für die ersten 5 Monate:	678 KWh
AZ – IST : Erzielte Wärmemenge/ Gesamtenergie- aufwand Strom: $3.355 / 678 =$	4,95
JAZ – Soll :	4,5

Damit sind die Bedingungen für die um 50 % erhöhte Förderung eingehalten!

Folgende Hinweise sind zusätzlich sinnvoll:

Die bisherige Arbeitszahl (AZ) beinhaltet zu Dreifünftel der Laufzeit ausschließlich die Warmwasserbereitung. Dies führt durch die dafür höheren Aufheizgrade auf 49 °C naturgemäß zu einer geringeren Arbeitszahl, da die Wärmepumpe für die Warmwasserbereitung nicht im optimalen Temperaturbereich arbeitet.

Die mittlere Arbeitszahl (AZ) für die reine Warmwasserbereitung liegt bei 3,92. Wird aber für den bisherigen Heizzeitraum mit Vorlauftemperaturen um 35° C die Warmwasserbereitung unberücksichtigt gelassen, dann steigt die AZ direkt auf 5,53.

Ganz allgemein steigt also die AZ bei zunehmendem Heizbetrieb wegen der insgesamt niedrigeren Vorlauftemperaturen. Allerdings ist auch zu bedenken, dass während des noch bevorstehenden Winterbetriebes - durch den dann höheren Energieentzug - die Soletemperaturen des Zulaufs von anfangs über 12° C auf noch deutlich unter 10° sinken werden. Der Einfluss sinkender Soletemperaturen infolge des winterlichen Dauerwärmeentzuges wird also die Arbeitszahl insgesamt doch noch absinken lassen.

- **Förderprogramm des Energielieferanten für mind. 10 Jahre alte Bestandsbauten:**

Mit diesem Programm werden Wärmepumpen mit einer solaren Wärmequelle aus Erdenergie oder Luft **mit 750 € zusätzlich gefördert.** Im betrachteten Fall war der Antrag vor Start der Bauarbeiten beim Stromlieferanten zu stellen. Dieser Förderbetrag konnte direkt nach Fertigstellung der Wärmepumpenheizung abgerufen werden.

Der Stromlieferant vor Ort bietet aber noch ein weiteres Leckerchen, nämlich **einen Förderrabatt von 25 % auf den für Wärmepumpen bereits um 27,8 % reduzierten Grundtarif** von 18,38 Cent/KWh. Und dies auf die nächsten 10 Jahre.

Damit beträgt der Stromtarif für die Wärmepumpe z.Zt. lediglich 18,38 Cent/KWh – 27,8 % - 25 % = 9,95 Cent/KWh incl. 19 % MWSt.

Die gezeigten Konditionen für den Raum Gummersbach/Overath gelten exemplarisch. Es ist also sinnvoll, die Förderbedingungen der jeweiligen Stromlieferunternehmen gezielt abzufragen.

Zusammenfassung der aktuellen Förderinstrumente:

Förderstelle - Infos:	Berechnungsmodus:	Förderbetrag EURO
<p>CO2-Gebäudesanierungsprogramm (430-Zuschuss) der kfw-Bankengruppe</p> <p>Infos: www.kfw-foerderbank.de</p>	<p>Fördervariante A: Energetische Sanierung auf Neubau-Niveau nach EnEV oder besser:</p> <p>Zuschuss in Höhe von 10 % der förderfähigen Investitionskosten bis max. 5.000 € pro Wohneinheit, wenn eine energetische Sanierung auf Neubau-Niveau nach EnEV erreicht wird und das Gebäude bis zum 31.12.1983 fertig gestellt wurde.</p> <p>Ausgang sind die Bruttokosten für Austausch der Heizung + Wärmedämmung des Daches + Wärmedämmung der Kellerdecke + Erneuerung der Fenster.</p> <p>Antrag vor Beginn der energetischen Sanierung.</p> <p>Gesamtförderung: 10% von max. 46.000 € =</p>	<p>4.600,--</p>
<p>Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)</p> <p>Infos: www.bafa.de</p>	<p>Marktanreizprogramm 2008</p> <p>Zuschuss für die Errichtung einer Sole/Wasser-Wärmepumpe im Bestand mit Förderbetrag von 20 € pro m² Wohn- oder Nutzfläche - bis max. 3.000 €.</p> <p>Es gibt hier zusätzlich eine Innovationsförderung für besonders effiziente Wärmepumpen, die im Bestand eine JAZ von 4,5 erreichen. Dann erhöhen sich die Fördersätze um 50 % !</p> <p>Zum Nachweis ist der direkte Einbau eines Wärmemengenzählers erforderlich.</p> <p>Antrag innerhalb von 6 Mon. nach Fertigstellung.</p> <p>Gesamtförderung: 20 €/m² x 150 m² + 50 % (!) =</p>	<p>4.500,--</p>
<p>Stromlieferant: AggerEnergie</p>	<p>Förderrichtlinie ‚ökologisch‘ für Wärmepumpen zur Raumheizung im mind. 10-Jahre alten Bestand.</p> <p>Förderantrag vor Beginn der Bauarbeiten.</p> <p>Fördersumme von 750 € ist abrufbar nach Einbau des zusätzlich erforderlichen Stromzählers.</p>	<p>750,--</p>
<p>Stromlieferant: AggerEnergie</p>	<p>Förderrabatt von 25 % auf den für Wärmepumpen geltenden Preis (z.Zt. brutto 13,26 C/KWh) auf 10 Jahre:</p> <p>Ca. 4.220 KWh/Jahr x 0,1326 €/KWh x 25 % x 10 Jahre =</p>	<p>1.400,--</p>
<p>Erzielte Gesamtförderung in EURO:</p>		<p>11.250,--</p>

Haustechnik und Heizungsfirma:

Entdeckt hat der Bauherr die Heizungsfirma bei einem Neubauvorhaben in näherer Umgebung. Ihm war bewusst, dass Wärmepumpen mit ihrer anspruchsvollen Steuerung in die Hände eines Unternehmens gehörten, das dutzende Anlagen jährlich installiert.

Am Hersteller WATERKOTTE interessierte die zugesicherte Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4,5 und die Pauschalierung des Bohraufwandes bezogen auf die erforderliche Wärmepumpenleistung von 9,4 KW, ermittelt aus dem langjährigen Ölverbrauch der Ölheizung von durchschnittlich 2500 l Heizöl. Damit ergibt sich eine Dimensionierung der Wärmepumpe von gerade noch 2,1 KW Leistungsaufnahme.

Wichtig ist, dass sich für den Bauherrn kein Bohrrisiko ergibt. **Mit entscheidend für die Beauftragung ist auch, dass die Bohrungen durch eine Partnerfirma des Herstellers erfolgen und es damit nur noch e i n e n Ansprechpartner gibt.**

Es gilt, eine wasserrechtliche Genehmigung für die anstehenden zwei Bohrungen mit einer wirksamen Bohrtiefe von 71 m einzuholen. Geologische Karten liefern hier die Grundlagen in Verbindung mit der erforderlichen Heizleistung. Entgegen nimmt den Antrag das Amt für Wasserwirtschaft bzw. die Umweltschutzbehörde von Kreis oder Stadt. Vorbereitet durch die Bohrfirma steht einer Zusage und damit den Bohrarbeiten nichts mehr im Wege.

Beginn der ersten Bohrung – 26.05.2008

Bohrgeräte benötigen einen möglichst festen, am besten auch befestigten Standplatz. Auch deshalb wird die Garagenzufahrt für die beiden anstehenden Bohrungen ausgewählt.

Es ist soweit, per Joystick und Fernbedienung lässt sich die Bohrlafette auf Ketten zentimetergenau in die Garageneinfahrt bugsieren. Zur Aufnahme des Bohrgutes steht ein 7 m³-Container bereit und um 14:00 Uhr kann es losgehen. Im Abstand von zwei Meter Bohrtiefe wird je eine Bohrprobe gezogen, der Plastikbecher beschriftet und damit Teil des Bohrprotokolls.

Bis zu einer Tiefe von 12 m wird im Schutzrohr gebohrt, dann ist der Sandstein erreicht und es wird



auf eine weitere Verrohrung wird verzichtet. Manchmal dauert es 2 ½ Minuten für einen Bohrschuss von zwei Meter, dann eine vielfache Zeit und in 46 m wird der Grundwasserhorizont erreicht – eine gute Nachricht, denn wasserhaltige Bodenschichten sind günstiger für die Energieentnahme als trockene Bohrungen. Um 19:00 Uhr ist für heute Feierabend.

2. Bohrtag – 27.05.2008

10:30 Uhr: Die volle Bohrtiefe von über 71 m ist erreicht. Dann aber zeigt eine Lotung, dass in 60 m Tiefe das Bohrloch zugefallen ist. Grund dürften lockere Bodenschichten im Grundwasser sein. Das Bohrgestänge wird herausgezogen und unter Schutzverrohrung noch einmal die Strecke ab 12 m erbohrt. Gegen 20:15 Uhr des zweiten Tages hat die Bohrmannschaft ihr Ziel erreicht.

3. Bohrtag – 28.05.2008

Die 32 mm dicken Entnahmerohre können über eine Kabeltrommel ins Bohrloch versenkt werden



und zwar im Doppelpack mit Rücklauf. Zusätzlich wird ein Verpressrohr mit abgetäuft, sodass das Rohrbündel aus einer Fünferpackung besteht, durch eine stählerne Gewichts-sonde nach unten gezogen.

Es gibt Probleme mit der Bentonitpumpe, mit der ein Zement-/Bentonitgemisch von unten in das Bohrloch gepresst werden soll. Es hilft nur eine Zerlegung der Pumpe aber dann kann der Verpressvorgang starten.

4. Bohrtag – Beginn der zweiten Bohrung - 29.05.2008

Das Bohrgestänge wird dieses Mal mit einem Fräsbohrkopf bestückt, der bis auf 60 m Bohrtiefe auch gut voran kommt. Dann aber werden für einen Bohrschuss 75 Minuten benötigt... Es wird erforderlich, das gesamte Bohrgestänge zu ziehen, um mit einem Hammermeisel die erforderliche Bohrtiefe zu erreichen. Gegen 19:00 Uhr ist dies auch hier geschafft und die Rohrbündel können versenkt werden.

So fix hätte es eigentlich auch bei der ersten Bohrung gehen sollten...



5. Bohrtag – 30.05.2008

Die Verpressarbeiten mit Bentonit gestalten sich schwieriger als gedacht. Es müssen fast 1100 Kg Portlandzement nachgeordert werden. Das erste Bohrloch muss jetzt zusätzlich auch von oben nachverpresst werden, weil sich von unten keine vollständige Ummantelung herstellen lässt.

Bei der zweiten Bohrung kann das Schutzrohr aber ohne Widrigkeiten im Wechsel mit den Bentonitverpressungen gezogen werden. Am Spätnachmittag ist dann auch das zweite Bohrloch wieder verfüllt.

20:00 Uhr – die Bohrlafette hat ihre Schuldigkeit getan und kann zum nächsten Einsatzpunkt gebracht werden.

6. bis 9. Vorbereitungsstag

Für die Verbindung der beiden Bohrlöcher untereinander sowie deren Anschluss an die bereits vorgeschaltete Hausinstallation wird ein wenigstens 90 cm tiefer Verbindungsgraben erforderlich, der in Eigenregie durch einen Minibagger im Vorgarten und dann auf dem Garagenvorplatz erstellt wird. Zug um Zug werden durch die Heizungsfirma die Soleleitungen der Bohrlöcher durch eine thermische Verschweissung verbunden. Dabei ist es wichtig, dass alle Verbindungen zu den beiden Bohrlöchern gleich lang sind, um gleiche innere Strömungswiderstände zu erreichen. Alle Soleleitungen werden durch ein Sandbett vor Beschädigungen geschützt.



Nachweise zur Dichtigkeit aller Verbindungsmittel erfolgen mittels Wasserfüllung und Druckprüfung über Nacht. Parallel zu den äußeren Vorarbeiten wird auch der zusätzliche Zählerkasten

für die verbilligte Wärmepumpenenergie montiert und die Anschlussleitungen bis zum Heizungskeller verlegt.

10. und 11. Tag – Montagearbeiten Wärmepumpe

Bereits innerhalb von zwei Tagen können die eigentlich für drei Tage vorgesehenen Montagearbeiten abgeschlossen werden:

Abbau des 17 Jahre alten Ölbrenners samt Warmwasserspeicher, Montage eines 400 Liter-Zwischenspeichers für die Warmwasserbereitung und schließlich die Wärmepumpe selbst.

Besondere Sorgfalt erfordert die Isolierung des Vor- und Rücklaufes von Soleleitungen innerhalb des Objektes. Selbst im Sommer beträgt die Erdtemperatur nur etwa 12°C, die Rücklauftemperatur sogar nur 5°C. Um eine Kondensation auch innerhalb der Wärmedämmung zu vermeiden, sind hier alle Anschlüsse dampfdicht zu verkleben.

Seit 35 Jahren in Betrieb ist auch die Fußbodenheizung, aber die Registerverteiler lassen einen hydraulischen Abgleich noch nicht zu. Auch deshalb wird der Austausch aller Fußbodenverteilerregister veranlasst. Die Möglichkeiten für einen hydraulischen Abgleich sind heute aber auch Voraussetzung in den Förderbestimmungen. Für die Warmwasserbereitung in der warmen Jahreszeit spielt dies allerdings noch keine Rolle und so kann die Anlage in der ersten Juniwoche 2008 endlich starten...



Erste Erfahrungen oder ... aus dem Nähkästchen geplaudert ...

Brauchwassermodul:

Die ehemalige Warmwasserbereitung funktionierte über einen Speicher, der auf ca. 50° C geladen wurde. Einmal pro Woche musste - zur Verminderung der Verkeimungsgefahr - die Speichertemperatur auf 55 °C angehoben werden.



Auch bei der Wärmepumpenanlage der Firma WATERKOTTE gibt es einen Boiler, der dient aber ausschließlich als Energiespeicher für ein spezielles Wärmemodul.

Dieses funktioniert als Durchlauferhitzer und spricht erst beim Öffnen des Warmwasserhahnes an. Das Speicherwasser erwärmt das noch kalte Frischwasser im

Bruchteil einer Sekunde. Immerhin 54 KW leistet dieser Wärmetauscher und er liefert 20 l/min bei einer Erwärmung von 10 auf 55°C.

Wenn das Brauchwasser immer frisch erwärmt wird, erübrigt sich auch die Gefahr der Legionellenbildung und damit auch die Erfordernis nach Warmwassertemperaturen, die so heiß niemand benötigt.

Zuerst also galt es, die ideale Temperatur für das Brauchwasser zu ermitteln. Zusätzlich sollte es für den heutigen Zweipersonenhaushalt des Bauherren ausreichend sein, den Ladespeicher nur einmal täglich anzufahren.

Letztendlich wird die Heizungssteuerung so eingestellt, dass die Wärmepumpe den Speicher jeweils morgens auf eine Wassertemperatur von 49 °C erwärmt. Mit dieser Einstellung wird die Spülmaschine versorgt, ohne viel Zusatzenergie für deren Aufheizung aufwenden zu müssen. Auch um die Mittagszeit und zum Spülen zwischendurch ist das Wasser heiß genug.

Zum abendlichen Duschen reicht die dann vorhandene Wassertemperatur von um die 41 °C immer noch aus und in den Nachtstunden minimieren sich auch die Temperaturverluste. Morgens vor dem Duschen erfolgt die tägliche Regelaufheizung. **Übrigens spart die hier beschriebene Regelung fast 30 % Energie ein, gegenüber der automatischen Warmwassersteuerung.**

Mit diesem Zyklus verbraucht die Wärmepumpe während ihres 25-minütigen Hochladens im Durchschnitt gerade mal 1.4 kWh oder anders ausgedrückt 14 Cent pro Tag an Stromkosten. Damit kann man zufrieden sein, denn die Ölheizung verbraucht mit wenigstens 0,8 l Heizöl bzw. ca. 60 Cent das über Vierfache an Energiekosten...

Naturkühlung:

Kühlen ist schon immer ein besonderer Luxus gewesen und Kenner der Materie wissen, dass Kühlen etwa fünfmal soviel Energie benötigt wie Heizen. Wer aber ist schon gewohnt, sein Wohnobjekt im Sommer kühlen zu können? Jetzt aber wird dies fast zum Kinderspiel. Man kann dafür nämlich die im Sommer ca. 12 Grad kühle Glykol-Sole so geregelt durch die Fußbodenregister schicken, dass damit

das Objekt ausschließlich mit Pumpenstrom gekühlt wird. Gleichzeitig wird dadurch der Erdspeicher thermisch aufgeladen, was wiederum die Wärmepumpe bei der Warmwassererzeugung entlastet.

Leider gab es in diesem Sommer nichts zu kühlen, aber ausprobiert hat der Bauherr die Sache schon einmal...

Es wird herbstlich kühl oder ‚die Heizperiode beginnt‘:

Bereits in den ersten Septembertagen fallen nachts die Außentemperaturen auf unter 14 Grad. Bei dieser Grenztemperatur möchte auch die Heizungssteuerung loslegen und die Wärmepumpe ihre Bereitschaft zur energiesparenden Arbeitsweise unter Beweis stellen. Jetzt gilt es behutsam die vielen Stellschrauben einer ausgeklügelten Temperatursteuerung einzuregulieren und diejenige Heizkurve zu finden, die bisher gewohnte Innentemperaturen aufkommen lässt.

Jetzt steht noch der hydraulische Abgleich der vier Heizungsregister und drei Plattenheizkörper an. Bei Temperaturen um 10° C ist auch prompt spürbar, dass der Rücklauf eines Heizungsregisters kalt bleibt. Abhilfe bringt die Drosselung der Einzelheizkörper an der Einstellverschraubung bei gleichzeitiger Reduzierung der Durchflussmengen der anderen Register. Ein paar Tage für die Feineinregulierung werden schon benötigt, dann aber werden alle Bodenflächen gleich warm. Jetzt im November liegen die Bodentemperaturen gerade mal 1,5 Kelvin über der Raumtemperatur. Sehr hilfreich erweist sich hier ein Infrarotthermometer für unter 20 €, mit dem man sehr einfach die jeweiligen Oberflächentemperaturen bestimmen kann.

Aktuell liegt die Arbeitszahl für die begonnene Heizperiode einschl. der unwirtschaftlicheren Warmwasserbereitung bei im Mittel 5,1 aber wichtig ist, sie pendelt sich oberhalb 4,5 ein, wegen der um 50 % höheren Förderung durch die BAFA, Sie wissen schon...

Heizkosten vorher / nachher?

Jetzt wird es spannend. Wie nämlich sieht es mit den tatsächlichen jährlichen Gesamtkosten aus? Anhand der bisherigen Auswertungen des täglichen Verbrauchs in Verbindung mit der Jahreslaufdauer der Wärmepumpe von ca. 1800 Stunden für den Heizbetrieb ergibt die **Tabelle auf Seite - 11 - eine jährliche Betriebskostensparnis von 1.580 €. gegenüber der alten Ölheizung.** Dabei ist der derzeitige Öl- und Strompreis unterstellt, was allerdings unrealistisch ist ...

Nach welcher Zeit wird sich die Investition gelohnt haben?

Hier nun gilt es erst einmal, alle angefallenen Kosten zusammenzutragen (**Siehe Seite -12 -**).

Unter Berücksichtigung der erhaltenen Förderung zeigt die Zusammenstellung, dass sich die Investition - ohne Berücksichtigung einer Verzinsung des eingesetzten Kapitals – nach 12,65 Jahren aus den Einsparungen bezahlt macht.

Da die Energiekosten nach Ansicht aller Fachleute weiter überproportional steigen werden, dürfte sich die Wärmepumpe tatsächlich nach weit weniger als 10 Jahren bezahlt machen, und zusätzlich ein wenig zum Schutz der Umwelt beitragen...

Der Jahresenergieverbrauch für die Wärmepumpe wird etwa 4.220 kWh betragen. Schön, dass die im Sommer 2007 in Betrieb genommene Photovoltaikanlage mit einem Jahresertrag von 7.700 kWh nun für Heizung und Warmwasser sorgt aber auch den halben Normalstromanteil abdeckt. Aber das ist eine andere Baustelle...

Gegenüberstellung der jährlichen Betriebskosten:

Art der Betriebskosten:	Bisher Ölheizung Baujahr 1991	Wärmepumpe mit Geothermie
Energiekosten 2008: i.M. Öl: 2500 l x i.M. 0,75 €/l = ca. 1.800 h x (2,1 KW + 0,24 ² KW) x 0,10 €/KWh = <small>)² Verbrauch Solepumpe</small>	1.875,--	421,20
Warmwasserbereiten Wärmepumpe: (365 Tage – 25 Urlaub) x 1,4 KWh x 0,10 €/KWh =	Bereits enthalten	48,30
Heizungswartungsvertrag: Zählerkosten und Rundsteuerempf.:	183,31	78,54
Schornsteinfeger: vorher/nachher	65,41	26,11
TÜV-Untersuchungen für unterirdi- schen Öllagertank im Garten im Abstand von 5 Jahren: Ca. 150,-- € / 5 =	30,--	entfällt
Jährliche Heizkosten: Stand November 2008	2.153,72	574,15
Jährliche Betriebskostensparnis:		ca.1.580

Zusammenstellung der Investitionskosten Geothermie:

Einzelausgaben:	Beträge:
Wasserrechtliche Erlaubnis:	250,--
Gesamtaufwand Wärmepumpe , Bohrungen, Warmwassermodul mit Energiespeicher, Naturkühlung, Wasserrechtlicher Antrag:	25.934,65
Containerdienst für Bohrgut:	190,--
Elektroinstallation und Zählereinbau:	1.900,--
Erdarbeiten für Kanalgräben zwischen den Bohrungen und als Hausanbindung:	1.500,--
Verlegung Soleleitungen vom Heizraum durch UG-Flur und Badezimmer bis durch die Außenfundamente:	1.459,50
Gesamtausgaben Geothermie:	31.234,15
Entlastung durch Förderung: -	11.250,--
Tatsächlicher Aufwand: EURO	19.984,15
Amortisierung der Investition zum Energiekostenstand Herbst 2008: 19.984,15 / 1.580 Betriebskostensparnis =	12,65 Jahre