

Erdwärme : Eine saubere und nachhaltige Energie für alle

Editorial

Im April fand in Antalya (Türkei) der Geothermische Weltkongress WGC2005 statt. Dieser Grossanlass, der alle 5 Jahre abgehalten wird, wurde von der Internationalen Geothermischen Vereinigung (IGA) und der Geothermischen Vereinigung der Türkei organisiert.

Folgende aktuelle Höhepunkte der Geothermie können hervorgehoben werden. In 24 Ländern wird nun geothermischer Strom mit einer installierten Leistung von 9000 MWel produziert (12% Zunahme seit dem Jahr 2000). Ebenfalls kann eine zunehmende Privatisierung der geothermischen Stromproduktion festgestellt werden. Im Bereich der Stimulierten Geothermischen Systeme (EGS) ist zwar das industrielle Stadium noch nicht erreicht, allerdings kann in vier Jahren mit drei konkretisierten EGS-Pilotanlagen gerechnet werden (in Soultz im Elsass, im Cooper Basin in Australien und in Basel). In urbanen Gebieten von mehreren Ländern werden geothermische Vorkommen zwischen 100 und 150° C zur gekoppelten Wärme- und Stromproduktion verwendet.

Und schliesslich sind in 71 Ländern im Bereich der geothermischen Direktnutzung eine Gesamtleistung von 28'000 MWth installiert (16% Zunahme seit dem Jahr 2000). Nimmt man die installierte Leistung pro Kopf, so belegt die Schweiz weltweit den guten 5. Platz. Diejenigen geothermischen Niedertemperaturanlagen, die mit einer Wärmepumpe gekoppelt sind, haben dabei die grösste Wachstumsrate.

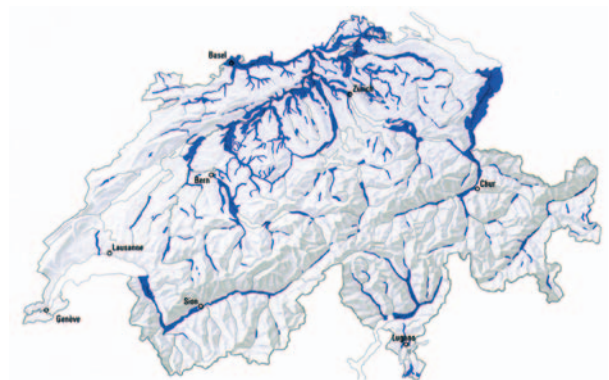
Diese Ausgabe von **Info-Geothermie** ist der Nutzung der natürlichen Wärme des Grundwassers aus untiefen Grundwasserleitern gewidmet. Eine Wärmepumpe entzieht dem entnommenen Grundwasser die Kalorien, was die Niedrigtemperaturheizung von Gebäuden erlaubt.

F.-D. Vuataz

Heizen mit Grundwasser: Beispiele aus dem Kanton Aargau

Grundwasser: kaum genutzter Wärme-pool

Die grossen Grundwasservorkommen der Schweiz befinden sich vorwiegend im Vorfeld der Alpen, also im Mittelland und den inneralpinen Tälern, wie z.B. dem Rhône- oder dem Vorderrheintal. Diese Täler sind grösstenteils mit gut durchlässigen Schottern verfüllt, in denen sich das von den Höhenlagen fließende Meteorwasser ansammelt und entlang der grossen Flusssysteme entwässert. Die Schotterfüllungen erreichen Mächtigkeiten von bis zu 60 m. Sie sind in ihren tieferen Bereichen wassergesättigt. Nicht selten können so Grundwassermächtigkeiten von 30 bis 40 m erreicht werden.



Grundwasservorkommen in Lockergesteinen in der Schweiz (reproduziert mit Bewilligung des BWG, vom 16.6.2005)

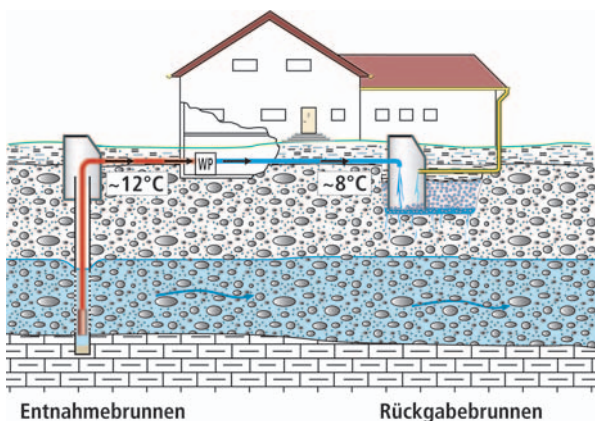
Die saisonal nur wenig variierenden Grundwassertemperaturen liegen im Mittelland zwischen 10 und 12° C, in den alpinen Tälern rund 2° C tiefer. Dieser konstante Wärmepool eignet sich somit hervorragend für die Beheizung von Gebäuden. Es ist jedoch zu beachten, dass das Grundwasser durch die Anlage nicht verschmutzt wird, und sich die natürliche saisonale Grundwassertemperatur unter Einbezug sämtlicher, im betrachteten Grundwasser- gebiet installierten Anlagen, nicht mehr als um 3° C verändert. Für die allenfalls notwendigen Bewilligungen zur Grundwasser- Wärmenutzung sind die jeweiligen kantonalen Behörden zuständig.

Prinzip der Grundwasserwärmenutzung

Das in der Tiefe liegende Grundwasser wird durch eine Bohrung erschlossen und mittels einer Unterwasserpumpe zur Heizanlage befördert. Hier erfolgt mithilfe einer Wärmepumpe ein Wärmeentzug, mit welchem die benötigten Vorlauftemperaturen des Heizsystems erreicht werden können.

Das abgekühlte Grundwasser wird in der Folge über einen Rückgabebrunnen in den Grundwasserkörper zurückgegeben. Dort wo durchlässige Schotter schon unmittelbar unter der Oberfläche beginnen, kann der Rückgabebrunnen als einfacher Baggerschacht realisiert werden. Vielfach wird hier auch die Gelegenheit benutzt, das zu versickernde Dachwasser zwecks Grundwasseranreicherung in denselben Schacht einzuleiten. Bei der Grundwasserentnahme- und Rückgabestelle muss unbedingt darauf geachtet werden, dass die Entnahmestelle im Anstrom- und die Rückgabestelle im Abstrombereich des Grundwassers liegt, da ansonsten eine kontinuierliche Abkühlung des Grundwassers erfolgen würde.

Schema einer Gebäudeheizung mit Grundwasser-
sernutzung (Grafik EBERHARD & Partner AG)



Feuerwehrgebäude in Sisseln

Im Sommer 2002 wurde die bestehende Ölheizung im Feuerwehrgebäude (Werkhof und Wohnhaus) der Gemeinde Sisseln (AG) zu 100% durch eine Grundwasser-Wärmepumpenanlage ersetzt. Das Gebäude befindet sich über einem 10 m mächtigen Grundwasserkörper, dessen Grundwasserniveau vor der Sanierung zeitweise über die Bodenplatte des Gebäudes anstieg.

Im Zuge des Umbaus im Minergiestandard® wurde ein bestehender Abwasserschacht, welcher direkt im Grundwasserkörper lag, gegen das Grundwasser hin geöffnet. Des Weiteren wurden die bestehenden Abwasserleitungen verschlossen und in den Schacht sowohl eine niveaugesteuerte Absenkpumpe als auch die für den Wärmepumpenbetrieb erforderliche Unterwasserpumpe eingebaut. Durch diese Kombination ist es nun möglich, das Grundwasser einerseits unter die Bodenplatte abzusenken und andererseits das gesamte Gebäude umweltfreundlich zu beheizen.

Die Anlage, welche eine jährliche Wärmeproduktion von rund 50 MWh (21 kW Wärmeleistung, 2'400 jährliche Betriebsstunden) aufweist, fördert während des Wärmepumpenbetriebs im Schnitt 6 m³ Grundwasser in der Stunde. Dem zwischen 10.5 und 12.5° C warmen Grundwasser werden dabei direkt in der Wärmepumpe (ohne Zwischenkreislauf) 3.5° C (ΔT) entzogen, und die Temperatur des Wassers im Heizkreislauf anschliessend auf die benötigte Vorlauftemperatur von durchschnittlich 45° C angehoben. Die Anlage weist eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 4 auf. Eine Analyse der Anlage ergab, dass diese durch eine geringe Erhöhung des ΔT noch verbessert werden könnte.



Feuerwehrgebäude mit Wohnun-
gen in Sisseln (Foto EBERHARD &
Partner AG)

Valiant Bank in Suhr

Der Neubau des Bankinstitutes Valiant in Suhr (AG) wurde im Jahr 2003 fertiggestellt. Unter dem Gebäude befindet sich in 12 m Tiefe ein 17 m mächtiger Grundwasserkörper, welcher Temperaturen von 11 bis 12° C aufweist. Aufgrund dieser Voraussetzungen wurde beschlossen, die Beheizung des gesamten Gebäudes durch eine Grundwasser-Wärmepumpenanlage abzudecken. Zusätzlich wird das Bürogebäude im Sommer über einen Plattenwärmetauscher durch Grundwasser gekühlt.

Mit Hilfe von thermoaktiven Bauteilsystemen (TABS) wird das Gebäude effizient beheizt und gekühlt. Durch diese, in Böden und Decken eingelegten wasserführenden TABS-Module, kann im Sommer die Wärme während des Tages zwischengespeichert und während der Nacht abgeführt werden. Im Winter dient das gleiche System zur Abgabe der geförderten geothermischen Wärme. Die Vor- bzw. Rücklauftemperaturen betragen im Sommer 27° C bzw. 30° C und in der Wintersaison 21° C bzw. 16° C. Dem Grundwasser wird somit im Winter 4° C entzogen und im Sommer 5° C zugeführt. Mit diesem System kann sowohl eine sanfte, zugfreie Kühlung (67 kW Kühlleistung) als auch eine effiziente Beheizung (67 kW Heizleistung) erfolgen. Das System zeichnet sich zusätzlich durch seine Wirtschaftlichkeit und hohe



Valiant Bank in Suhr (Foto
EBERHARD & Partner AG)

Energieeffizienz aus. Die Beheizung einer Dachwohnung erfolgt mittels einer Bodenheizung.

Kirche und Pfarrhaus in Bremgarten

Eine alte Ölheizung der katholischen Kirche inklusive Pfarrhaus in Bremgarten (AG) wurde im Frühling 2002 zu 50% durch eine Grundwasser-Wärmepumpenanlage ersetzt. Die Anlage befindet sich innerhalb des Reussmäanders im alten Stadtbereich und liegt über einem sehr geringmächtigen Grundwasserstrom, welcher von der südwestlichen zur nordöstlichen Seite des Mäanders fließt. Das Besondere der Anlage ist, dass die Grundwassermächtigkeit nur gerade 1.5 m beträgt und sich bei sehr trockenen Witterungsverhältnissen sogar bis auf 30 bis 40 cm reduziert. Entsprechend dieser stark schwankenden Grundwassermächtigkeiten variieren die möglichen Grundwasserförderungsraten beträchtlich. Eine direkte Einleitung des Grundwassers in die Wärmepumpe, wie im Falle von Sisseln, war unter diesen Umständen nicht möglich, da in der Wärmepumpe selbst konstante Durchflussmengen gefordert sind. In der Folge wurde ein Zwischenkreislauf mit einem Wärmetauscher eingebaut.

Die Anlage, welche für den Anteil, der durch die Wärmepumpe abgedeckt wird, einen Wärmebedarf von 100 MWh pro Jahr (25 kW Heizleistung, 4'000 jährliche Betriebsstunden) aufweist, fördert während des Wärmepumpenbetriebs zwischen 5.4 und 0.6 m³ pro Stunde, wobei dem zwischen 9.5 und 14.5° C warmen Grundwasser zwischen 3 und 6° C entzogen werden. Über den Zwischenkreislauf werden die Temperaturen in die Wärmepumpe übertragen und dort auf die benötigten Vorlauftemperaturen von 45 bis knapp 50° C erhöht. Trotz diesen nicht gerade idealen Grundwasserverhältnissen weist die Anlage eine JAZ von 3.8 auf.



Katholische Kirche mit Pfarrhaus in Bremgarten (Foto EBERHARD & Partner AG)

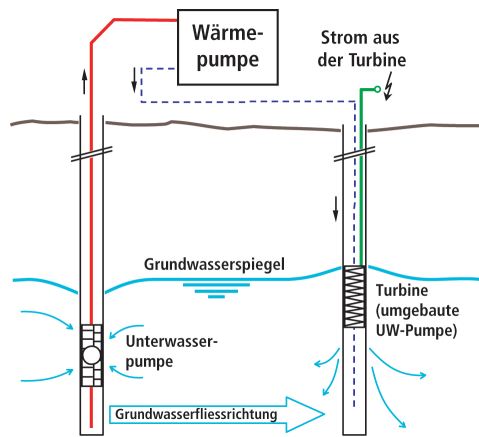
Wohn- und Gewerbehäuser Elektro-Güller AG in Würenlos

Der Wärmebedarf des an der Juchstrasse in Würenlos (AG) im Jahr 2004 erstellten Wohn- und Gewerbehäuser wird vollständig durch eine Grundwasser-Wärmepumpenanlage abgedeckt. Es ist geplant, an diese Anlage noch weitere, zurzeit noch renovationsbedürftige Liegenschaften der näheren

Technische Angaben von vier Grundwasser-Wärmepumpenanlagen aus dem Kanton Aargau

Gebäude	Feuerwehrgebäude	Valiant Bank	Kirche und Pfarrhaus	Elektro-Güller AG
Ort	Sisseln	Suhr	Bremgarten	Würenlos
Art des Gebäudes	Wohnhaus, Werkhof	Geschäftshaus	Kirche, Wohnhaus	Büro, Wohnhaus
Energiebezugsfläche EBF (m ²)	713	2'410	780 + 720	2'531
Grundwasserfassung				
Tiefe der Bohrung (m)	5 (Schacht)	30	6	61
Tiefe des Grundwassers (m)	3	12	3.5	47
Grundwassermächtigkeit (m)	10	17	1.5 / 0.3	14
Fördermenge (m ³ /h)	6	17	5.4 - 0.6	23
Wärmepumpe (WP)				
Verdampferleistung (kW)	14	53	20	52
Heizleistung / Kühlleistung (kW)	21 / -	67 / 67	25 / -	62 / -
Jährliche Betriebsstunden (h)	2'400	1'640	4'000	2'600
Wärmebedarf (MWh/Jahr)	50	110	100	168
Jahresarbeitszahl (JAZ)	4.0	4.7	3.8	3.0
Abdeckung durch WP (%)	100	100	50	100
Inbetriebnahme	2002	2003	2002	2004

Umgebung anzuschliessen. Das Gebäude befindet sich über einem in 50 m Tiefe liegenden, 10 m mächtigen Grundwasserstrom, welcher durch eine 60 m tiefe Bohrung erschlossen wurde. Da die Deckschichten nicht sickerfähig sind, musste zur Rückgabe des abgekühlten Wassers im Abstrombereich des Grundwassers eine weitere Bohrung realisiert werden.



Schema der Wärmepumpenanlage in Würenlos mit der eingebauten Turbine zur Stromgewinnung (Grafik EBERHARD & Partner AG)

Die zur Förderung des Grundwassers benötigte Unterwasserpumpe liegt im Entnahmebrunnen in 55 m Tiefe. Ein beträchtlicher Teil des zur Aufrechterhaltung des Betriebes benötigten elektrischen Stromes muss für die grosse Förderhöhe aufgewendet werden. In den Rückgabeburgen wurde deshalb zur Rückgewinnung, wenigstens eines Teils des aufgewendeten Stromes, in 45 m Tiefe eine Turbine (umgebaute Unterwasserpumpe) eingebracht. Zur Abdeckung des zur Zeit benötigten Wärmebedarfs von 168 MWh pro Jahr (62 kW Wärmeleistung,

2'600 jährliche Betriebsstunden) werden 23 m³ pro Stunde des durchschnittlich zwischen 10 und 12° C warmen Grundwassers gefördert. Von dem zur Förderung des Grundwassers aufgewendeten Strom können zur Zeit 15% durch die Turbine zurückgewonnen werden.

Interview

Dr. Bernard Matthey

BMIC Ing.-Conseils
Montezillon



Wieso verbreiten sich geothermische Anlagen, die auf Grundwasser basiert sind, in den verschiedenen Kantonen unterschiedlich ?

B. M.: Einerseits sind Grundwasserleiter mit günstigen Nutzungsbedingungen (Durchlässigkeit, keine Grundwasserschutzzone) sehr unterschiedlich verteilt in unserem Land. Zudem variieren die Strompreise für den Betrieb der Wärmepumpen von einem Kanton zum andern beträchtlich. Und schliesslich lässt sich diese Streuung auch durch die unterschiedliche lokale Verfügbarkeit von Fachpersonen (Hydrogeologen, Heizungsplaner) sowie der Bewilligungspraxis erklären.

Wodurch lässt sich die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Grundwasser-Wärmepumpen-Anlage erhöhen ?

B. M.: Jeden Grad Temperaturzunahme im Verdampfer erhöht praktisch den Wirkungsgrad der Wärmepumpe (COP) um 0.1. Denselben Effekt hat eine Temperaturerniedrigung im Kondensator.

Bei einer optimalen Temperatur der Wärmequelle, einem guten Wärmetauscher und bei geringen hydraulischen Widerstände lässt sich gegenüber einer guten Erdwärmesonde ein um bis zu 1.5-fach höhere JAZ erreichen, wodurch sich ein bis 30% geringerer Strombedarf ergibt. Es lohnt sich daher, sich jedes Mal zu fragen: Gibt es einen nutzbaren und leicht erschliessbaren Grundwasserleiter ?

Werden sich in naher Zukunft in der Schweiz die Grundwassernutzungen zur Wärmeergewinnung vervielfachen ?

B. M.: Die Erschliessung von Grundwasser ist doch delikat und etwas zufällig und bleibt deshalb selten. Eine Wasserbohrung kann scheitern - ein Umstand, der in der Berufswelt eines Heizungsingenieurs ungewöhnlich ist. Im Gegensatz dazu ist die das Erstellungsrisiko einer Erdwärmesonde praktisch Null.

Verglichen mit der Trinkwassernutzung ist der energetische Wert von Wasser nur mässig (30 bis 50 Rp./m³), ein grosser Untersuchungsaufwand ist daher kaum gerechtfertigt. Um mit einer raschen Untersuchung des Standortes den Erfolg der Bohrung garantieren zu können, muss der Hydrogeologe erfahren sein und die Region gut kennen.

Allerdings rückt die Kältenutzung von Grundwasserleitern während des Sommers aufgrund der ausgezeichneten Kühlkapazität ins Zentrum des Interesses, insbesondere da kantonale Energiefachstellen zunehmend den Gebrauch von Klimaanlage beschränken. Diese Nutzungsmöglichkeit trägt sicherlich zur zunehmenden Verbreitung dieses Anlagentyps bei.

Veranstaltungen

19. Oktober 2005: 16. Fachtagung der SVG - Vorstellung der SIA Dokumentation D 0190: Leitfaden zur Planung, Bau und Betrieb der energetisch genutzten Geostrukturen - Eidgenössische Technische Hochschule ETH Zürich
Information: Sekretariat SVG, H. Rickenbacher
Tel. & Fax 032 341 45 65
svg-ssg@geothermal-energy.ch

Kontakte & Auskünfte

Förderstelle Geothermie Deutsch-Schweiz
Dr. Mark Eberhard
Eberhard & Partner AG
Schachenallee 29
5000 Aarau
Tel.: 062 823 27 07
Fax: 062 823 27 06
mark.eberhard@geothermal-energy.ch

Gratis - Abonnement

Info - Geothermie

Deutsch Français Italiano

Firma / Institution _____

Name / Vorname _____

Adresse _____

PLZ / Ort _____

Tel / Fax _____

e-mail _____

Diesen Coupon schicken an : Schweizerische Vereinigung für Geothermie (SVG)

Sekretariat: H. Rickenbacher

Dufourstr. 87, CH-2502 Biel

Tel. & Fax 032 341 45 65

svg-ssg@geothermal-energy.ch



Juli 2005 / Nr. 9

Erscheint in Deutsch, Französisch und Italienisch

Herausgeber

Schweizerische Vereinigung für Geothermie SVG, Biel

Redaktion

EBERHARD & Partner AG, Aarau
service@eberhard-partner.ch
F.-D. Vuataz, francois.vuataz@crege.ch
CREGE, c/o CHYN, Neuchâtel

Redaktionskomitee

H. Gorhan, T. Kohl, T. Mégel, D. Pahud, L. Rybach, J. Wilhelm

Übersetzung

T. Mégel, GEOWATT AG, ZH

Satz/ Grafik

S. Cattin, CREGE, c/o CHYN, NE

Druck

Cighélio Sàrl, Neuchâtel

Info - Geothermie
Impressum