



CleanTech Studienreihe

Band 6 [┌]Geothermie[┐]

Licht ins Dunkel bringen –
Wie Sie von Geothermie profitieren

Mit Beiträgen u.a. von:





Deutsches CleanTech Institut

CleanTech Studienreihe

Band 6 Geothermie

April 2012

978-3-942292-16-0 | © DCTI 2012

Das vorliegende Werk ist insgesamt sowie hinsichtlich seiner Bestandteile (Text, Grafik, Bilder und Layout) urheberrechtlich geschützt. Die teilnehmenden Unternehmen zeichnen für ihre Anzeigen und Beiträge selbst verantwortlich. Die Rechte an den Anzeigen und Beiträgen – und, soweit nicht abweichend bezeichnet, die Rechte an Grafiken und Bildmaterial – liegen ebenfalls bei den Unternehmen bzw. den Urhebern der jeweiligen Werke.

Band

6「Geothermie」

Licht ins Dunkel bringen

DCTI

Deutsches CleanTech Institut

Gliederung

Gliederung

I.	Vorwort DCTI	S.17
	Grußwort GZB	S.19
II.	Einleitung	S.21
II.1	Einleitung	S.22
II.2.1	Beitrag GeoEnergy Celle e.V.	S.26
II.2.2	Beitrag GtV-Bundesverband Geothermie	S.30
II.2.3	Beitrag Internationales Geothermiezentrum (GZB)	S.34
III.	Geothermie für private Haushalte	S.36
III.1	Einleitung	S.38
III.2	Funktionsweise und Technologie	S.40
III.3	Anwendungen	S.48
III.4	Fördermöglichkeiten & Finanzierung	S.50
III.5	Rechtliches	S.52
III.6	Chancen und Risiken	S.54
III.7	Best Practice	S.56
III.8.1	Beitrag TiefBohr NRW	S.60
III.8.2	Beitrag Tracto-Technik	S.62
IV.	Geothermie für Unternehmen	S.66
IV.1	Funktionsweise und Technologie	S.68
IV.2	Anwendungen	S.70
IV.3	Fördermöglichkeiten & Finanzierung	S.74
IV.4	Rechtliches	S.76
IV.5	Chancen und Risiken	S.78
IV.6.1	Best Practice Mercedes Benz	S.80
IV.6.2	Best Practice Messe München	S.82
IV.6.3	Best Practice Geo Cool Delta System	S.84
IV.7.1	Beitrag Dr. Valentin Energiesoftware GmbH	S.86
IV.7.2	Beitrag Geotechnisches Umweltbüro Lehr	S.92
IV.7.3	Beitrag wirtschaftsförderung metropoluhr	S.94
IV.7.4	Beitrag Schiffer GEO • Services	S.96

V.	Geothermie für Stadtwerke & Kommunen	S.106
V.1	Funktionsweise und Technologie	S.108
V.2	Anwendungen	S.112
V.3	Fördermöglichkeiten & Finanzierung	S.114
V.4	Rechtliches	S.116
V.5	Chancen und Risiken	S.118
V.6.1	Best Practice Stadtwerke Munster Bispingen	S.120
V.6.2	Best Practice Gebhard-Müller-Schule	S.122
V.7.1	Beitrag Erdwerk GmbH	S.124
VI.	Risikobewertung und Risikominimierung	S.128
VI.1	Zu Risiken und Nebenwirkungen, fragen Sie...	S.130
VI.2	Risiken oberflächennaher und mitteltiefer Anlagen	S.132
VI.3	Risiken tiefegeothermischer Anlagen	S.136
VI.4	Rechtlicher Rahmen geothermischer Vorhaben	S.138
VI.5	Risikominimierung durch unabhängige Datenpools	S.144
VII.	Geothermie in energiewirtschaftlichen Zukunftsszenarien	S.148
VIII.	Fazit	S.152
IX.	Verzeichnisse	S.154
X.	Impressum	S.159

Kontakt daten Netzwerk



GeoEnergy Celle e.V.

Kompetenz in Erdöl, Erdgas, Erdwärme

GeoEnergy Celle e.V.

Dr. Susanne Schmitt

Hannoversche Straße 30a | 29221 Celle

Tel. +49 (0) 5141-20 88 1 88 | Fax +49 (0) 5141-20 88 1 87

info@geoenergy-celle.de

www.geoenergy-celle.de



Geologischer Dienst NRW

Geologischer Dienst NRW

De-Greiff-Str. 195 | 47803 Krefeld

Tel. +49 (0) 2151-897 0 | Fax +49 (0) 2151-897 505

poststelle@gd.nrw.de

www.gd.nrw.de

B | L | T | S

RECHTSANWÄLTE · FACHANWÄLTE

BLTS Rechtsanwälte Fachanwälte

Kumpfmühler Str. 3 | 93047 Regensburg

Tel: +49 (0)941-780 39 0 | Fax +49 (0) 941-780 39 29

info@blts.de

www.blts.de



GtV-Bundesverband Geothermie e.V.

Albrechtstraße 22 | 10117 Berlin

Tel. +49 (0) 30-200 95 495 0 | Fax +49 (0) 30-200 95 495 9

info@geothermie.de

www.geothermie.de



Internationales Geothermiezentrum (GZB)

Lennershofstr. 25 | 44801 Bochum

Tel. +49 (0) 234-32 10 233 | Fax +49 (0) 234-32 14 890

Geothermie@geothermie-zentrum.de

www.geothermie-zentrum.de

Kontaktdaten

Private Haushalte

**geotermica GmbH & Co. KG**

Vertrieb der TiefBohr NRW GmbH & Co. KG

Königstraße 26 | 70173 Stuttgart

Tel. +49 (0) 711-98 80 90 06 | Fax +49 (0) 711-98 80 90 07

info@geotermica.de

www.geotermica.de

**TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG**

Reiherstraße 2 | 57368 Lennestadt

Tel. +49 (0) 2723-80 80 | Fax +49 (0) 27 23-68 88 55

geothermie@tracto-technik.de

www.tracto-technik.de

Kontaktaten Unternehmen



[H. Anger's Söhne Bohr und Brunnenbaugesellschaft mbH](#)

Gutenbergstr.33 | 37235 Hessisch-Lichtenau

Tel: + 49 (0) 5602-93 30 0 | Fax: + 49 (0) 5602-93 30 70

info@angers-soehne.com

www.angers-soehne.com



[Atlas Copco MCT GmbH](#)

Langemarckstraße 35 | 45141 Essen

Tel. +49 (0) 201-21 77 0 | Fax +49 (0) 201-21 77 45 2

mdeinfo@de.atlascopco.com

www.atlascopco.de



[Dr. Valentin EnergieSoftware GmbH](#)

Stralauer Platz 34 | 10243 Berlin

Tel. +49 (0) 30-588 43 90 | Fax +49 (0) 30-588 439 11

info@valentin.de

www.valentin.de



[Fischer GeoPlan GmbH](#)

Gutenbergstr. 4 | 91560 Heilsbronn

info@fischer-geoplan.de

www.fischer-geoplan.de



Geotechnik Lehr

Am Taubenbaum 25 a
61231 Bad Nauheim

Tel. +49 (0) 60 32-32 34 30 | Fax +49 (0) 60 32-32 35 3

www.geotechnik-lehr.de



H.S.W. Ingenieurbüro Gesellschaft für Energie und Umwelt mbH

Gerhart-Hauptmann-Str. 19 | 18055 Rostock

Tel. +49 (0) 381-25 28 98 0 | Fax +49 (0) 381-25 28 98 20

HSW.Ingbuero@t-online.de

www.hsw-rostock.de



SGS Schiffer – GEO · Services

Treibweg 1 | 45772 Marl

Tel. +49 (0) 23 65-50 70 47 | Fax +49 (0) 23 65-20 54 97

SGS@Schiffer-Consult.de

www.schiffer-consult.de



Wirtschaftsförderung metropoleruhr GmbH

Ruhrstraße 1 | 45468 Mülheim an der Ruhr

Tel. +49 (0) 208-30 55 29 0 | Fax +49 (0) 208-30 55 29 99

info@wfgmetropoleruhr.de

www.business.metropoleruhr.de

Kontakt Daten



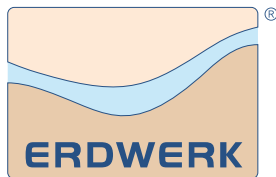
Daldrup & Söhne AG

Bavariafilmplatz 7 | 82031 Grünwald
Tel. +49 (0) 89-45 24 37 92 0 | Fax +49 (0) 89-45 24 37 92 88
info@daldrup.eu
www.daldrup.eu



DMT GmbH & Co. KG

Geschäftsfeld Exploration & Geosurvey
Silke Bißmann
Am Technologiepark 1 | 45307 Essen
Tel. +49 (0) 201-172 1764 | Fax +49 (0) 201-172 1971
Silke.Bissmann@dm.de
www.dmt.de



Hydrogeologie · Geothermie

ERDWERK GmbH

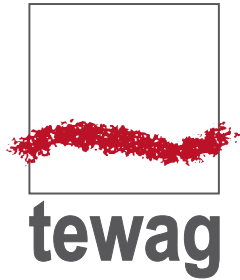
Renate Höferle
Bonner Platz 1 | 80803 München
Tel. +49 (0) 89-961 600 315 | Fax +49 (0) 89- 961 600 369
hoeferle@erdwerk.com
www.erdwerk.com

Rödl & Partner

Rödl & Partner – Wirtschaftsprüfer, Steuerberater, Rechtsanwälte

Anton Berger
Äussere Sulzbacher Strasse 100 | 90491 Nürnberg
Tel. +49 (0) 911-91 93 36 01
anton.berger@roedl.com
www.roedl.de

Stadtwerke/Kommunen



tewag Technologie - Erdwärmeanlagen - Umweltschutz GmbH

Am Haag 12 | 72181 Starzach

Tel. +49 (0) 7483-26908 0 | Fax +49 (0) 7483-26908 25

info@tewag.de

www.tewag.de



I. Vorwort

DCTI



Liebe Leserin, lieber Leser,

mit seinem sechsten Studienband Geothermie erschließt das DCTI mit dem Themenfeld Erdwärme ein Multitalent im Mix der erneuerbaren Energiequellen. Ob Wärme, Kälte oder Strom – Erdwärme lässt sich vielfältig im Rahmen von Großprojekten sowie von kleineren Einzelanwendungen energetisch nutzen – und dies gerade auch in Deutschland.

Die Energiewende findet bereits statt und um die gesetzten Klimaziele zu erreichen, muss in den kommenden Jahren der Anteil klimafreundlicher Energiequellen im Strom- und Wärmemix deutlich erhöht werden. Als einer der wenigen grundlastfähigen regenerativen Energiequellen kommt der Geothermie dabei eine zentrale Bedeutung zu.

Derzeit findet in Deutschland die Nutzung der Erdwärme vor allem im Wärmebereich statt und es konnte sich in den letzten zehn Jahren ein stabiler Markt für erdwärmegekoppelte Wärmepumpen entwickeln. Insgesamt nutzen in Deutschland derzeit mehr als 250.000 Anlagen die im oberflächennahen Bereich vorhandene Erdwärme zur Klimatisierung.

Schwierig stellt sich bisher die Stromerzeugung mit Hilfe von Erdwärmequellen dar, denn nur wenige Kraftwerke sind derzeit im kommerziellen Betrieb und stellen insgesamt eine Leistung von 7,3 MW bereit. Bohr- und Fündigkeitsrisiken gelten als die maßgeblichen Ursachen für diese Entwicklung. Es lässt sich jedoch beobachten, dass verbesserte finanzielle Anreize bereits zu einer deutlichen Zunahme an geplanten Großprojekten geführt haben. Es bleibt zu hoffen, dass der schlafende Riese Erdwärme sein Schattendasein verlässt und zukünftig das enorme Potential stärker genutzt wird.

Wir freuen uns, dass so viele Akteure der Branche wichtige Beiträge zu dieser Publikation geleistet haben. Dafür sagen wir herzlichen Dank.

Die Praxisbeispiele zeigen, dass bei professioneller Herangehensweise Vorbehalte gegenüber dieser Technologie unbegründet sind.

Philipp Wolff, Geschäftsführer

ERNEUERBARE
ENERGIE
GEOthermie
ENERGIEVERSorgung

SONNENENERGIE
WINDENERGIE
BIOMASSE
DEUTSCHEN
ANLAGEN
BEISPIELSWEISE
DEUTSCHE
BEVÖLKERUNG
ANTEIL
DEZENTRALEN
ERDE
QUELLEN
BIOERNEUERBARE
SONNE
REINARE
MEHR
WERTSCHÖPFUNG
HÖHERE
MENGEN
ENERGIEAGENTUR
ÖKOLOGISCHE
BIOKRAFTSTOFFEN
MASSNAHMEN
STUDIEN
GROSSEN
BIOGASANLAGEN
STUDIE
BEREIT
PREIS
DAHER
KOHLE
BEITRAG
WÄRE
ERDGAS
HÖHER
ANBAU
HOLZ
SEIT
TEIL
DABEI
WIND
SIEHE
MÜSSEN
LUFT
LAUT
IMMER
BESTIMMTEN
CENT
TECHNOLOGIEN
KÖNNTEN
BZW
DERZEIT
FREIGESETZT
PROZENT
KRAFTANLAGEN
KONVENTIONELLEN
STROMERZEUGUNG
AB
BEDEUTUNG
WENIGER
ZEIT
VOLLSTÄNDIG
ENTWICKLUNG
SZENARIEN
BENÖTIGT
FOSSILEN
ERNEUERBARE-ENERGIEN-GESETZ
FALL
VERSCHIEDENE
UNTERNEHMEN
STROMVERSorgung
ERZEUGT
REICHWEITE
ERREICHT
PHOTOVOLTAIK
ENERGIETRÄGER
SCHON
LEISTUNG
US-DOLLAR
SOGAR
BEIM
SOWIE
MIL
ME



Grußwort

GZB



Liebe Leserin, lieber Leser,

Mit dem Studienband Geothermie – „Geothermie – Licht ins Dunkel bringen“ halten Sie eine Veröffentlichung in den Händen, die Ihnen einen vertieften ersten Einblick in die Nutzungsmöglichkeiten der Geothermie geben wird. Losgelöst von politischen oder wirtschaftlichen Interessen werden die Chancen und Risiken der Technologie ebenso beleuchtet, wie ihre vielfältigen Einsatzmöglichkeiten exemplarisch dargestellt werden.

Bereits heute stellt Geothermie in Verbindung mit einer Wärmepumpe – insbesondere im Neubaubereich – eine wirtschaftliche Alternative gegenüber herkömmlichen fossilen Heizungen dar. Die geothermische Wärme- und Kälteversorgung ist technisch ausgereift und nahezu flächendeckend einsetzbar.

Die großen Vorteile der Geothermie kommen zukünftig aber erst so richtig zum Tragen, wenn mittelfristig tiefe geothermische Potentiale im Kraftwerksmaßstab genutzt werden.

Geothermie als ressourcenschonende und klimafreundliche Energieform kann durch dezentrale (Heiz-)Kraftwerke einen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung mit Strom, Wärme und Kälte in Deutschland leisten. Geothermie ist dabei – in Ergänzung der meisten anderen Erneuerbaren Energien – grundlastfähig, das heißt nicht fluktuierend zu jeder Tageszeit ganzjährig verfügbar.

Ich wünsche Ihnen bei der Lektüre dieses Studienbandes viel Freude und natürlich auch die ein oder andere neue Erkenntnis. Vielleicht haben auch Sie die Möglichkeit der Geothermie den Weg ein Stück mitzubereiten. Scheuen Sie sich dabei nicht neue Wege zu beschreiten und vielleicht auch ein kleines Wagnis einzugehen. Mittelfristig werden die Erneuerbaren Energien und die Geothermie die Energiewende in Deutschland meistern.

Beste Grüße und ein herzliches Glück Auf aus Bochum

Prof. Rolf Bracke



Unter Geothermie wird im allgemeinen Sprachgebrauch die energetische Nutzung der im Erdinneren vorhandenen Wärme verstanden. Geothermische Energie lässt direkt vor Ort gewinnen und für die Klimatisierung von Ein- und Mehrfamilienhäusern sowie von Bürogebäuden und öffentlichen Einrichtungen nutzen. Der Wärmebedarf einzelner Immobilien lässt sich in der Regel durch die Nutzung der oberflächennahen Geothermie überall in Deutschland bedienen. Neben der Klimatisierung können geothermische Heizsysteme auch den Warmwasserbedarf decken.

Aber auch hoher Wärmebedarf - wie er bei der Wärmeversorgung in Nah- und Fernwärmenetzen, bei industriellen Prozessen oder der geothermischen Stromerzeugung anfällt - lässt sich in Deutschland geothermisch durch tieferreichende Bohrungen decken. In diesem Bereich bieten vor allem das Molassebecken in Süddeutschland, die norddeutsche Tiefebene und der Oberrheingraben gute geologische Voraussetzungen. Je nach Standort finden sich dort unterirdische Warmwasservorräte, die sich zur direkten Wärmenutzung, zum Teil auch für die Erzeugung von Grundlaststrom mit Hilfe einer Turbine eignen. Die Restwärme lässt sich anschließend durch Kraft-Wärme-Kopplung zum Bedienen des Wärmebedarfs nutzen. Eine weitere Einsatzmöglichkeit der Geothermie liegt in der Bereitstellung von Prozesswärme für Industrie und Landwirtschaft.

Geothermische Systeme können den kompletten Wärmebedarf entweder alleine (monovalent) oder in Kombination mit anderen regenerativen oder fossilen Energieträgern (bivalent) decken.

In Deutschland ist die verstärkte Nutzung des Geothermiepentials erklärter politischer Wille. So steht den Nutzern eine Vielzahl von Förderprogrammen zur Verfügung, die eine finanzielle Unterstützung für geothermische Projekte vorsehen und diese zu einer ökologisch und ökonomisch attraktiven Investition machen. Neben Bundesprogrammen haben auch einige Bundesländer wie Mecklenburg-Vorpommern, Bayern und Rheinland-Pfalz eigene flankierende Maßnahmen zur Unterstützung von Geothermieprojekten ins Leben gerufen.

...

II. Einleitung



11.1

Einleitung Einleitung



In Deutschland trifft eine jährliche Energiemenge von bis zu 1.000 kWh/m² auf die Erdoberfläche

Quelle der geothermischen Energie

Die Erde ist in Schalenform aufgebaut und gliedert sich in eine dünne Erdkruste, den Erdmantel und den Erdkern im Inneren auf. Für die vorhandene Erdwärme lassen sich drei Energiequellen identifizieren. Zum einen sind im Erdinneren bereits große Wärmeenergiemengen in Form von Restwärme aus der Zeit der Erdentstehung gespeichert. Den höchsten Anteil der Erdwärme liefern jedoch radioaktive Zerfallsprozesse, die kontinuierlich im Erdinneren ablaufen. In der Nähe der Erdoberfläche – das heißt in den ersten 10 bis 15 m – bestimmen zudem auch die Einstrahlung der Sonne und auftreffender Niederschlag das Temperaturniveau mit, so dass das Temperaturniveau in dieser Tiefe im jahreszeitlichen Verlauf schwankt. Jährlich trifft in Deutschland durch die Sonneneinstrahlung je nach Standort eine Energiemenge von rund 900 bis 1.000 kWh/m² auf die Erdoberfläche.

Die Grundlagen der Thermodynamik sorgen zudem dafür, dass kontinuierlich Energie vom wärmeren Erdinneren in Form von Konvektionsströmen zum relativ kälteren Erdmantel übertragen wird. An der Erdoberfläche wird diese Wärme in Form des terrestrischen Wärmestroms abgegeben. Im Durchschnitt liegt diese Leistung bei rund 0,065 Watt pro Quadratmeter.

Geothermische Erschließungsarten

Geothermische Wärmequellen lassen sich hinsichtlich ihrer Lage in der Erdkruste in oberflächennahe Geothermie und tiefe Geothermie unterscheiden. Die oberflächennahe Geothermie beinhaltet alle Nutzungsarten bis zu einer Tiefe von 400m, bei tiefergehenden Bohrungen spricht man von Tiefengeothermie.

Das von Sonneneinstrahlung und Wasservorkommen bestimmte Temperaturniveau in den ersten 10 bis 15m reicht aus, um Gebäude mit Hilfe einer Wärmepumpe zu beheizen und mit Warmwasser zu versorgen. Mit zunehmender Tiefe steigt in der Erdkruste die Temperatur um rund 3 °C pro 100m an. Dementsprechend liegt das Temperaturniveau bei einer Tiefe von 4.000m bereits bei über 100° C. In dieser Tiefe reicht das Wärmeniveau aus, um die Erdwärme ohne den Einsatz einer Wärmepumpe direkt zur Wärmeversorgung zu nutzen bzw. um mit Hilfe einer Turbine Strom zu erzeugen.

Vorteile der Geothermie

Im Gegensatz zu anderen regenerativen Energiequellen wie der Sonnen- und Windenergie steht die Erdwärme ganzjährig und unabhängig von der Tageszeit als Energielieferant zur Verfügung. Damit gilt die Geothermie als grundlastfähig. Ähnlich wie die Sonne ist auch die Erdwärme aus der Sicht des Menschen eine unerschöpfliche, regenerative Energiequelle und kann einen wichtigen Beitrag zur Begrenzung des CO₂-Ausstoßes leisten.

Zudem fallen anders als bei fossilen Energieträgern oder bei Biomasseanlagen keine Betriebskosten für Brennmaterial an. Geothermieranlagen sind multifunktional und können zum Heizen, zur Warmwasserbereitstellung, zum Kühlen von Gebäuden und als thermische Speicher eingesetzt werden. Größere Anlagen sind zudem in der Lage, Strom zu erzeugen und Prozesswärme bereitzustellen. Die Geothermie zählt zu den Energiegewinnungsmethoden mit dem auch bei intensiver Nutzung geringsten Flächenverbrauch, da die Wärme im Inneren der Erde abgegriffen wird. Dies begrenzt das Auftreten von Lärm auch auf die Errichtungsphase, da im Betrieb optische oder akustische Störungen auf ein Minimum begrenzt sind.

Erdwärme ist aus der Sicht des Menschen eine unerschöpfliche, regenerative Energiequelle.

Marktentwicklung Geothermie

Die Marktentwicklung der Geothermie wird in Deutschland von drei Treibern maßgeblich mitbestimmt. Zum einen hängt die Nachfrage nach geothermischen Nutzungsmöglichkeiten von der Entwicklung der Preise für konventionelle, fossile Energieträger wie Erdöl oder -gas ab, da diese maßgeblich die relative Wirtschaftlichkeit der Geothermie mitbestimmen. Die beiden weiteren Faktoren sind die Verfügbarkeit von öffentlichen Geldern aus Fördermitteln sowie Nutzungsvorschriften zum Einsatz erneuerbarer Energien wie der Geothermie bei Neubauten oder der Sanierung von Bestandsbauten.

In Deutschland wird die Erdenergie derzeit sowohl im oberflächennahen Bereich wie auch tiefergeothermisch genutzt. Während im oberflächennahen Bereich ausschließlich eine Wärmenutzung erfolgt, nutzen tiefergeothermische Projekte die Erdwärme neben der Warmwasserbereitstellung zum Teil auch zur Stromerzeugung. Insgesamt waren im Februar 2012 18 tiefergeothermische Projekte in Betrieb und ebenso viele in der Bauphase. Weitere 69 tiefergeothermische Projekte sind derzeit in der Planungsphase [GtV: 2012].

Strom

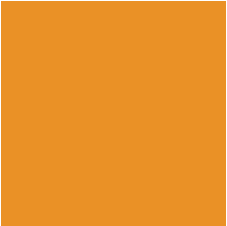
Derzeit sind in Deutschland fünf geothermische Kraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 7,3 MW in Betrieb. Damit lag im Jahr 2010 der Anteil geothermischer Stromerzeugung am Endenergieverbrauch bei 0,005 Prozent [BMU: 2011c, S. 7].

Mit zunehmender Nutzungsintensivierung der geothermischen Energie zur Stromerzeugung kann aber davon ausgegangen werden, dass auf technischer Seite deutliche Kostensenkungen erzielt werden können und der Marktanteil geothermischer Stromerzeugung steigt. Derzeit lässt sich bereits eine deutliche Marktbelegung beobachten: So waren Ende 2011 16 neue Kraftwerke in der Entwicklung.

Die Produktion von Strom aus geothermischer Energie steht in Deutschland derzeit noch am Anfang der Entwicklung.

11.1

Einleitung Einleitung

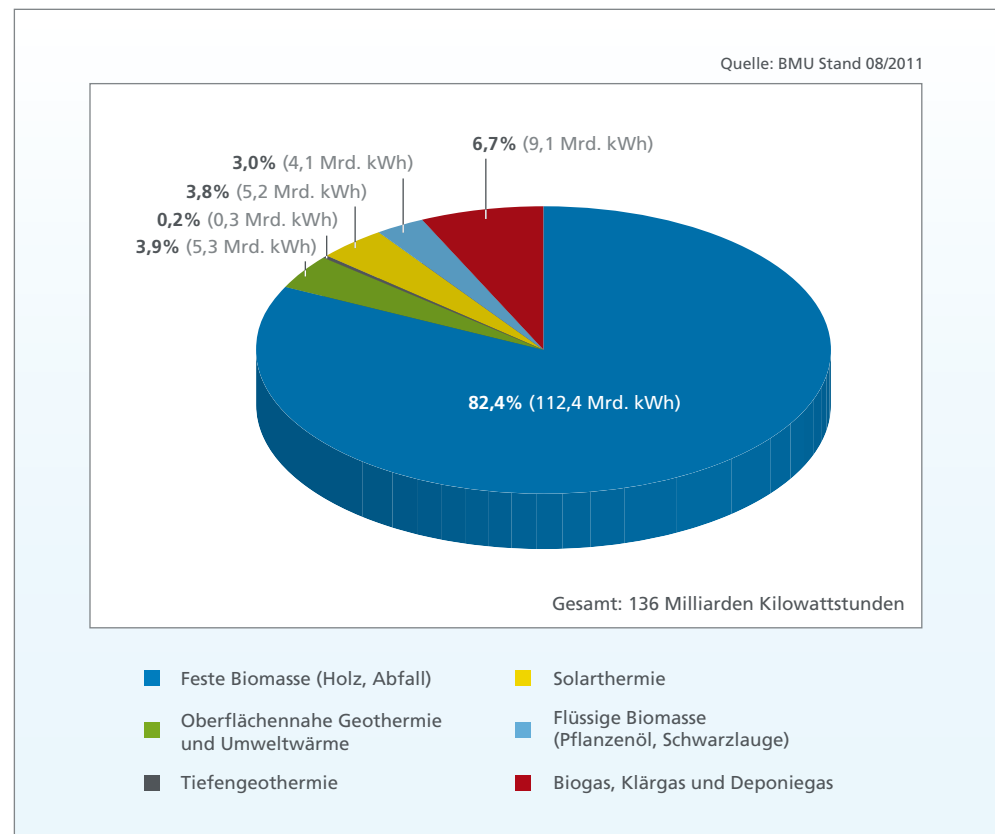


Wärme

Die Nutzungspflicht und Förderung regenerativer Wärmequellen ist in Deutschland im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) geregelt. Ziel des Gesetzgebers ist es, auf diese Weise den Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte bis 2020 auf 14 Prozent zu erhöhen. Dabei kommt der Geothermie als Säule im Energiemix eine wichtige Rolle beim Klimaschutz zu.

Insgesamt konnten 2011 rund 12,2 Prozent des deutschen Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien gedeckt werden. Der Anteil der oberflächennahen Geothermie und der Umweltwärme an der Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien lag 2010 bei 3,9 Prozent bzw. bei 5,3 Mrd. kWh. Die Tiefengeothermie kam im gleichen Zeitraum auf einen Anteil von 0,2 Prozent und stellte 0,3 Mrd. kWh zur Verfügung.

< Grafik 1: Wärme aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2010 >



Die Versorgung einzelner Gebäude mit geothermischer Energie erfolgt in der Regel mit Hilfe einer Wärmepumpe. Bis zum Jahr 2000 verharrte der Absatz von Wärmepumpen in Deutschland auf einem niedrigen Niveau, ist aber seitdem deutlich angestiegen. Dies gilt vor allem für geothermische Wärmepumpen, welche die Wärme beispielsweise über Erdsonden oder Erdwärmekollektoren beziehen. Die oberflächennahe Geothermie stellte in 2010 eine Wärmeleistung von 285 GWh zur Verfügung, dies entspricht einem Anteil von 0,02 Prozent am Endenergieverbrauch für Wärme. Derzeit sind in Deutschland rund 265.000 solcher Anlagen installiert, die im oberflächennahen Bereich die Erdwärme nutzen. Alleine im letzten Jahr wurden nach Angaben des Bundesverbandes Geothermie rund 24.400 Erdwärmepumpen neu in Deutschland installiert.

Derzeit wird in Deutschland in rund 170 Großanlagen Wärme und zum Teil auch Strom aus tiefengeothermischer Energie produziert. Die thermische Leistung dieser Anlage liegt bei insgesamt rund 100 MW. Im Jahr 2010 stellten diese Anlagen eine Leistung von rund 5.300 GWh bereit, was einem Anteil von 0,4 Prozent am Endenergieverbrauch für Wärme entspricht. Der überwiegende Teil der bereits bestehenden Großanlagen dient der Wärmeversorgung von Gebäudekomplexen und Thermalbädern [BMU: 2011c, S. 7].

Der deutsche Markt für tiefengeothermische Warmegewinnung und –nutzung hat ein sehr großes Potenzial und beträgt alleine für die hydrothermale Geothermie rund 300 Mrd. kWh jährlich.

Ende 2011 verfügte Deutschland nach Angaben des Bundesverbandes Geothermie über eine installierte geothermische Wärmeleistung von mehr als 2,5 GW. Dies beinhaltet sowohl die Leistung aus tiefer wie auch aus oberflächennaher Geothermie. Deutschland belegt damit hinsichtlich der installierten geothermischen Wärmekapazitäten bereits den fünften Platz im weltweiten Vergleich.

II.2.1 Beitrag

GeoEnergy Celle e.V.

Dr. Susanne Schmitt
Vorstandsvorsitzende
GeoEnergy Celle e.V.



Kompetenz in Geothermie

Der GeoEnergy Celle e. V. ist ein bundesweites Kompetenznetzwerk am Standort Celle, welches die Erfahrungen und das Wissen von nationalen und internationalen Unternehmen zusammenführt. Ziel ist es, den regenerativen Energieträger Geothermie wirtschaftlich effizient zu erschließen und jedem jederzeit erneuerbare Energien zur Verfügung zu stellen. Egal ob Häuslebauer, Gewerbetreibende, Industrie, Kommune, regionaler oder überregionaler Energieversorger - der GeoEnergy Celle e. V. hat für Ihre Anliegen den richtigen Ansprechpartner und hilft kompetent, sachkundig und mit wirtschaftlichen Fokus weiter.

Celle, das „Houston Europas“

Celle ist das in Europa führende Wirtschaftszentrum der Erdöl- und Erdgas-Serviceindustrie. Mehr als 50 Unternehmen mit etwa 8.500 Arbeitskräften decken in der Region die gesamte Wertschöpfungskette ab. In der Weiterentwicklung und Diversifizierung ihrer Geschäftsfelder sind viele Unternehmen heute bereits mit Dienstleistungen und Lösungen in der Geothermie tätig. Sie bringen ihre Kompetenz in Geothermieprojekte auf der Basis ihrer Erfahrungen aus der Erdöl- und Erdgas-Servicebranche ein. Damit ist die Bedeutung von Celle für die Erdöl- und Erdgasindustrie in Europa vergleichbar mit der von Houston in den USA.

Gerade amerikanische Konzerne schätzen die deutsche Ingenieurausbildung und haben deswegen in Celle Forschungs- und Entwicklungsabteilungen eingerichtet. Herausragend ist in Celle das neue Technologiezentrum von Baker Hughes. Hier sind neben einem umfangreichen Fertigungs- und Servicebereich und der neuen Geothermie-Hochtemperatur-Forschungsabteilung alle Entwicklungsbereiche, Labore und Teststände des Unternehmens vereinigt. Mehr als 350 Entwicklungsingenieure forschen hier nach zukunftsfähigen Lösungen in der Tiefbohrtechnik. Darüber hinaus ist am Standort Celle das Forschungszentrum „Drilling Simulator“ in Planung, das hochinnovative Ansätze zur Erschließung des geologischen Untergrundes erforschen, modellieren und erproben soll.

Die oben genannten Kompetenzen werden seit 2010 durch den GeoEnergy Celle e.V. gebündelt. Das Netzwerk ist mit 14 Gründungsmitgliedern gestartet und seitdem auf 33 Mitglieder gewachsen. Die Leitung findet unter dem Vorsitz der 1. Stadträtin der Stadt Celle Frau Dr. Schmitt und führenden Unternehmen der Celler Erdöl-, Erdgas und Geothermie-Industrie statt. Zu diesen Unternehmen gehören u.a. die ITAG Tiefbohr GmbH und Celler Brunnenbau, Baker Hughes, Halliburton, Hartmann Valves GmbH, GeoDienste GmbH, M-I Swaco sowie weitere Spezialisten. Der GeoEnergy Celle e. V. hat sich das ehrgeizige Ziel gesetzt, Technologien und Standards zu entwickeln, mit denen die Geothermie wirtschaftlich zuverlässig und technologisch sicher erschlossen werden kann.

Erneuerbare Energien für Jeden jederzeit

Der GeoEnergy Celle e. V. und seine Mitglieder stellen für alle potentiellen Nutzer der Geothermie ihr erprobtes Know-how und ihre serviceorientierten Dienstleistungen jederzeit zur Verfügung. Die Geothermie bietet ein sehr großes, noch unerschlossenes Potential für die nachhaltige Energieversorgung. Sie ist ein dezentraler, grundlastfähiger und einheimischer Energieträger mit konstanter Leistungsabgabe, der wetterunabhängig und CO₂-arm rund um die Uhr an 365 Tagen im Jahr in Wärme, Strom und Kühlung umgewandelt werden kann. Die Geothermie ist kombinierbar mit anderen grundlastfähigen und nicht grundlastfähigen Energieträgern wie Biomasse, Solarthermie und Windenergie.

Wie man die Potentiale der Geothermie erschließen kann, zeigt beispielhaft eine Studie für den Celler Raum, die im Rahmen eines Förderprojektes des Landes Niedersachsen und der Europäischen Union erstellt wurde. Dies mit dem erfreulichen Ergebnis, dass die Stadt Celle genau auf einem geologischen „Hotspot“ liegt, bei dem wesentlich höhere Temperaturen anzutreffen sind als in vergleichbaren Erdtiefen in anderen Teilen Niedersachsens. Höhere Temperaturen bedeuten, dass sich geothermische Projekte wirtschaftlich besser rentieren. Dies soll jetzt auf Basis von Pilot- und Demonstrationsprojekten erprobt werden. Insgesamt kann Niedersachsen besonders von geothermischen Potentialen profitieren, weil ca. zwei Drittel der gesamten deutschen Erdwärmepotentiale in der Norddeutschen Tiefebene liegen und große Teile Niedersachsens abdecken.



II.2.1 Beitrag GeoEnergy Celle e.V.

Dr. Susanne Schmitt
Vorstandsvorsitzende
GeoEnergy Celle e.V.



Bundesweit vernetzt

Der Verein GeoEnergy Celle und seine Mitglieder sind deutschlandweit aktiv und bundesweit vernetzt. Mit dem Bundesverband Geothermie, dem GeothermieZentrum Bochum e.V. und anderen namhaften Institutionen bestehen Kooperationen und ein enger Informations- und Gedankenaustausch. Darüber hinaus hat der GeoEnergy Celle eine Dependence in Berlin eingerichtet und ist daher auch für die Politik unmittelbar ansprechbar.

In Fachkreisen ist der GeoEnergy Celle e.V. längst eine anerkannte Größe. Dies zeigt sich beispielhaft am internationalen Kongress „Celle Drilling“, der vom Netzwerk organisiert wird. Dieser findet das nächste Mal am 17./18.09.2012 gemeinsam mit dem niedersächsischen Forschungsverbund gebo, dem Bundesverband Geothermie und weiteren Partnern in Celle statt und bietet allen Experten einen fachlich anspruchsvollen Informations- und Wissensaustausch (aktuelle Informationen: www.celle-drilling.com).

Jeder, der die Entwicklung und den Ausbau der Geothermie fördern und unterstützen möchte, ist herzlich eingeladen, Mitglied im GeoEnergy Celle e.V. zu werden.



Bildquellen: Harmann Valves GmbH, Baker Hughes Inteq, GeoEnergy Celle e. V

ERNEUERBARE ENERGIE - FÜR JEDEN - JEDERZEIT

www.geoenergy-celle.de

*Kompetenz in Geothermie mit der Erfahrung
aus der Erdöl- und Erdgasindustrie*

II.2.2

Beitrag

GtV-Bundesverband Geothermie

Dr. Rolf Schiffer
Geschäftsführer
GtV-Bundesverband
Geothermie e.V.



Der GtV-Bundesverband Geothermie: Ihre Stimme für die Erdwärme

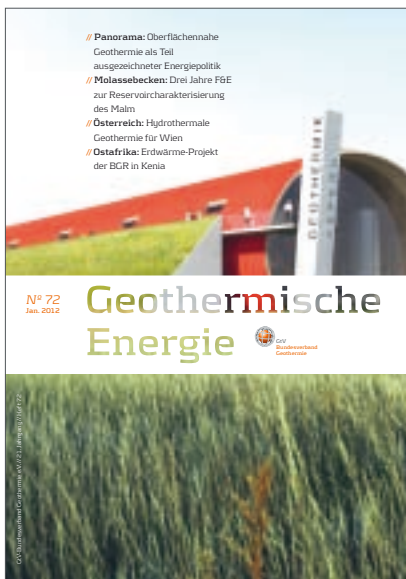
Für eine zukunftsfähige Energieversorgung spielt die Geothermie eine bedeutende Rolle: Sie ist nach menschlichem Ermessen unerschöpflich und steht zuverlässig und zu stabilen Preisen zur Verfügung. Zudem erfolgt ihre Nutzung kohlendioxidarm und ausgesprochen landschaftsschonend. Im Gesamtbauwerk der Erneuerbaren Energien kann die Geothermie den entscheidenden Schlussstein für eine erfolgreiche Energiewende in Deutschland bilden. Denn in Systemen wie regenerativen Kombikraftwerken kann sie ihren besonderen Vorteil der Grundlastfähigkeit optimal einsetzen. Diese wichtigen Potenziale der Erdwärme stärker zu nutzen, ist Ziel des GtV-Bundesverbandes Geothermie (GtV-BV).

Der GtV-BV ist ein Zusammenschluss von Unternehmen, Institutionen und Einzelpersonen, die auf dem Gebiet der Erdwärmennutzung in allen Bereichen der Forschung und Praxis tätig sind. Seit 1991 setzt sich der GtV-BV mit seinen derzeit ca. 900 Mitgliedern aus Industrie, Wissenschaft, Planung und der Energieversorgungsbranche in der gesamten Bandbreite geothermischer Technologien ein: von der Oberflächennahen bis hin zur Tiefen Geothermie zur Erzeugung von Wärme, Kälte oder Strom.

Zu den Hauptaufgaben des Bundesverbandes gehört es, die Öffentlichkeit über die Vorteile und vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten geothermischer Energie zu informieren. Daneben soll der Dialog mit politischen Entscheidungsträgern dazu motivieren, den Einsatz der Erdwärme zu unterstützen und die gesetzlichen sowie administrativen Rahmenbedingungen weiter zu verbessern. Gleichzeitig müssen technologische Entwicklungen durch F&E-Maßnahmen vorangetrieben werden. Um bei seiner Arbeit allen Bereichen der Erdwärmennutzung gerecht zu werden, ist der GtV-BV in die Fachsektionen Geothermische Vereinigung, Tiefe Geothermie und Oberflächennahe Geothermie gegliedert. Ihre Mitglieder befassen sich jeweils mit den Projekten und Technologien ihres Bereiches. Ergänzend wurden Regionalforen etabliert, um die Mitglieder auch vor Ort miteinander zu vernetzen.



< Abbildung: Der Bundesverband gibt die Fachzeitschrift „Geothermische Energie“ heraus



Mit diesen Gremien organisiert die Berliner Geschäftsstelle des GtV-BV unter anderem Workshops zu aktuellen Themen und gibt die Fachzeitschrift „Geothermische Energie“ sowie verschiedene Informationsmaterialien heraus. So richtet sich der monatlich erscheinende kostenlose Newsletter des Bundesverbandes sowohl an die Branche als auch an die interessierte Öffentlichkeit und Politik - ein Angebot, das bereits von über 1.100 Nutzern wahrgenommen wird. In seiner Broschüre „Erdwärme - Tipps für Hausbesitzer und Bauherren“ beantwortet der GtV-BV allgemein verständlich die wichtigsten Fragen rund um die Nutzung der Oberflächennahen Geothermie für das eigene Haus. Die Informationsbroschüre ist aufgrund der großen Nachfrage bereits in ihrer 11. Auflage erschienen und wird auch im Internet zum Download angeboten.

< Abbildung: Die Broschüre „Erdwärme - Tipps für Hausbesitzer und Bauherren“ steht im Internet zum Download bereit



Schließlich richtet der GtV-BV in jedem Jahr eine der zentralen Veranstaltungen der Geothermiebranche aus: Der Geothermiekongress DGK bietet Fachforen und Workshops zu zahlreichen relevanten Themen der Tiefen und Oberflächennahen Geothermie. Begleitend findet die Fachmesse geoENERGIA statt, auf der Aussteller aus Forschung und Praxis dem Publikum ihre Produkte und Dienstleistungen präsentieren. Die Teilnehmer finden mit der Messe und dem Kongress eine bedeutende Plattform, um sich regelmäßig über gewonnene Erkenntnisse auszutauschen sowie neue Entwicklungen auf den Weg zu bringen.

II.2.2 Beitrag

GtV-Bundesverband Geothermie

Dr. Rolf Schiffer
Geschäftsführer
GtV-Bundesverband
Geothermie e.V.



< Abbildung: Informationen für Branche und Öffentlichkeit: Der monatliche Newsletter des Bundesverbandes Geothermie



Durch diese Verknüpfung und Zusammenarbeit aller Akteure bringt der GtV-Bundesverband Geothermie die Nutzung der Erdwärme voran. Die Geothermie braucht eine Stimme, um ihre wichtige Rolle im zukünftigen Energiemix wahrnehmen zu können. Werden auch Sie Mitglied und nutzen Sie die Vorteile unseres Netzwerkes!

Alle Informationen zu den Aktivitäten und Angeboten des GtV-Bundesverbandes Geothermie erhalten Sie auf der Internetseite www.geothermie.de, unter Tel: 030/200 95 49 50 oder per mail an info@geothermie.de.



GtV
Bundesverband
Geothermie



Netzwerk

Werden Sie Mitglied und nutzen Sie
die Vorteile unseres Netzwerkes.

www.geothermie.de

II.2.3

Beitrag Internationales Geothermiezentrum (GZB)

Prof. Rolf Bracke
Direktor
Internationalen
Geothermiezentrums



Das Internationale Geothermiezentrum (GZB) in Bochum eine Verbundforschungseinrichtung zu allen Fragestellungen rund um die Nutzung geothermischer Energie. Forschung & Entwicklung, akademische und nichtakademische Aus- und Weiterbildung, Kommunikation und Networking auf verschiedenen Ebenen gehört zu den Aufgaben des GZB.

Das Internationale Geothermiezentrum ist der Gastgeber verschiedenen Institutionen, die unter einem Dach in Bochum gebündelt sind und gemeinsam als one-stop-shop zu allen Aspekten der Geothermie dienen. Im Einzelnen sind dies:

- Die „Bochum School of Geothermal Technology“ der Hochschule Bochum
- Das International Geotechnology Laboratories & Geotechnikum
- Die IGA – International Geothermal Association
- Der GtV-Bundesverband Geothermie – International Office
- Das Netzwerk Geothermie.NRW der EnergieAgentur.NRW
- Die Geothermie.Ruhr
- Die Trägervereinigung des Internationalen Geothermiezentrums e.V.
- Die GZB-Wirtschaftsvereinigung

Das GZB, gegründet 2006, ist eine Verbundforschungseinrichtung der Wissenschaft und der Wirtschaft. Angesiedelt an der Hochschule Bochum stellen die RWTH in Aachen, die FH Gelsenkirchen, Hochschule OWL und die TU Darmstadt die weiteren universitären Träger. Hinzu kommen assoziierte Universitäten aus Chile, Neuseeland, Kroatien, Griechenland und der Türkei. Neben weiteren Institutionen Öffentlichen Rechts (EnergieAgentur NRW, Bezirksregierung Arnsberg, Wirtschaftsförderung Metropole Ruhr GmbH, Stadt Bochum und der IHK Mittleres Ruhrgebiet) sind über 25 national und international agierende Firmen der gesamten Geothermiebranche aktive Partner des GZB.

Die International Geotechnology Laboratories & das Geotechnikum bilden eine weltweit einzigartige Großforschungseinrichtung an der Hochschule Bochum. Zusammen mit Partner aus der Wirtschaft bietet sich für die über 15 multidisziplinären Institute der kooperierenden Hochschulen die Möglichkeit F&E unter realitätsnahen Bedingungen bis zur Entwicklung von marktreifen Produkten zu betreiben. Zu der Ausstattung gehören verschiedenen Laboratorien für Reservoir Technologien, zur Entwicklung und Erprobung geophysikalischer und seismischer Sensorik und für numerische Simulationen.

Zur Ausstattung der Bohrabteilung gehört eine mobile 40t Bohranlage nebst Hochleistungspumpe für Tiefen bis zu 2.000m, sowie eine Coil-Tubing Bohranlage mit tubes von 5.000m Länge. Die Bohrversuche erfolgen auf einem 50km² großen bergerrechtliches Erlaubnisfeld „Zukunftsenergien“.



Die gesamte Einrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass Versuche, Experimente und Entwicklung unter in-situ Bedingungen im Feld durchgeführt werden können.

In Bochum arbeiten die Wissenschaftler in 4 departments

- Advanced Drilling Technologies
- Infrastructure and Applications
- Numeric Methods
- Reservoir Engineering

Die Bandbreite der Projekte die er- und bearbeitet werden, reichen von klassischer Grundlagenforschung über die Erstellung von Studien zu verschiedenen geothermischen Fragestellungen, die Erarbeitung von Machbarkeitsstudien und der Entwicklung innovativer Anwendungen der Geothermie, der Durchführung nationaler und internationaler Weiterbildung bis zu Entwicklung neuartiger, patentierter und marktfähiger Produkte, z.B. im Bohrbereich.

Das Netzwerk Geothermie.NRW und Geothermie.Ruhr sind die lokalen und regionalen Netzwerkpartner der Geothermie in NRW und der Metropole Ruhr. Über 700 Mitglieder sind aktive Partner des Netzwerkes und kümmern sich um den Transfer zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Verwaltung, um die Branche Geothermie in der Region zu stärken.

International werden aus Bochum die Geschicke der circa 6.000 Mitglieder und der über 60 assoziierten Mitgliedsverbänden der IGA weltweit gesteuert. Ergänzt werden die Bemühungen durch das „International Office“, das sich in erster Linie an Firmen richtet, um diese bei der Erschließung internationaler Märkte zu unterstützen.

Mit dem Masterprogramm „MA Sc. Geothermische Energiesysteme“ bietet die Bochum School of Geothermal Technology einen einmaligen Studiengang an, der sich den Studierenden alle Facetten von a bis z zur Gewinnung und Nutzung der Geothermie vermittelt.

Bei Fragen kontaktieren Sie uns:

Internationales Geothermiezentrum
Lennershofstr. 140 | D-44801 Bochum
Tel: +49 (0)234 / 32 10 233 | Fax: +49 (0)234 / 32 14 890
geothermie@geothermie-zentrum.de | www.geothermie-zentrum.de



III. Geothermie für private Haushalte

Im Folgenden sollen die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten geothermischer Energie für private Haushalte sowie die entsprechenden Technologien vorgestellt werden, Chancen und Risiken bei der Planung und dem Betrieb von geothermischen Anlagen aufgezeigt werden und ein Überblick über die rechtlichen Rahmenbedingungen und die angebotenen Förderprogramme geliefert werden.

...



III.1

Einleitung Einleitung



Rund drei Viertel des Endenergieverbrauchs privater Haushalte entfällt in Deutschland auf das Beheizen der Wohngebäude, ein weiteres Zehntel auf die Warmwasserbereitstellung. Mitverantwortlich für diesen hohen Anteil ist der Bestand von mehreren Millionen veralteten Heizkesseln, welche die Gebäude und das Brauchwasser nur ineffizient erwärmen. Nur etwas mehr als ein Zehntel der in Deutschland betriebenen Heizungsanlagen sind technisch auf dem neuesten Stand. Sowohl bei der energetischen Sanierung von Bestandsbauten wie auch bei Neubauvorhaben eignen sich geothermische Anwendungen für private Haushalte, um den Wärmebedarf kostengünstig und nahezu CO₂-neutral zu decken. Die Geothermie kann somit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Die richtige Anlagenplanung stellt sicher, dass sich die entnommene Wärmemenge kontinuierlich durch den natürlichen Wärmefluss regeneriert. Auf diese Weise versiegt die Wärmequelle nicht und das geothermische Heizsystem kann langfristig und verlässlich den Wärmebedarf decken.

Individuelle geothermische Anwendungen für private Haushalte finden in der Regel im oberflächennahen Bereich, meist bis zu einer Tiefe von rund 100m, statt. Anders als die Tiefengeothermie lässt sich die oberflächennahe Geothermie prinzipiell überall in Deutschland sinnvoll nutzen. Mögliche Einschränkungen beim Standort gelten jedoch, wenn durch die geothermische Nutzung beispielsweise die Trinkwassersicherheit gefährdet würde.

Um das für den jeweiligen Einsatzzweck am besten geeignete geothermische Heizsystem auszuwählen, muss zunächst der Gesamtenergiebedarf des Haushalts ermittelt werden. Dabei muss auch geklärt werden, ob sowohl das Beheizen als auch die Bereitstellung des Warmwassers über eine geothermische Energiequelle erfolgen sollen. Auf der anderen Seite der Überlegungen muss geklärt werden, welche Wärmeleistung der Boden vor Ort bereitstellen kann und mit welcher Technologie diese sich am besten erschließen lässt.

Da geothermische Heizsysteme ihre Vorteile vor allem bei Niedertemperaturheizsystemen ausspielen können, sollte bei Bestandsbauten im Rahmen der energetischen Sanierung gegebenenfalls zunächst eine Dämmung des Gebäudes erfolgen, um den Wärmebedarf zu senken. Zu den Niedertemperaturheizsystemen zählen beispielsweise Fußbodenheizungen und großflächige Wandheizungen. Da die Wärme bei solchen Heizsystemen über eine größere Fläche abgegeben werden kann als bei einzelnen, kleineren Radiatoren, können die Vorlauftemperaturen des Heizsystems niedriger ausfallen. Dies ist wichtig, da geothermische Heizsysteme umso effizienter arbeiten, je niedriger die benötigte Vorlauftemperatur ist.

Da das Temperaturniveau der oberflächennahen Erdwärmequellen unter dem für das Beheizen von Wohnräumen und Warmwasser benötigten Anwendungsniveaus liegt, wird eine Wärmepumpe benötigt. Diese sorgt dafür, dass das niedrige Temperaturniveau unter Zuführung von (elektrischer) Energie auf ein höheres Niveau gebracht wird. Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie mit Hilfe von Wärmepumpen ist ein erprobtes und technisch zuverlässiges Verfahren, das es erlaubt, das Wärmepotential der Erde wirtschaftlich und mit einer guten Umweltbilanz zu nutzen.

Aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus im oberflächennahen Bereich eignet sich die Geothermie allerdings nicht zur Erzeugung von Strom.

Erneuerbare Energien sind Pflicht

Bereits heute gilt für Neubauten, dass erneuerbare Energiequellen anteilig zur Deckung des Wärmebedarfs genutzt werden müssen. Die Höhe dieses Mindestanteils ist abhängig von der jeweiligen Energiequelle. Fällt die Wahl auf eine Geothermieheizung, so muss diese in der Lage sein, mindestens 50 Prozent des Wärmebedarfs des Gebäudes zu decken.

III.2 Funktionsweise und Technologie

Funktionsweise und Technologie



Funktionsweise und Technologie

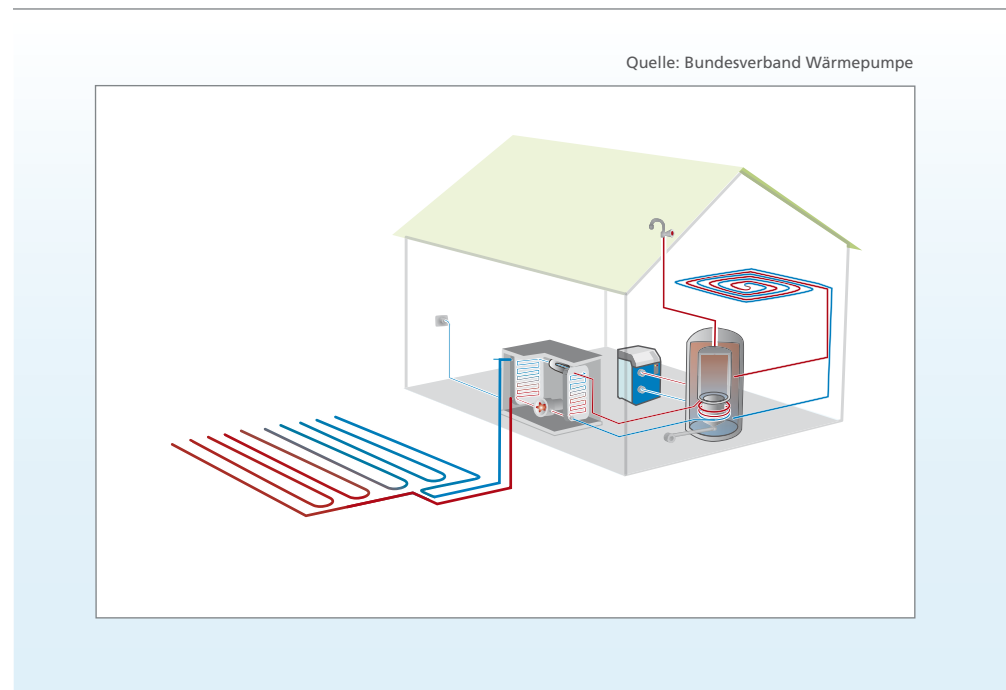
Bevor die Erdwärme genutzt werden kann, muss die jeweilige Erdwärmequelle zunächst erschlossen werden. Dazu stehen mehrere Technologien zur Verfügung, die im Folgenden dargestellt werden. Die richtige Auswahl hängt im Einzelfall vom Wärmebedarf, der vor Ort verfügbaren Fläche, der Bodenbeschaffenheit und Grundwassersituation sowie den örtlichen rechtlichen Vorgaben ab.



Erdwärmekollektoren

Die sogenannten Erdwärmekollektoren bestehen meist aus Kunststoffröhren und werden schlangenförmig im Boden des Grundstücks verlegt. Üblicherweise wird das System in einer Tiefe von mehr als einem Meter verlegt, um sicherzustellen, dass es nicht durch Frost beschädigt werden kann. In den Rohren fließt als Trägermittel mit Frostschutz versetztes Wasser, das die Erdwärme aufnimmt und zum Verdichter transportiert.

< Grafik 2: Funktionsprinzip von Erdwärmekollektoren >



Wenngleich die Fläche über den Kollektoren nicht versiegelt werden darf, ist doch die Nutzung des Gartens weiterhin möglich. Das Einsetzen tiefwurzelnder Pflanzen gilt es allerdings zu vermeiden, da diese den Erdkollektor mit ihrem Wurzelwerk beschädigen können.

Der Flächenbedarf für den Kollektor kann je nach Wärmebedarf und Bodenbeschaffenheit mehrere hundert Quadratmeter betragen. Daher eignet sich diese Nutzungsart also in erster Linie für Häuser mit einem größeren Grundstück. Als Faustregel gilt, dass eine Kollektorfläche von rund 25m² einer Wärmeleistung von etwa 1 kW entspricht. Dies bedeutet, dass die benötigte Kollektorfläche rund eineinhalb bis zweimal so groß ausfällt, wie die Wohnfläche, die beheizt werden soll. Die Wärmeleistung der Erdkollektoren ist jedoch von der Bodenbeschaffenheit abhängig, so dass der Flächenbedarf im Einzelfall größer oder kleiner ausfallen kann.

Die Investitionskosten für Erdwärmekollektoren liegen derzeit bei rund 250 bis 300 € je kW installierter Heizleistung [LfU: 2011, S. 4].

Um die Erdwärmekollektoren zu installieren, muss auf der entsprechenden Fläche das Erdwerk abgetragen und nach der Installation wieder aufgetragen werden. Aus diesem Grund bietet sich die Verwendung von Erdwärmekollektoren vor allem bei Neubauten an. Als Alternativen zu den schlangenförmigen Erdwärmekollektoren sind mittlerweile auch sogenannte Grabenkollektoren und Erdwärmekörbe erhältlich, die aufgrund ihrer Bauform mit einem geringeren Platzbedarf auskommen. Auch hier sind keine Bohrarbeiten erforderlich, da die Systeme im oberflächennahen Bereich durch einen Bagger eingebracht werden. Alle Systeme lassen sich aufgrund der geringen Tiefe, in der sie arbeiten, in der Regel auch in Wasserschutzgebieten ohne behördliche Einschränkungen verwenden. Erdwärmekollektoren nutzen aufgrund ihrer geringen Tiefe zu einem hohen Anteil die in der Erde durch Sonneneinstrahlung und Niederschlag gespeicherte Wärmeenergie. Dementsprechend schwanken die Temperaturen in dieser Tiefe über den Jahresverlauf und während der Wintermonate – also der Zeit mit dem höchsten Wärmebedarf – erreicht die Temperatur der Wärmequelle ihren Tiefststand. Deswegen werden Erdwärmekollektoren mit einer Reserve ausgelegt um sicherzustellen, dass der Wärmebedarf über den gesamten Jahresverlauf gedeckt werden kann. Erdwärmekollektoren zählen im Vergleich zu den anderen Technologien zu den am wenigsten effizienten Systemen, sind jedoch hinsichtlich der Investitionskosten die kostengünstigste Anwendungsmöglichkeit.

III.2 Funktionsweise und Technologie

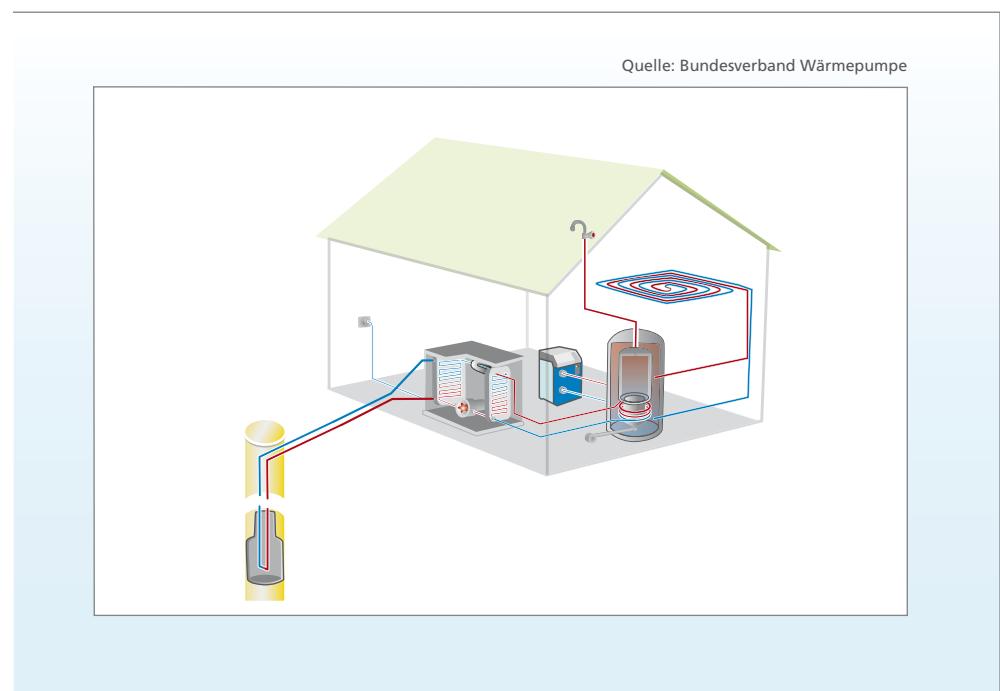
Funktionsweise und Technologie



Erdwärmesonden

Erdwärmesonden erschließen das Wärmereservoir in einer Tiefe von bis zu 100m und mehr. Durch die vertikale Auslegung der Systeme fällt der Flächenbedarf deutlich niedriger aus als bei Erdwärmekollektoren. Aus diesem Grund eignen sie sich nicht nur für Neubauten, sondern können auch bei einer Heizungserneuerung in Bestandsbauten ohne weitreichende Eingriffe auf dem Grundstück eingesetzt werden.

< Grafik 3: Funktionsprinzip von Erdwärmesonden >



Für die Installation wird in einem senkrechten Bohrloch eine u-förmige Sonde eingebracht, die in der Regel aus Kunststoffrohren besteht. Die Bohrung wird anschließend mit einem wärmeleitfähigen Feststoff verpresst und so sichergestellt, dass ein ausreichender Wärmefluss zwischen Erdbreich und Sonde stattfinden kann.

In diesen Rohren zirkuliert mit Hilfe einer Wärmepumpe das Trägermedium, die Sole. Die Sole ist ein Gemisch aus Wasser und dem Frostschutzmittel Glykol, das die Wärme aus dem Erdreich aufnimmt und zu dem Gebäude bringt. Die Sole muss in der Regel nicht nachgefüllt werden, wenn das System hydraulisch dicht ist. Anders als bei den Erdwärmekollektoren ist in einer Tiefe von 15m und mehr das Temperaturniveau über den Jahresverlauf konstant und die Erdwärmesonde erschließt den natürlichen Wärmefluss, der aus dem Erdkern an die Erdoberfläche aufsteigt. So ist sichergestellt, dass die Erdwärmequelle nicht versiegt, da kontinuierlich Wärme aus dem Erdinneren nachgeliefert wird.

Der Wärmebedarf bestimmt die notwendige Länge des Bohrlochs. Abhängig vom jeweiligen Untergrund, lassen sich mit jedem Meter Bohrtiefe zwischen 20 und 60 Watt Erdwärme erzielen. Soll die geothermische Energiequelle eine Leistung von 7 kW bereitstellen, würde dies eine erforderliche Bohrlochlänge von rund 110 bis 350 m bedeuten. In der Praxis muss der Wärmebedarf aber nicht über eine einzige Bohrung bereitgestellt werden, sondern es lassen sich auch mehrere Erdwärmesonden in verschiedene Bohrlöcher einbringen. Dies ist technisch einfacher und vermeidet zudem, dass bei der Bohrung bergbaurechtliche Vorschriften zu berücksichtigen sind, die ab einer Bohrtiefe von 100m gelten. Dabei sollte jedoch ein Mindestabstand von bis zu 10m eingehalten werden, damit sich die einzelnen Sonden in ihrer Effizienz nicht gegenseitig einschränken. Wie tief die einzelne Bohrung erfolgt, hängt neben dem Wärmebedarf auch von der geologischen Zusammensetzung des Erdbodens und seiner Schichtung sowie dem Vorhandensein und der Lage von Grundwasserreservoirs beziehungsweise -strömen ab.

Eine weitere Alternative, wenn das Raumangebot nicht mehrere Bohrungen ermöglicht oder die Bodenbeschaffenheiten eher gegen tiefere Bohrungen sprechen, ist das Schrägbohrverfahren. Hierbei werden von einem zentralen Bohrplatz eines oder mehrere Bohrlöcher angelegt, die schräg ins Erdinnere verlaufen. Auf diese Weise lässt sich auch der Kontakt mit Grundwasserzonen vermeiden, da geringere Bohrtiefen erreicht werden und längere Sonden sind auch bei behördlichen Auflagen oder Einschränkungen möglich.

An Investitionskosten müssen Bauherren mit rund 550 bis 850 € je installiertem kW Heizleistung rechnen [LfU: 2011, S. 5].

III.2 Funktionsweise und Technologie

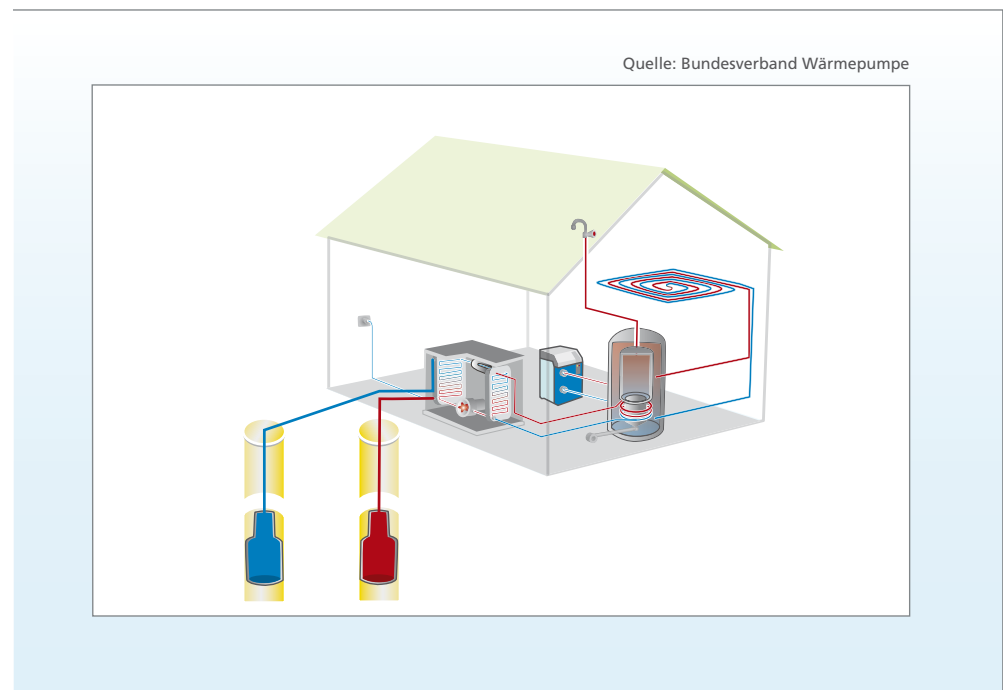
Funktionsweise und Technologie



Grundwasser-Wärmepumpen

Für den Einbau einer Grundwasser-Wärmepumpe muss auf dem Grundstück im oberflächennahen Bereich Grundwasser vorhanden sein und eine Nutzung rechtlich erlaubt sein. Um die im Grundwasser vorhandene Wärme nutzen zu können, müssen zunächst zwei Brunnen angelegt werden. Aus einem Förderbrunnen wird das zwischen acht und 12 °C warme Grundwasser an die Erdoberfläche gepumpt und die Wärme über den Wärmetauscher abgegriffen. Eine Wärmepumpe erhöht anschließend die Temperatur auf das gewünschte Anwendungsniveau. Anschließend wird das abgekühlte Grundwasser über einen separaten Schluckbrunnen wieder in die Erde eingeleitet. Der Schluckbrunnen wird in Fließrichtung hinter dem Förderbrunnen angelegt. So lässt sich vermeiden, dass sich bei der Wiedereinleitung des genutzten Grundwassers das Temperaturniveau im Förderbrunnen absenkt. Für eine Heizleistung von 1 kW muss in etwa ein Viertel Kubikmeter Grundwasser pro Stunde zur Verfügung stehen und gepumpt werden.

< Grafik 4: Funktionsprinzip von Grundwasserwärmepumpen >



Die Kosten für beide Brunnen und die Förderpumpe liegen bei rund 3.000 bis 9.000 € [LfU: 2011, S. 6ff].

Anders als bei Erdwärmekollektoren, steht Grundwasser-Wärmepumpen mit dem Grundwasser ein Wärmeträger zur Verfügung, der über den Jahresverlauf ein relativ konstantes und hohes Niveau aufweist. Daher zählen Grundwasser-Wärmepumpen zu den effizientesten Nutzungsarten der oberflächennahen Geothermie und ermöglichen eine hohe Jahresarbeitszahl. Somit steht den höheren Kosten für das Anlegen der Brunnen ein im Vergleich zu Erdkollektoren höherer Wirkungsgrad gegenüber. Auf der anderen Seite ist der Wartungsaufwand bei Grundwasser-Wärmepumpen höher als bei geschlossenen Systemen wie Erdkollektoren oder –sonden. Wichtig ist eine gute Wasserqualität, da durch Feststoffe oder bei eisenhaltigem Grundwasser die Pumpe verschleifen und beschädigt werden kann.

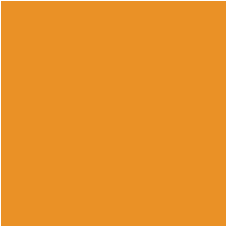
Funktionsprinzip der Wärmepumpe

In Deutschland liegt die Temperatur im Erdboden unterhalb der Frostgrenze ganzjährig auf einem relativ konstanten Niveau zwischen rund acht und 12 °C. Diese Temperatur reicht aus, um im Sommer ein Gebäude zu kühlen, um jedoch die Erdwärme zum Beheizen und zur Erwärmung von Brauchwasser verwenden zu können, muss die Temperatur mit Hilfe einer Wärmepumpe auf ein höheres Niveau gebracht werden. Prinzipiell unterscheidet man zwischen Adsorptions-, Absorptions- und Kompressionswärmepumpen. Bei der Nutzung der Erdwärme werden vor allem Kompressionswärmepumpen eingesetzt.

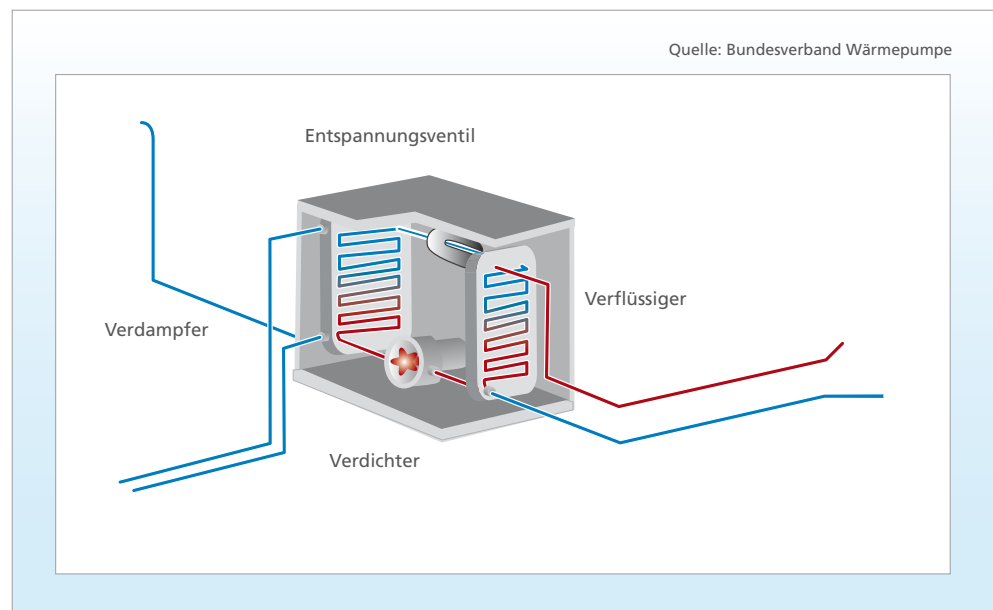
Ist die Wärmequelle erschlossen, sorgt eine Umwälzpumpe dafür, dass die Energie aus dem Erdinneren im Rahmen eines geschlossenen Rohrkreislafs zur eigentlichen Wärmepumpe gebracht wird. Durch den Einsatz von elektrischer Energie oder von Gas (in der Regel nur in Großanlagen wirtschaftlich sinnvoll) wird das Temperaturniveau der gewonnenen Erdwärme angehoben. Je nach Nutzungsart liegt die Zielgröße bei rund 20 °C für das Beheizen von Räumen bzw. 60 °C, wenn auch Warmwasser bereitgestellt werden soll.

III.2 Funktionsweise und Technologie

Funktionsweise und Technologie



< Grafik 5: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe >



Im Kreislauf der Wärmepumpe zirkuliert ein Kältemittel, das am Verdampfer über das Wärmeträgermittel (beispielsweise die Sole) die geothermische Energie aufnimmt. Das Kältemittel zeichnet sich durch einen niedrigen Siedepunkt aus und geht daher bei der Aufnahme der Erdwärme in einen gasförmigen Aggregatzustand über. In dem mit Strom oder Gas betriebenen Verdichter/Kompressor wird der Druck erhöht und das Kältemittel verdichtet. Dies hat zur Folge, dass die Temperatur ansteigt. Die so erzeugte Wärme wird anschließend über einen Wärmetauscher an den Heizkreislauf des Gebäudes abgegeben und kann nun zur Brauchwassererwärmung oder zum Beheizen des Gebäudes genutzt werden. Das Kältemittel kühlt sich durch die Wärmeabgabe wieder ab und gibt im Verflüssiger über ein Ventil den verbleibenden Druck ab. Dadurch geht das Kältemittel wieder in einen flüssigen Aggregatzustand über. Nun kann der Kreislauf erneut beginnen. Im Prinzip lässt sich der Vorgang mit dem Funktionsprinzip eines Kühlschranks vergleichen, nur dass im Fall der Wärmepumpe die Wärme der Umgebung entzogen wird und in das Gebäude (Kühlschrank) geleitet wird.

Die Energie einer Wärmepumpe, die als Heizwärme zur Verfügung steht, setzt sich aus Umwelten-
ergie (also der der Erde entzogenen Wärme) und der Antriebsenergie, mit der die Wärmepumpe
betrieben wird, zusammen. Zur Orientierung: Die Nutzwärme einer geothermischen Wärmepumpe
setzt sich zu rund drei Vierteln aus der Erdwärme und zu weiteren 25 Prozent aus elektrischem
Strom zusammen. Die Nutzung geothermischer Wärme bietet sich vor allem bei Niedertempera-
turheizanlagen wie Fußbodenheizungen an, da hier die benötigte Vorlauftemperatur deutlich
niedriger ist als beispielsweise bei Radiatoren, welche die Wärme auf einer relativ kleinen Fläche
abgeben und daher höhere Vorlauftemperaturen benötigen, um einen Raum erwärmen zu können.
Dies bedeutet, dass die Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe – und damit auch der Anteil der kos-
tenlosen Erdwärme – umso höher ausfällt, je niedriger die Vorlauftemperatur des Heizsystems und
je höher das Temperaturniveau der Erdwärmequelle ist. Sinkt die Differenz zwischen Temperaturniveau der Erdwärmequelle und der Vorlauftemperatur des Heizsystems um 1 °C, so entspricht dies
einer Stromersparnis von bis zu 2,5 Prozent [StMUGV: 2005, S. 4].

III.3

Anwendungen Anwendungen



Die Jahresarbeitszahl

Der Kennwert der Jahresarbeitszahl (JAZ) liefert eine Aussage über den Nutzungsgrad der Wärmepumpenanlage. Der Wert bezieht das Verhältnis zwischen der abgegebenen Heizwärme und der für den Betrieb der Wärmepumpe sowie der Umwälzpumpen notwendigen zugeführten Antriebsenergie im Verlauf eines Jahres. Dementsprechend beschreibt die JAZ den Nutzungsgrad des Systems. Je höher die JAZ, desto höher ist auch der Nutzungsgrad der Anlage. Um die JAZ zu ermitteln, muss die Anlage neben einem separaten Stromzähler auch über einen Wärmemengenzähler verfügen. Um eine staatliche Förderung zu erhalten, sind je nach System, Mindestwerte bei der JAZ vorgeschrieben (siehe Kapitel III.4). Zur Veranschaulichung: Weist eine Wärmepumpe eine JAZ von vier auf, so stellt diese Wärmepumpe aus einer kWh Strom eine Heizleistung von 4 kWh bereit. Dies bedeutet auch, dass 80 Prozent der Heizenergie emissionsfrei und klimaneutral gewonnen werden. Wird für den Betrieb der Wärmepumpe ein Ökostromtarif oder die eigene Photovoltaikanlage genutzt, so lässt sich dieser Anteil auf 100 Prozent steigern.

Erdwärmepumpen können die komplette Klimatisierung eines Gebäudes übernehmen. Neben dem Beheizen der Räume in den Wintermonaten und der ganzjährigen Bereitstellung von Warmwasser, können Wärmepumpen im Sommer auch zur Kühlung eingesetzt werden und eine energieintensive Klimaanlage ersetzen. Während die aktive Kühlung auch mit anderen Wärmepumpen möglich ist, bieten nur Systeme mit einer geothermischen Energiequelle die Möglichkeit an, die Wärmepumpe auch zur passiven Gebäudekühlung zu nutzen. Dies bedeutet, dass die Umwälzpumpe weiterhin das Kühlmittel transportiert und die Wärme aus dem Gebäude ins Erdinnere bringt und dort an den Boden abgibt. Gleichzeitig wird die Erdwärme, die zwischen 7 °C und 12 °C liegt, ohne eine Verdichtung in der Wärmepumpe direkt in das Gebäude gebracht und dort über das Heizsystem zur Kühlung verteilt. Das Kühlpotential der passiven Kühlung ist jedoch auf wenige °C begrenzt. Eine höhere Kühlleistung lässt sich jedoch erzielen, wenn das Funktionsprinzip der Wärmepumpe umgedreht wird und diese wie ein Kühlschrank arbeitet. Wird die Geothermie-Anlage im Sommer zur Gebäudekühlung genutzt hat dies auch für die folgende Kälteperiode einen Vorteil: Der Boden speichert die im Sommer zugeführte Wärme zwischen, so dass das Temperaturniveau der Erdwärmequelle steigt. In der Folge muss in der nächsten Heizperiode weniger Energie in Form von Strom zugeführt werden und der Wirkungsgrad der Anlage ist höher.

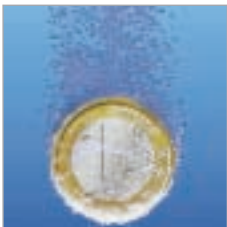


III.4

Fördermöglichkeiten & Finanzierung



Zur Finanzierung einer geothermischen Heizanlage stehen vergünstigte Kreditprogramme ebenso zur Verfügung wie spezielle Zuschüsse für die energetische Gebäudesanierung. Einsparungen und damit eine indirekte Finanzierung ergeben sich für die Betreiber zudem aus vergünstigten Stromtarifen für den Betrieb der Wärmepumpe sowie vor allem aus den vermiedenen Kosten für fossile Energieträger wie Heizöl oder Erdgas. Durch die niedrigeren Kosten im laufenden Betrieb werden die im Vergleich zu Erdöl- oder -gasheizungen höheren anfänglichen Investitionskosten ausgeglichen.



Neubauten

Finanzielle Unterstützung bei der Installation einer Erdwärmepumpe erhalten Hausbesitzer in Form von vergünstigten Krediten der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Die KfW bietet für Neubauten im Rahmen des Programms „Energieeffizientes Bauen“ mit der Programmnummer 153 einen zinsvergünstigten Kredit von 50.000 € je Wohneinheit. Diese Mittel können auch zur Finanzierung einer Erdwärmepumpe verwendet werden. Voraussetzung ist, dass der Neubau einen energetischen Standard der Kategorie KfW-Effizienzhaus 70 erreicht. Setzen Eigentümer bereits beim Neubau auf eine geothermische Anlage, so lassen sich dadurch bei konventionellen Heizsystemen anfallende Kosten vermeiden. Dies gilt sowohl hinsichtlich der Investitionskosten wie auch im laufenden Betrieb. Beim Einbau einer Wärmepumpe, die das Erdreich oder Grundwasser als Wärmequelle nutzt, entfallen bei der Errichtung die Kosten für Schornstein sowie evtl. den Öltank und die dafür benötigten Räumlichkeiten.

Energetische Sanierung von Bestandbauten

Neben den entsprechenden Kreditprogrammen der KfW können Hausbesitzer beim Umstieg auf ein geothermische Heizsystem auch von den Fördertöpfen des Marktanreizprogramms (MAP) des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle profitieren. Diese Fördergelder stehen nicht für Neubauten zur Verfügung, da dort die Nutzung erneuerbarer Energiequellen zur Wärmeversorgung ohnehin zwingend vorgeschrieben ist. Während für kleinere geothermische Wärmepumpen ein Pauschalbetrag gezahlt wird, erhalten größere Anlagen zusätzlich eine variable Förderung von 120 € für jedes kW, mit dem die Anlagengröße eine Heizleistung von 10 kW überschreitet.

< Grafik 6: Basis- und Bonusförderung für geothermische Wärmepumpen im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) in 2012 >

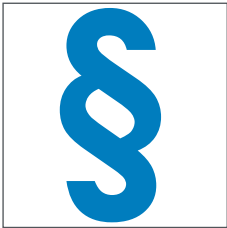
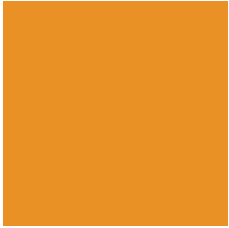
Nennwärmeleistung	Basisförderung im Gebäudebestand	Kombinationsbonus
≤ 10 kW	pauschal 2.400 €	500 €
> 10 kW ≤ 20 kW	2.400 € + 120 €/kW (ab 10 kW)	500 €

Um einen hohen Effizienzgrad der installierten Anlagen zu garantieren, ist eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von 1,3 oder höher für gasbetriebene Wärmepumpen Voraussetzung. Bei elektrisch betriebenen Wärmepumpen muss die JAZ mindestens den Wert 3,8 erreichen. Neben der JAZ wurde zum Januar 2012 ein weiteres Förderkriterium eingeführt, der sogenannte COP-Wert (Coefficient of Performance) der Anlage. Dieser stellt den Wirkungsgrad einer Wärmepumpe zu einem definierten Betriebspunkt dar. Auf diese Weise lässt sich der Wirkungsgrad verschiedener Wärmepumpen unter standardisierten Bedingungen messen und somit vergleichen. Voraussetzung für die Förderung durch das MAP ist ein COP-Wert von 4,30 für Sole/Wasser-Wärmepumpen und von 5,10 für Wasser/Wasser-Wärmepumpen. Zur Orientierung kann hier das EHPA-Gütesiegel dienen. Alle elektrisch betriebenen Wärmepumpen, die seit Anfang 2011 im Rahmen des EHPA-Gütesiegelreglements geprüft wurden und dieses Siegel erhalten haben, erfüllen die Vorgaben des MAP [BAFA: 2012, S. 1].

Den Kombinationsbonus können diejenigen erhalten, die bei der Wärmeversorgung auf eine Kombination verschiedener regenerativer Energiequellen setzen, und zusätzlich zur Wärmepumpe auch eine Solarkollektoranlage installieren. Dies ist besonders dann interessant, wenn auch die Bereitstellung des Warmwassers über regenerative Energiequellen erfolgen soll.

III.5

Rechtliches Rechtliches



Die Erschließung und Nutzung einer geothermischen Wärmequelle regelt in Deutschland bis zu einer Bohrtiefe von 100m das Wasserhaushaltsgesetz sowie die Wassergesetzgebung der jeweiligen Länder. Der Grund dafür ist, dass sowohl bei der Bohrung für eine Erdwärmesonde oder dem Brunnenaustrub für eine Grundwasserwärmepumpe sowie beim anschließenden Entzug der Wärme Einflüsse auf das Grundwasser möglich sind und hier mögliche Risiken und Schäden ausgeschlossen werden sollen. Der Antrag bzw. die Anzeige der Bohrung und Nutzung wird in der Regel von dem jeweiligen Anbieter bzw. der Bohrfirma bei der zuständigen Behörde, der Unteren Wasserbehörde des jeweiligen Kreises, gestellt. Je nach Region und verwendeter Technologie muss die Errichtung entweder lediglich angezeigt werden oder die Genehmigung eingeholt werden.

Bohrungen, bei denen eine Tiefe von 100m überschritten wird, unterliegen einer bergbaurechtlichen Regelung. In der Regel wird eine solche Tiefe jedoch bei Anwendungen für Privathäuser nicht erreicht, da bei höherem Wärmebedarf auf ein Mehrfachsondensystem zurückgegriffen werden kann.



III.6

Chancen und Risiken

Chancen und Risiken



1001.54	▲	0.38	0.3%	1.0
2491.17	▲	5.17	0.2%	1.0
3169.31	▲	20.11	0.6%	1.0
1428.78	▼	46.09	-3.2%	1.0
2091.18	▼	7.58	-0.4%	1.0
7981.09	▲	19.71	0.2%	1.0
3467.17	▼	85.75	-2.4%	1.0
2012.94	▼	16.38	-0.8%	1.0
2194.77	▲	13.31	0.6%	1.0
6298.47	▼	10.17	-0.2%	1.0
3610.30	▼	12.83	-0.4%	1.0
9416.17	▲	8.51	0.1%	1.0

Mit einer geothermischen Heizanlage können sich Hausbesitzer von der Preisentwicklung bei fossilen Energieträgern wie Erdgas oder -öl lösen, da für die Erdwärme außer für die Installation der Anlage und den Kosten für Wartung und Betrieb der Wärmepumpe keine weiteren Betriebskosten in Form von Brennstoffen anfallen. Gegenüber einer konventionellen Öl- oder Gasheizung liegen die Betriebskosten bei einer oberflächennahen Geothermieanlage bei weniger als der Hälfte. Nach den anfänglichen Bohr- und Baumaßnahmen erfolgt die Nutzung der Wärmequelle unterirdisch und geräuschlos, so dass die Nutzung der Geothermie ohne optische Beeinträchtigungen möglich ist.

Die Erdwärme steht anders als andere erneuerbare Energiequellen ganzjährig auf einem relativ konstanten Niveau zur Verfügung. Deshalb lässt sich die Wärmeleistung der Anlage sehr gut kalkulieren und auf ein Backupsystem in Form eines konventionellen Brennkessels kann verzichtet werden. Natürlich ist aber auch eine binäre Nutzung der Geothermieanlage mit anderen konventionellen oder erneuerbaren Heizsystemen möglich, so lässt sich die Erdwärmepumpe beispielsweise besonders effizient mit einer solarthermischen Anlage kombinieren, wenn diese zur Warmwasserbereitstellung genutzt wird. Neben der bivalenten Bereitstellung von Wärme lässt sich die so gewonnene Sonnenwärme auch der Erdwärmequelle zuführen, wenn diese temporär nicht benötigt wird. Dies verbessert das Regenerationsvermögen von Erdsonden und der Boden dient in diesem Fall als thermischer Speicher.

Alleine im vergangenen Jahr wurden in Deutschland fast 25.000 erdgekoppelte Wärmepumpen verkauft. Dies zeigt, dass die geothermische Wärmeversorgung für Privathaushalte in Deutschland eine erprobte und technisch ausgereifte Technologie ist, die über eine hohe Marktreife verfügt.

Wärmepumpen werden mit normalem Haushaltsstrom betrieben. Viele Energieversorger bieten dafür spezielle Wärmepumpentarife an, bei denen die Kosten deutlich unter dem Niveau von Haushaltsstrom liegen. Mit der Wahl eines Ökostromtarifs können Betreiber die positive Klimabilanz der Erdwärmepumpe zudem weiter verbessern. Als weitere Alternative bietet sich ergänzend der Betrieb einer Photovoltaikanlage auf dem eigenen Dach an. Der dort erzeugte Strom kann für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden und im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes auch gegen eine Vergütung ins Stromnetz eingespeist werden.

Wärmepumpen lassen sich nicht nur zum Heizen verwenden, sondern können im Sommer auch Gebäude kühlen. In diesem Fall kehrt sich der Kreislauf um und die Wärme des Gebäudes wird in das Erdreich abgeführt. Zum einen wird dadurch schon ein Wärmedepot für den Winter angelegt, zum anderen lässt sich dadurch eine energieintensive und kostspielige Klimaanlage ersetzen.

Anlagen, die geothermische Energie nutzen, zeichnen sich im Vergleich zu konventionellen Heizungen durch einen sehr geringen Wartungsbedarf aus. Durch den Abschluss eines Wartungsvertrags, können Hausbesitzer jedoch sicherstellen, dass die Bestandteile der Wärmepumpe wie Verdichter und Pumpe sowie der Wärmeträger regelmäßig geprüft werden. Eine regelmäßige Kesselwartung und der Besuch des Schornsteinfegers entfallen jedoch bei der Nutzung einer erdgekoppelten Wärmepumpe.

Endet die Nutzungszeit einer Erdsondenanlage, so kann die Wasserbehörde den Anlagenbetreiber dazu zwingen, die Erdsonde wieder zu entfernen.

Christian Wittke
-Spiewok
Technologie-Entwick-
lung/Erneuerbare
Energien
Stadtwerke Düsseldorf



Innovatives Energiekonzept „Triple energy“

Das Wohnprojekt „Monastere“ mit 67 Einfamilienhäusern und Eigentumswohnungen im Düsseldorfer Norden nutzt weitgehend regenerative Energien. Die Stadtwerke Düsseldorf entwickelten dabei das Heizkonzept „Triple energy“. Die Gebäude nutzen zur Wärmeerzeugung Geothermie, Sonnenenergie und ein Erdwärmespeicher (Aquifer).

Geothermie

Als Hauptkomponente der zentralen Wärmeerzeugungsanlage des Wohngebäudekomplexes mit 39 Wohneinheiten wird eine erdgekoppelte Sole/Wasser-Wärmepumpenanlage mit 23 Erdwärmesonden eingesetzt.

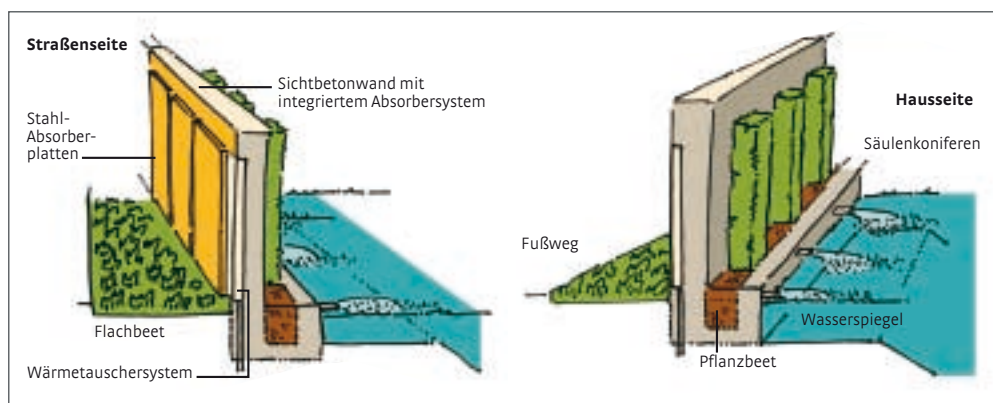
Die 28 Einfamilienhäuser werden dezentral mit Geothermie versorgt. Jedes Haus hat eine eigene, unabhängige Geothermieanlage in Form einer Erdwärmesonde und einer Wärmepumpe. Durch eine passive Kühlfunktion der Wärmepumpen im Sommer kann auch hier ein Teil der solaren Überschusswärme im Aquifer gespeichert und im Heizfall wieder erschlossen werden.

Solarenergie aus der Klimawand

Straßenseitig ist eine Wand mit Solarabsorbern ausgestattet, die Solarenergie für die Warmwasserversorgung des Wohngebäudekomplexes gewinnen. Die Solarabsorber bestehen aus Stahlplatten, die von der Sonneneinstrahlung erwärmt werden und die Wärme an Rohrleitungen auf ihrer Rückseite ableiten. Ein Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch nimmt die Wärme auf und wird in die Technikzentrale gepumpt.

Wegen der saisonalen Unterschiede in der Solarstrahlung kann es im Sommer zu einem Überangebot an Wärme kommen, während die Energieausbeute der Klimawand im Winterhalbjahr nicht ausreicht. Deshalb wird im Winter die Warmwasserbereitung hauptsächlich von der Wärmepumpenanlage übernommen, die dann wieder auf die gespeicherte Wärme im Aquifer zugreift.

< Grafik 1: Entwurf Klimawand >



Aquiferspeicher

Die durch die Klimawand gewonnene Sonnenenergie erwärmt vorrangig das Trinkwasser: Fällt im Sommerhalbjahr mehr Sonnenenergie an, wird diese über das Erdwärmesondenfeld in den natürlichen Aquifer geleitet und während des Sommerhalbjahres dort gespeichert.

Als Aquifer werden grundwasserführende Gesteinsschichten, sog. Grundwasserleiter, bezeichnet. Der Aquifer im Bereich des Wohnquartiers besteht aus grundwasserführenden Kiesen und Sanden und wird von den Erdwärmesonden durchdrungen. Im gleichen Maße, wie die Erdwärmesonden dem Erdreich und dem Grundwasser Wärme entziehen können, wird diese bei einem Überangebot an Wärme dort auch wieder eingebracht. Dabei speichern Aquifere die Wärme erheblich besser als trockene Erdschichten.

Der Aquifer wird durch die Erdwärmesonden mit der Überschusswärme aus der Klimawand im Sommer beladen und stellt diese Wärme der Gebäudeversorgung in der Heizperiode wieder zur Verfügung. So werden die solaren Spitzenenerträge im Sommer besser verwertet. Ein zusätzlicher sommerlicher Wärmebeitrag kommt aus den versorgten Gebäuden selbst. Bei der möglichen Gebäudekühlung wird den im Sommer aufgeheizten Räumen über die Fußbodenheizung Wärme entzogen und über die Erdwärmesonden in das Erdreich eingebracht.

III.7

Best Practice Stadtwerke Düsseldorf

Christian Wittke
-Spiewok
Technologie-Entwick-
lung/Erneuerbare
Energien
Stadtwerke Düsseldorf

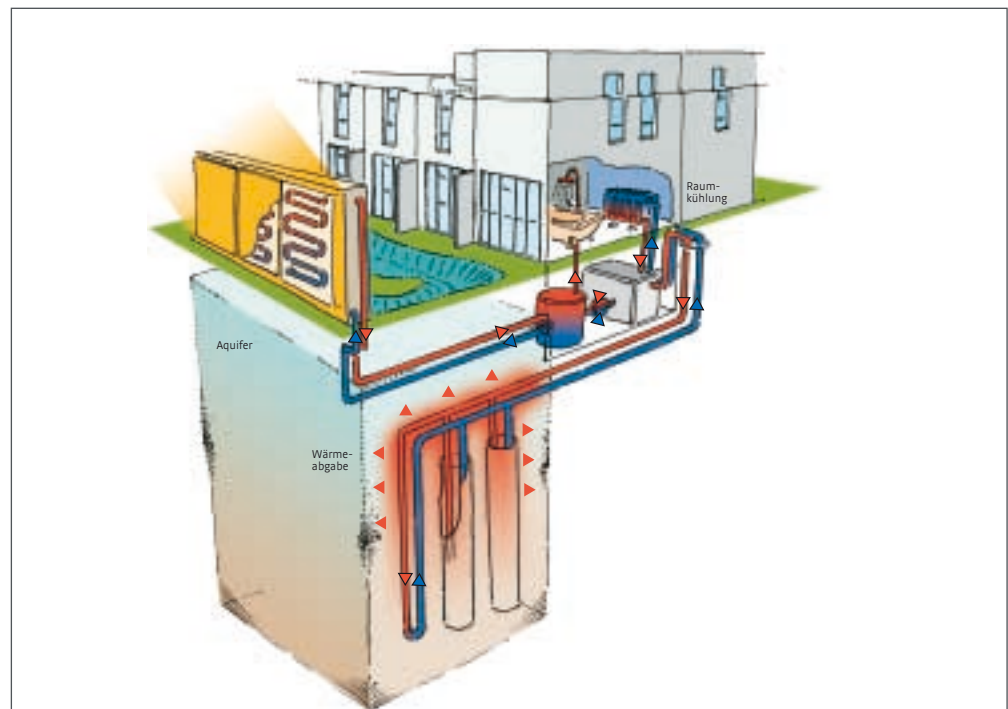


Wärmeversorgung im Sommer

Über die Klimawand erzeugt die Sonneneinstrahlung warmes Wasser. Überschüsse an Sonnenwärme werden über die Erdwärmesonden in den Aquiferspeicher abgeführt. Die Wärmepumpenanlage kühlt die Wohnungen bei Bedarf mit nur geringem Energieaufwand. Dabei wird die entnommene Raumwärme in den Aquiferspeicher abgeführt und dort eingelagert. Ist der Kühlbedarf im Gebäude hoch, wird die Einspeisung von Solarenergie in den Aquifer unterbrochen, um keinen Konflikt mit der Erdwärmekühlung hervorzurufen. Bei Schlechtwetter erfolgt die Brauchwassererwärmung wieder über die Wärmepumpenanlage. Ein Teil der gespeicherten Wärme wird dabei erneut aus dem Aquifer entnommen.

Im Herbst und im Frühling erwärmt die Sonneneinstrahlung die Klimawand und erzeugt somit Warmwasser, soweit dies die Witterung zulässt. Vor der Heizperiode erhält der Aquiferspeicher so seine „Beladung“. Reicht die Sonneneinstrahlung zur Warmwassererwärmung nicht aus, unterstützt die Wärmepumpenanlage.

< Abbildung 2: Wärmeströme im Sommer >



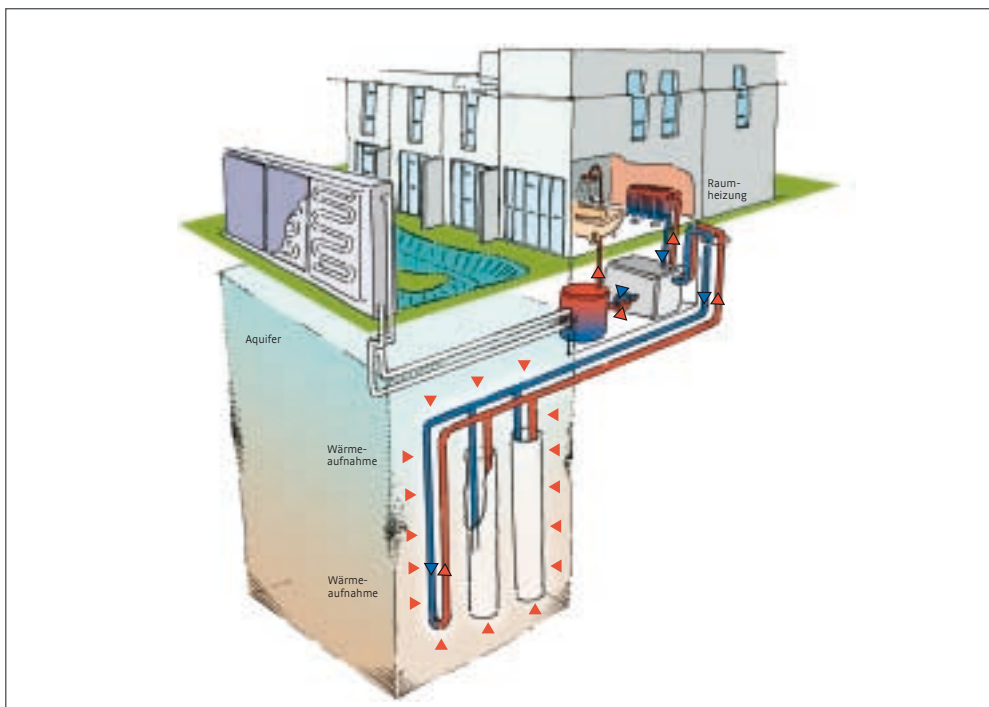
Wärmeversorgung im Winter

Im Winter liefert die Klimawand witterungsbedingt keine nutzbare Energie. Das Heizen der Wohneinheiten und die Warmwassererwärmung übernimmt vollständig die Wärmepumpenanlage. Über die Erdwärmesonden greift die Wärmepumpenanlage nun auf die gespeicherte Wärme im Aquiferspeicher zu und arbeitet dadurch mit einem erheblich besseren Wirkungsgrad.

Ist der Aquiferspeicher leer, weil der Sommer z.B. kühl und bewölkt war, kommt die Wärmepumpenanlage mit der „herkömmlichen“ Erdwärme aus. Sie ist so dimensioniert, dass die benötigte Wärmeenergie auch ohne solare Beiträge zur Verfügung gestellt werden kann.

Die Anlagen wurden im September und Oktober 2011 in Betrieb genommen.

< Abbildung 3: Wärmeströme im Winter >



III.8.1

Beitrag TiefBohr NRW

Marcel Knauber-Leske
Geschäftsführer
geotermica Gruppe



Oberflächennahe Geothermie nach Leonberg

Die Situation für Fachunternehmen – Marcel Knauber-Leske (MKL), Geschäftsführer der geotermica Gruppe, im Gespräch mit Jürgen Kraft (JK), freier Redakteur

» JK: Seit in Leonberg ein Bohrprojekt einen Kurzschluss zweier Grundwasserstockwerke mit der Folge von Bodensenkungen verursacht hat, stehen selbst seriöse Bohrunternehmen vor einem Problem.

MKL: Obwohl die Ursache der Gebäudeschäden in Leonberg im Zusammenhang mit einer Erdwärmebohrung festzustehen scheint, ist bis heute die Schuldfrage gerichtlich noch nicht geklärt. Auch haben dort in direkter Nachbarschaft schon mehrere Erdwärmebohrungen stattgefunden, ohne negative Auswirkungen. Ich will im Fall Leonberg eine Verkettung unglücklicher Umstände nicht ausschließen.

Trotz der harten Situation für die Betroffenen vor Ort ist jedoch Folgendes zu beachten: Durch die Erschließung fossiler Energiequellen sind systembedingt bislang Schäden in unermesslicher Höhe entstanden. Da denke man nur an den Baubestand, der in Deutschland großflächig allein durch den Steinkohlebergbau noch heute in Mitleidenschaft gezogen wird, und an die Zahl der Opfer bisheriger Grubenunglücke. Weltweit betrachtet sind natürlich auch die gigantischen Umweltschäden im Rahmen der Ölförderung zu erwähnen, genauso wie die enorme Schadstoff-Emission beim Einsatz fossiler Energieträger.

» JK: Und die bisherigen Schäden durch Geothermiebohrungen?

MKL: Mir ist nicht bekannt, dass bei Erschließung von Erdwärme in Deutschland je ein Personenschaden entstanden ist. Und was finanzielle und Umweltschäden angeht, bleiben wir mal in Baden-Württemberg: Bis Anfang 2011 sind hier bei ca. 10.000 Erdwärmeprojekten lediglich 53 Zwischenfälle registriert worden. Und das meint nicht unbedingt oben genannte Schäden, sondern in ca. 90 % der Vorkommnisse Unregelmäßigkeiten aufgrund schwieriger Geologien, die von zertifizierten Bohrunternehmen mit geschultem Personal natürlich gemeistert wurden.

Diese geringe Quote zeigt, dass in Zusammenarbeit mit Fachunternehmen alles nach Plan läuft. Für die TiefBohr GmbH & Co. KG, dem nach W 120 zertifizierten Bohrunternehmen der geotermica Gruppe, hat es in Baden-Württemberg keinen einzigen Zwischenfall gegeben. Das ist vor allem darin begründet, dass wir jedes unserer Bauvorhaben von einer erfahrenen Diplom-Geologin begleiten lassen.



» JK: Aber wie hat sich der Vorfall in Leonberg auf Ihre Firmengruppe ausgewirkt?

MKL: Nach der in Baden-Württemberg behördlich verfüigten Bohrtiefenbegrenzung bis zum obersten Grundwasserhorizont wurden auch viele unserer Bauvorhaben hier hinfällig. Die waren zum großen Teil sogar schon genehmigt. Dort, wo die Grundstücksgröße die unter den neuen Bedingungen erforderliche Anzahl von Bohrungen mit geringerer Tiefe nicht erlaubte, wichen Bauherren oft auf den Einsatz anderer alternativer Energien aus und stornierten ihre Bohraufträge. Das bewirkte für uns in Baden-Württemberg im Jahr 2011 einen Umsatzrückgang von ca. 5 %. Auf unsere Umsätze z.B. in Bayern hatten die Leonberger Vorkommnisse allerdings keinen messbaren Einfluss, weil es dort diese Beschränkung schon immer gab.

Da aber die geothermica Gruppe bundesweit Erdwärmequellen erschließt, relativiert sich für uns das Ergebnis in Baden-Württemberg natürlich. Vor allem durch die Aktivitäten unserer Marke GeothermieBohrer die Erdwärmeprofis, die sich auf die Betreuung von Kunden in Nordrhein-Westfalen konzentriert, konnten wir in NRW den Umsatz dermaßen steigern, dass in 2011 die Einbußen in BW mehr als kompensiert wurden. Auch hier überzeugte Kunden und Genehmigungsbehörden die Begleitung der Projekte durch unsere Diplom-Geologin genauso wie der Einsatz unseres zertifizierten Bohrunternehmens und unsere vorbildlichen Referenzen.

» JK: Was kommt nach Leonberg?

MKL: Wir hoffen auf eine bessere Qualifizierung der Bohrunternehmen, auf eine schlagkräftigere Bündelung der Interessenvertretungen auf dem Gebiet der Geothermienutzung und auf eine bundesweite Vereinheitlichung der Richtlinien für die Erschließung dieser nachhaltigen Energiequelle. Einiges davon ist schon auf den Weg gebracht. Und nicht nur für unsere Kunden und die Umwelt wünschen wir uns aber auch vor dem Hintergrund der beschlossenen Energiewende ein stärkeres Förderungsengagement der staatlichen Institutionen.

III.8.2

Beitrag

TRACTO-TECHNIK

Stefan Schmitz
Marketing / Werbung
TRACTO-TECHNIK
GmbH & Co. KG



Erdwärme auf schwierigem Terrain – eine Aufgabe für Profis

In hochwertiger Wohnlage, über den Dächern der badischen Stadt Müllheim mit 18.000 Einwohnern im Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, sollte ein 400 m² Wohnhaus inkl. Schwimmbad mit Erdwärme beheizt werden.

Aufgrund der Vorkommnisse im 15 km entfernten Staufen geht man in der Region äußerst sensibel mit dem Thema Erdwärme um. Dort verursachten im Jahre 2007 mehrere bis zu 140 m tiefe Bohrungen Risse und Setzungen in Häuserfassaden.

Die hierdurch sensibilisierte Untere Wasserbehörde im Landratsamt Breisgau/ Hochschwarzwald genehmigte die aktuellen Bohrarbeiten somit nur mit strengen Auflagen und der Einleitung eines wasserrechtlichen Verfahrens:

- Bohrtiefenbeschränkung bis 45 m unter GOK
- Ständige Aufsicht und Kontrolle der Bohrung durch einen mit der regionalen Geologie vertrauten Geologen
- Vorhalten von Absperrvorrichtungen zum Beherrschen von artesisch gespanntem Grundwasser
- Vorhaltung eines Gasmessgerätes zur permanenten Kontrolle von Gasaustritten wie CO₂, H₂S und CH₄ während der Bohrarbeiten
- Dokumentation und Kontrolle der Bohrarbeiten bei gleichzeitiger geologischer Ansprache des ausgetragenen Bohrguts mit anschließender Archivierung des Materials
- Zertifiziertes Bohrunternehmen nach DVGW W 120

Der Bauherr beauftragte das ortsansässige Architekturbüro Zeller-Eisenberg mit der Bauleitung. Dieses wiederum holte sich einen erfahrenen Partner an Bord – die Firma Fritz Planung GmbH mit Hauptsitz in Bad Urach. Der Fritz Planung oblag die von der Unteren Wasserbehörde geforderte Bauaufsicht, Überwachung und Dokumentation.

Das nach DVGW-Arbeitsblatt W 120 zertifizierte Bohrunternehmen H. Anger's Söhne aus Hessisch-Lichtenau erhielt als Spezialist in Sachen Erdwärme den Auftrag, die Bohr- und Ausbauarbeiten mit der GRD-Bohrgerätetechnik des Sauerländer Bohrgeräteherstellers TRACTO-TECHNIK auszuführen.

Die Firma H. Anger's Söhne ist seit 2009 GRD- Bohrgeräteanwender und bekannt für erfolgreich abgeschlossene Projekte unter schwierigen Bedingungen.

8 Radialbohrungen mit insgesamt 310 Sondenmeter wurden unter Neigungswinkeln von 50° und 65° von einem zentralen Bohrschacht aus mit der speziellen Gerätetechnik von TRACTO-TECHNIK in kurzer Zeit gebohrt. Die Bohrlochlängen der einzelnen Bohrlöcher erreichten max. 42 m.



Aus sicherheitstechnischen Gründen, wurde die erste Bohrung anfangs unter einer Neigung von 65° im Druckluftspülbohrverfahren abgeteuft. Nach erfolgreicher Erledigung dieser Arbeit gab der Geologe Entwarnung – das zweiköpfige Bohrteam durfte mit Luft-/Wasserspülung weiter bohren.

„Mit der gegenwärtigen Bohrtiefenbeschränkung in Baden Württemberg war diese Baumaßnahme nur mit dem GRD- Bohrverfahren möglich“, so die Aussage des beaufsichtigenden Fachmanns.

Die schwierigen geologischen Bedingungen (Braunjuragesteine in Teilschollen des Oberrheingraben) erlaubten die Fertigstellung von bis zu zwei Bohrungen pro Tag. Die Koaxialsonde wurde mit einer von TRACTO-TECHNIK entwickelten hydraulischen Einschubvorrichtung eingebracht und anschließend mit einem sulfatbeständigen Verpressmörtel der Firma Fischer verfüllt. Nach insgesamt acht Arbeitstagen war die Baustelle inklusive aller Vor- und Nacharbeiten (Schachtausbau, Anbindung an das Haus) fertig gestellt.

Alle Beteiligten zeigten sich über die komplikationslose Vorgehensweise auf der Baustelle glücklich und begeistert. Trotz der schwierigen Rahmenbedingungen gelang es, die EWS-Anlage erfolgreich zu installieren und den Bewohnern behagliche Wärme in der kalten Jahreszeit zu liefern.

Das Bauvorhaben hat gezeigt, dass es auch für Regionen in denen die Erdwärmenutzung kaum möglich ist, eine Lösung gibt – GRD, vom Spezialmaschinenhersteller TRACTO-TECHNIK.





TiefBohr NRW

Natürlich Erdwärme

TiefBohr NRW GmbH & Co. KG

Porschestraße 6

41836 Hückelhoven

Tel.: 02433 - 44 68 470

Fax: 02433 - 44 68 471

info@TiefBohr-NRW.de

www.TiefBohr-NRW.de

Für Ihre Wärmepumpe erschließen wir die Erdwärme Ihres Baugrunds, und das inklusive aller Neben- und Zusatzarbeiten.

Wir arbeiten bundesweit in allen Geologien zum garantierten Festpreis!

-  **Festpreis-Garantie und Planungssicherheit**
-  **über 30 Jahre Erfahrung in Erdwärmegewinnung**
-  **moderner Gerätepark & qualifizierte Mitarbeiter**
-  **kompetente Beratung und Termintreue**
-  **fachgerechte und schnelle Ausführung nach DIN**
-  **Bohrungen selbst auf engstem Gelände**
-  **bundesweit, auch in schwierigen Geologien**
-  **Qualität durch W 120 Zertifizierung**



Beratung und Vertrieb unserer Leistungen nur über die GeothermieBohrer die Erdwärmeprofis und die geotermica GmbH & Co. KG Stuttgart.

GeothermieBohrer die Erdwärmeprofis

Tel.: 0800-777 6001 (Freecall)

Fax: 0800-777 6002 (Freecall)

Info@GeothermieBohrer.de

www.GeothermieBohrer.de

geotermica GmbH & Co. KG

Tel.: 0800-4444 332 (Freecall)

Fax: 0800-4444 339 (Freecall)

info@geotermica.de

www.geotermica.de



Der "Erdwärmetak" im Garten



Mit der GRD-Technik wird Erdwärme zur wirklich lohnenden Energiequelle

GRD ist ein hocheffizientes Verfahren für die Gewinnung von Erdwärme mit schräg angeordneten Erdwärmesonden. Die innovative GRD-Bohrtechnik hat auch Familie H. überzeugt, die sich jetzt über den immer vollen "Erdwärmetak" im Garten und eine deutliche Energieersparnis freut.



Ablauf und Berechnung (nach VDI 4640):

Energetische Sanierung eines Wohnhauses mit 270 m² Wohnfläche, Fußbodenheizung und Radialheizkörper

benötigte Heizleistung:	15,9 kW
Kälteleistung:	12,4 kW
Leistungszahl:	4,5
Entzugsleistung:	55 W/m
Bohrmeter:	220 m (+ 20 m in Reserve)

Anforderung der Behörde: max. Bohrtiefe 40 m

Anforderung des Bauherrn:

- Reelles Preis-Leistungsverhältnis
- Inanspruchnahme von Fördermitteln
- Minimaler Eingriff in die Gartenfläche

Familie H. ist sich sicher, mit dieser Investition in die Zukunft alles richtig gemacht zu haben und sagt: „Durch den Wegfall der Öltanks gewinnen wir einen zusätzlichen Kellerraum. Bei den Bohr- und Installationsarbeiten entstanden keine Schäden im Garten - und staatliche Fördermittel gab es auch!“

TRACTO-TECHNIK GmbH & Co. KG

Telefon: +49 (0) 2723 8080 | geothermie@tracto-technik.de | www.tracto-technik.de



GRD-Radial-Bohrverfahren

IV. Geothermie für Unternehmen

Bei Unternehmen spielen Energiekosten in absoluten Zahlen eine deutlich größere Rolle als für private Haushalte. In besonderem Ausmaß trifft dies auf energieintensive, verarbeitende Industriezweige mit hohem Strom und/oder Wärmebedarf zu. Geothermische Energiequellen bieten für Unternehmen eine hervorragende Möglichkeit, um den Wärmebedarf aus erneuerbaren Energiequellen zu decken und die Betriebskosten zu senken. Da der Energiebedarf hinsichtlich zeitlicher Verteilung und Höhe stark vom jeweiligen Sektor, der Unternehmensgröße und dem Unternehmensangebot abhängt, muss die konkrete Nutzbarkeit geothermischer Energie in jedem Einzelfall neu geprüft und bewertet werden. Im Folgenden werden jedoch einige grundsätzliche Technologien zur Nutzung von größeren geothermischen Wärmemengen und mögliche Anwendungsbereiche dargestellt.

...



IV.1

Funktionsweise und Technologie



Je nach Gebäudegröße und Wärmebedarf können auch bei Büro- und Gewerbegebäuden, die in Kapitel III. für Privathäuser aufgeführten Technologien wie Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren zum Einsatz kommen. Dafür muss allerdings die Zahl der Bohrungen bzw. die Tiefe (bei Erdwärmesonden) oder die Kollektorfläche an den jeweiligen Energiebedarf angepasst werden und die Anlage in der entsprechenden Größe dimensioniert werden. Im Einzelfall kann auch eine Kombination von verschiedenen Erdwärmennutzungsmöglichkeiten sinnvoll sein.



Für die geothermische Versorgung mit Prozesswärme bieten sich zudem tiefergeothermische Erschließungs- und Nutzungstechnologien an, die in Kapitel V. ausführlich beschrieben werden. Desweiteren lässt sich die Erdwärme für größere Büro- und Gewerbeimmobilien vor allem bei Neubauten mit Hilfe von erdberührten Betonbauteilen nutzen.

Erdberührte Betonbauteile

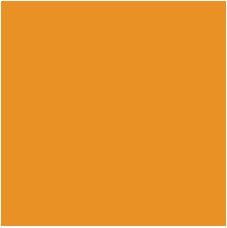
Bei größeren Bauwerken erfolgt die Gründung in der Regel über Betonbauteile in Form von Gründungspfählen oder Bodenplatten, die im Erdreich verankert sind. Dadurch ist bereits eine potentielle Erschließung der Wärmequellen im Erdinneren gegeben. Werden bereits in der Errichtungsphase oder während der Sanierung von Bestandsgebäuden entsprechende Rohrleitungen in die Betonkomponenten eingebaut, in denen das Trägermedium zirkulieren kann, lässt sich das geothermische Energiepotential ohne weitere Bohrungen nutzen. Gründungspfähle, die neben der Statik des Gebäudes auch geothermische Energiequellen erschließen, werden auch als Energiefähle bezeichnet. Aufgrund der Komplexität des Wärmebedarfs ist hier eine individuelle Planung und Auslegung im Rahmen eines Gesamtenergiekonzepts erforderlich.



IV.2

Anwendungen

Anwendungen



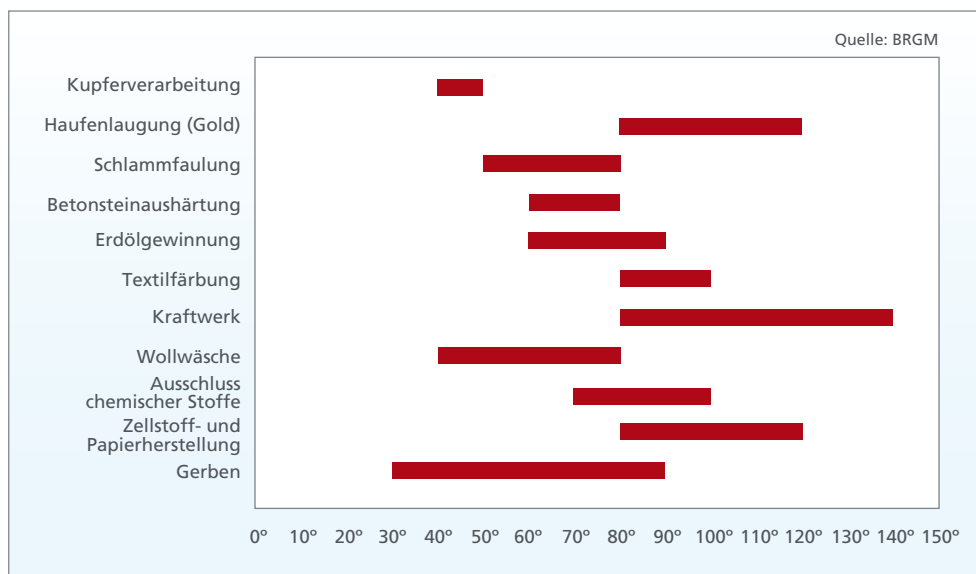
Klimatisierung

Unternehmen können geothermische Energie zur Bereitstellung von Warmwasser und zur Deckung des Heizbedarfes nutzen. Mit entsprechender Anlagengröße lässt sich auch der Wärmebedarf größerer Büro- und Gewerbeimmobilien decken und im Rahmen eines nachhaltigen Energiekonzepts die Ökobilanz der Unternehmung verbessern. Bei modernen Bürokonzepten spielt die Gebäudeklimatisierung zunehmend eine wichtige Rolle, da sie sich positiv auf die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden der Mitarbeiter auswirken kann. Geothermische Anlagen lassen sich ohne die Installation zusätzlicher Systeme auch zur Kühlung einsetzen, da sich Wärmepumpen durch eine Umkehrung des Kreislaufs auch als Kältemaschine nutzen lassen. So lassen sich komplexe Raumklimakonzepte mit Hilfe der Geothermie umsetzen. Zum einen lässt sich bei geringem Kühlbedarf die Wärmepumpe abschalten und lediglich die Umwälzpumpe der Anlage betreiben. Da in diesem Fall nur Energie für den Betrieb der Umwälzpumpe benötigt wird, ist die Effizienz der Anlage deutlich höher als während des Heizbetriebs oder in Phasen der aktiven Kühlung. In diesem Betriebsmodus wird die Raumwärme an den Erdboden abgegeben und die relative Kälte des Erdbodens in die Räume geleitet. Auf diese Weise wird während der Sommermonate die Regeneration des Wärmevorkommens im Erdreich unterstützt und kann in der sich anschließenden Heizperiode wieder durch Wärmeentzug für das Beheizen des Gebäudes genutzt werden. Durch die aktive Kühlfunktion, bei dem die Wärmepumpe ähnlich wie ein Kühlschrank arbeitet, lässt sich die Kühlleistung einer erdgekoppelten Wärmepumpe noch deutlich steigern.

Industrielle Prozesswärme

Geothermische Energie liefert als Grundlastenergie ein kontinuierliches Wärmeangebot. Damit eignet sie sich für die Bereitstellung von Prozesswärme für produzierende Industriezweige mit einem hohen Wärmebedarf, beispielsweise für Trocknungsprozesse in der Lederindustrie oder für Papierfabriken.

< Grafik 7: Geothermische Nutzungsmöglichkeiten und benötigte Wärmeniveaus für verschiedene industrielle Prozesse >



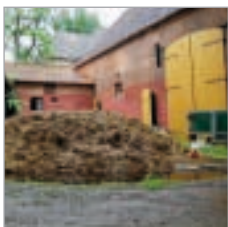
Grafik 7 zeigt mögliche industrielle Anwendungen und die jeweils benötigten Temperaturniveaus.

Anders als beim Heizwärmebedarf, der in Deutschland über den Tages- und Jahresverlauf starken Schwankungen unterliegt, ist bei vielen Industrieprozessen ein kontinuierlicher Wärmebedarf gegeben. Neben der einmaligen Nutzung der geothermischen Wärme lassen sich solche Anlagen auch mit einem Wärme- bzw. Energierückgewinnungssystem koppeln, so dass eine der primären Prozesswärmenutzung nachgelagerte Verwendung der Restwärme möglich ist.

Ebenso wie bei der Beheizung von Gebäuden mit Geothermie niedrige Vorlauftemperaturen sich positiv auf die Effizienz der Nutzung auswirken, so gilt auch für industrielle Anwendungen, dass sich die Geothermie vor allem für die direkte Anwendung eignet, wenn diese mit einem relativ niedrigen Temperaturniveau von bis zu 70 °C auskommt. Werden höhere Prozesstemperaturen benötigt, so kann die Erdwärme aber dennoch zur Teilerwärmung genutzt werden. Damit lässt sich der Anteil konventioneller Heizsysteme an der Wärmebereitstellung zumindest reduzieren.

IV.2 Anwendungen

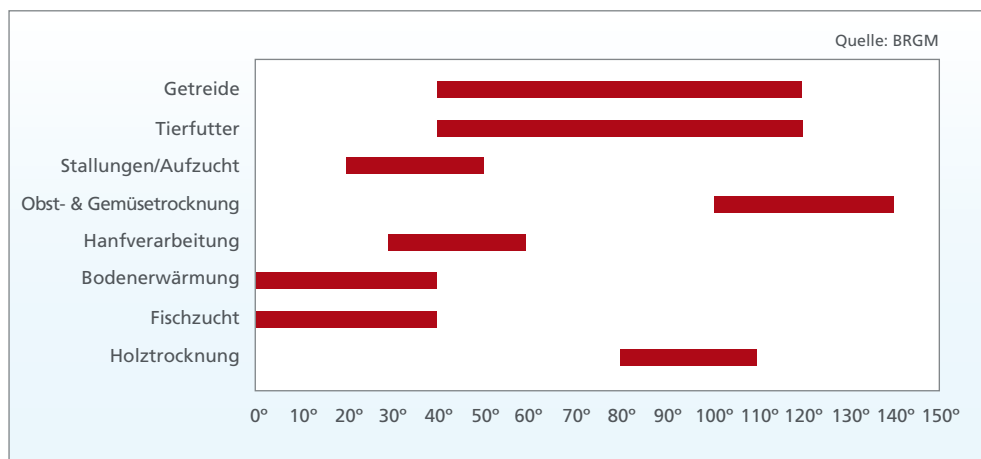
Anwendungen



Landwirtschaft

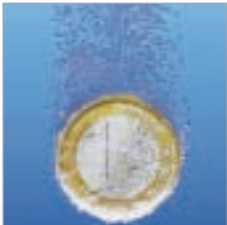
In Europa wird geothermische Energie seit mehreren Jahrzehnten in der Landwirtschaft eingesetzt. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Erwärmung von Treibhäusern mit Hilfe der Erdwärme, da Treibhäuser innerhalb des Agrarsektors zu den stärksten Verbrauchern von Energie auf einem niedrigen Wärmeniveau zählen. Neben dem Beheizen von Treibhäusern kann geothermische Energie auch zur Erwärmung des zur Bewässerung eingesetzten Wasser genutzt werden und zwar sowohl in Treibhäusern wie auch im freien Feld. Der Wärmebedarf solcher landwirtschaftlichen Anwendungen ist hoch und vor allem in Treibhäusern auch kontinuierlich. Mit diesen Anforderungen harmonisiert die Geothermie als grundlastfähiger Energieträger. Zudem ist das benötigte Wärmeniveau als relativ niedrig einzustufen, so dass landwirtschaftlich-geothermische Anwendungen im Rahmen einer energetischen Kaskadennutzung anderen Primärnutzungen nachgelagert werden können. Weitere mögliche Anwendungen ergeben sich für die Geothermie beispielsweise bei der Fischzucht im Rahmen von Aquakulturen oder bei der Trocknung von landwirtschaftlichen Produkten.

< Grafik 8: Geothermische Nutzungsmöglichkeiten und benötigte Wärmeniveaus in der Land- und Forstwirtschaft >





IV.3 Fördermöglichkeiten & Finanzierung



Finanzielle Förderung können Unternehmen über das Kreditprogramm „Erneuerbare Energien“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) in Form von Tilgungszuschüssen und zinsvergünstigten Darlehen erhalten. Der Programmteil „Premium“ richtet sich überwiegend an kleine und mittlere Unternehmen und dient der Finanzierung größerer Projekte. Gefördert werden in diesem Programm Anlagen, die der Erschließung und Nutzung tiefergeothermischer Energiequellen in einer Tiefe von mehr als 400 m dienen. Außer bei der Errichtung der Anlagen hilft die KfW auch bei der Finanzierung der Förder- und Injektionsbohrungen. Bei Projekten, für die besondere technische Risiken gelten, können die dafür anfallenden Mehraufwendungen ebenfalls mit Hilfe der KfW finanziert werden. Für alle tiefergeothermischen Projekte ist der zulässige Anteil der öffentlichen Mittel auf 80 Prozent der förderfähigen Netto-Investitionskosten begrenzt.

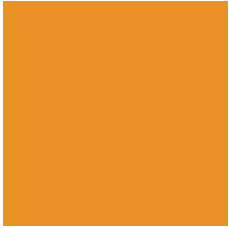
Im vergangenen Jahr war ein deutlicher Anstieg der Nachfrage nach dem Premium-Programm der KfW zu beobachten und die Summe der vergebenen Förderkredite stieg gegenüber 2010 von 340 Mio. € auf nun rund 500 Mio. € an. Anfang dieses Jahres vereinbarten die KfW und das Bundesumweltministerium, das Programm „Erneuerbare Energien – Premium“ für weitere fünf Jahre anzubieten.

Für alle weiteren geothermischen Projekte können Unternehmen auf den Programmteil „Standard“ des KfW-Kreditprogramms zurückgreifen. Eine Kombination von Krediten aus den verschiedenen Programmteilen ist nicht möglich.



IV.4

Rechtliches Rechtliches



Auch für durch Unternehmen genutzte Immobilien gelten die Regelungen des EEWärmeG, die für Neubauten die Nutzung erneuerbarer Energiequellen anteilig festschreiben. Die Nutzungspflicht betrifft jedoch ausschließlich den Eigentümer des Gebäudes und nicht eventuelle gewerbliche Mieter. Wurde der Bauantrag noch im Jahr 2008 oder früher eingereicht bzw. die Bauanzeige gestellt, so ist der Bauherr von der Nutzungspflicht befreit. Bei gewerblich genutzten Gebäuden gilt, dass eine geothermische Anlage mindestens 50 Prozent des Wärmebedarfs abdecken muss. Ausgenommen von der Nutzungspflicht sind jedoch Gebäude, bei denen der Jahresprimärenergiebedarf 15 Prozent unter den Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) liegt und der in der EnEV für den Transmissionswärmeverlust vorgegebene Höchstwert um 15 Prozent unterschritten wird.



IV.5

Chancen und Risiken

Chancen und Risiken



1001.54	▲	15.36	8.2%	1.8
2491.17	▲	5.17	0.8%	1.8
3169.31	▲	30.11	11.2%	1.8
1428.78	▲	46.09	36.4%	1.8
2091.18	▲	7.58	1.2%	1.8
7981.06	▲	18.71	4.4%	1.8
3467.17	▲	3.66	0.2%	1.8
2012.94	▲	85.75	13.4%	1.8
2194.77	▲	16.38	7.8%	1.8
6298.47	▲	13.31	11.8%	1.8
3610.30	▲	10.17	5.8%	1.8
9416.12	▲	12.83	31.9%	1.8
	▲	8.51	9.3%	1.8

Unternehmen können mit Hilfe der Geothermie ihre Betriebskosten durch eine Senkung bei den Energiebezugskosten deutlich reduzieren. Zudem sinken die Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Preisentwicklungen bei fossilen Energieträgern, was vor allem für energieintensive, Industriezweige von großer Bedeutung ist.

Geothermische Anlagen helfen Unternehmen dabei, ihre CO₂-Emissionen deutlich zu reduzieren. So lassen sich Selbstverpflichtungen ohne Verzicht auf Komfort und Leistung einhalten und ein Imagegewinn in der öffentlichen Wahrnehmung kann erzielt werden.

In neuen Bürogebäuden zählt heute ein ganzheitliches Klimakonzept, das über das reine Beheizen der Räumlichkeiten weit hinausgeht, zum Standard. Die Geothermie eignet sich unter den erneuerbaren Energien am besten um komplexe Raumklimakonzepte mit einer nachhaltigen Technologie umzusetzen, da mit ihr kostengünstig und ohne zusätzliche Investitionen auch die Kühlung des Gebäudes erfolgen kann.

Nicht jeder Standort ist für jede geothermische Erschließungstechnologie geeignet und auch der jeweilige Wärme- bzw. Kältebedarf entscheidet im Einzelfall über die geeignete geothermische Nutzung. Je stärker vor Ort Kaskadeneffekte bei der Wärmenutzung möglich sind, desto besser lassen sich die hohen Investitionskosten großer Geothermieprojekte auf die einzelnen Wärmeabnehmer verteilen und desto effizienter kann auch die geförderte Wärme genutzt werden.

Bei der geothermischen Wärmeversorgung von Bürogebäuden ist darauf zu achten, dass bereits bei der Gebäudeplanung sichergestellt ist, dass die Heiz- und Kühllasten minimiert werden. Zudem kommt der Auslegung der Anlage und der einzelnen Komponenten eine hohe Bedeutung zu. Gegebenenfalls bietet es sich vor dem Bau auch die Durchführung einer thermischen Simulation an. Mit Hilfe von Messtechnik sollte eine Überwachung der Anlage im laufenden Betrieb erfolgen, um Fehlfunktionen identifizieren und die Anlage gegebenenfalls optimieren zu können. Um der Komplexität des Klimamanagements in größeren Bürogebäuden gerecht zu werden, bedarf es einer darauf abgestimmten Regelstrategie, die alle Verbraucher und Energielieferanten aufeinander abstimmt [BINE 2010: S. 3ff].



IV.6.1

Best Practice Mercedes Benz

Bettina Nickel, Corporate Communications
Mercedes Benz



Geothermie-Anlage für neue Rohbauhalle von Mercedes-Benz im Werk Rastatt

Seit Ende 2011 läuft in Rastatt mit der neuen B-Klasse das erste Fahrzeug der neuen Kompakten vom Band. Insgesamt investiert die Daimler AG 600 Millionen Euro in das Werk Rastatt – in Ergänzung zu den bestehenden Gebäuden entstand eine weitere Produktionshalle für den Karosserierohbau. Besonderheit dieses neuen Rohbaugebäudes: Ein innovatives und umweltverträgliches Energiekonzept, das neben der Abwärme aus dem Produktionsprozess auch die natürliche oberflächennahe Erdwärme (Geothermie) nutzt. Das Grundwasser dient hierbei als Energiequelle. Durch den Einsatz dieser neuen Geothermie-Anlage lassen sich Jahr für Jahr rund fünf Million Kilowattstunden Energie einsparen und rund 800 Tonnen Kohlendioxid-Emissionen vermeiden – im Vergleich zur Versorgung aus der vorhandenen Energiezentrale.

Umfangreiche Gutachten vor Baubeginn

Um die Eignung des Rastatter Werksgeländes für den Betrieb dieser Geothermie-Anlage zu prüfen, wurde noch vor Baubeginn im Herbst 2008 eine positive geologische Erkundung des Umfelds durchgeführt. Um die optimale Position der einzelnen Brunnen der Anlage zu bestimmen, haben Geologen im Vorfeld weitere umfangreiche Untersuchungen vorgenommen. Die ebenfalls notwendige wasserrechtliche Erlaubnis durch das Regierungspräsidium Karlsruhe, Grundwasser für Heiz- und Kühlzwecke auf dem Werksgelände des Mercedes-Benz Werkes in Rastatt zu nutzen, liegt seit November 2009 vor.

Bauzeit von nur zehn Monaten

In zehn Monaten Bauzeit wurden zum vollständigen Aufbau der neuen Geothermie-Anlage elf Brunnen erstellt, 2.600 Meter Rohrleitungen in der Erde verlegt, zwei hochmoderne Wärmepumpen errichtet sowie eine Zentrale mit einer Schalt- und Steuerungsanlage in Betrieb genommen. Mit dieser eingesetzten Technik ist eine jährliche Entnahme von 800.000 m³ Grundwasser möglich. Dieses Grundwasser wird nach der thermischen Nutzung zur Temperierung der Rohbauhalle wieder dem natürlichen Kreislauf zugeführt – und zwar ohne jede Verunreinigung. Die Temperatur des genutzten und wieder zurück gegebenen Wassers liegt in einem behördlich vorgegebenen Fenster von 6 bis 20°C.



Mercedes-Benz

Test- und Inbetriebnahmephase erfolgreich abgeschlossen

Im Spätsommer 2010 wurden nach und nach einzelne Komponenten der Geothermie-Anlage einem Testlauf unterzogen, um das technische Zusammenspiel und die verschiedenen Betriebszustände zu prüfen. Mittlerweile ist die Leistungsfähigkeit und fehlerlose Funktion des gesamten Systems erprobt und abgesichert, so dass die neue Geothermie-Anlage ihren regulären Betrieb aufnehmen kann.

Nutzung von Erdwärme durch Grundwasser

Oberflächennahe Geothermie ist eine erneuerbare Energie. Bei der Nutzung von Erdwärme dient das Grundwasser als Energiequelle. Selbst an kältesten Tagen beträgt die Temperatur des Grundwassers ca. 12° C. Die Förderung des Wassers zur Wärmepumpe erfolgt über die sogenannten Entnahmefrünnen. Zum Heizen entzieht die Wärmepumpe dem Grundwasser Energie, zum Kühlen wird dem Grundwasser Energie zugeführt. Das Wasser wird dem Erdreich anschließend über die Schluckbrunnen wieder zugeleitet.

IV.6.2 Best Practice

Messe München

Dirk Sturny,
Leiter Zentralbereich
MarCom
Messe München

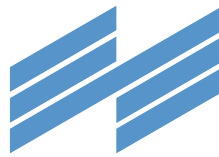


Messe München: Erstes Messegelände in Europa mit Geothermie-Beheizung

Die Messe München und die Stadtwerke München (SWM) haben vertraglich vereinbart, dass die SWM die komplette Wärmeversorgung der Messe München übernehmen. Die Hallen und Gebäude der Messe München werden in Zukunft durch die Geothermieanlage der Messestadt Riem im Osten des Messegeländes beheizt. Damit ist die Messe München die erste Messegesellschaft in Europa, die zur Wärmeerzeugung überwiegend regenerative Energien verwendet. Die Bauarbeiten zur 500 Meter langen Verbindungsleitung zwischen Geothermieanlage und Messegelände begannen im Juli 2011. Seit Herbst 2011 wird Erdwärme in das Messenetz eingespeist.

Erdwärme statt Erdgas – die Messe München geht mit der Beheizung ihrer Messehallen und Gebäude durch Geothermie einen nächsten Schritt, um ihre Vorreiterrolle bei Umwelt- und Klimaschutz im Messewesen weiter auszubauen. Die Erdwärme wird über das Fernwärmenetz in das System der Messe München in Form von 90 Grad heißem Wasser eingespeist. Die darüber hinaus gehende Spitzenlast wird mit dem messeeigenen Blockheizkraftwerk (BHKW) und den Heizanlagen der SWM abgedeckt. Durch die Umstellung von Erdgas auf Erdwärme kann bei der Messe München jährlich eine Emission von 1.600 Tonnen CO₂ vermieden werden. Der Vertrag mit den Stadtwerken München wurde über einen Zeitraum von 15 Jahren mit einer Option auf weitere zehn Jahre geschlossen.

Gerhard Gerritzen, Mitglied der Geschäftsführung der Messe München: „Nicht nur in ökologischer Hinsicht ist die Geothermie zukunftsweisend, sondern dieser Wärmeverbund mit den Stadtwerken München hat auch positive Auswirkungen auf unsere Wirtschaftlichkeit. Pro Jahr werden wir durch die Umstellung auf Erdwärme eine Kostenersparnis im mittleren sechsstelligen Bereich realisieren können.“ Möglich wurden die bedeutenden Einsparungen an CO₂-Emissionen und Kosten durch den intelligenten Verbund der Einsatzmedien Fernwärme, Kraft-Wärme-Kopplung und Erdgas in Form eines Contractings durch die SWM. Die Fernwärme, hier in Form der Geothermie-wärme, übernimmt dabei die Grundlast der Wärmeversorgung. Die Wärme aus dem BHKW der Messe München sowie den Gaskesseln der SWM wird nur noch in Spitzenzeiten bedarfsgerecht zugeschaltet. Kernstück des Verbundes ist ein neues fünf Kilometer langes Leitungsnetz auf dem Messegelände, das alle Bereiche, die Wärme verbrauchen, mit den drei Wärmequellen verbindet. Die SWM bauen dieses Leitungsnetz auf und übernehmen darüber hinaus künftig die Verantwortung für die gesamte Wärmeversorgung der Messe München einschließlich aller Erzeugungsanlagen. Dadurch ist jederzeit die optimale Einsatzreihenfolge der verschiedenen Techniken gewährleistet.



Messe München International

Stephan Schwarz, SWM Geschäftsführer Versorgung und Technik: „Ich freue mich, dass sich die Messe München für diesen geothermischen Wärmeverbund mit den SWM entschieden hat. Die SWM sind einer der führenden deutschen Experten für Fernwärme und Tiefengeothermie. Bereits seit 2004 nutzen wir diese natürliche Ressource erfolgreich zur Wärmeversorgung der Messestadt. Mit der Messe München können wir das geothermische Potenzial unserer Anlage in Riem noch besser ausnutzen und ihren Umweltnutzen damit nochmals erhöhen.“ Die SWM setzen seit jeher auf eine möglichst umweltverträgliche und ressourcenschonende Energieerzeugung und -versorgung. Die Geothermieanlage in Riem ist Bestandteil ihres umfangreichen Engagements für den Klimaschutz im Rahmen der Fernwärmeerzeugung. Das Prinzip der Anlage ist einfach: Mit Hilfe einer Pumpe fördern die SWM aus rund 3.000 Metern Tiefe Wasser mit einer Temperatur von 93° C an die Oberfläche. Hier gibt das Wasser seine Wärme über Wärmetauscher an das Fernwärmenetz der SWM ab und wird anschließend über eine zweite Bohrung wieder in die Tiefe zurückgeleitet. Mit dieser natürlichen Energiequelle decken die SWM die Grundlast der Wärmeversorgung für die Messestadt Riem und zukünftig auch für die Messe München, die über eine 500 Meter lange Leitung in das Fernwärmenetz Riem eingebunden wird. Die Messe München hat den Umwelt- und Klimaschutz bei Planung, Bau und Betrieb ihres Messegeländes von Anfang an einbezogen. Ergebnis sind z.B. der Betrieb eines Blockheizkraftwerks, umfangreiche Energiesparmaßnahmen – von Gebäudeautomatisierung bis Energiespar-Beleuchtungsanlagen – sowie eine der weltgrößten Photovoltaik-Aufdachanlagen mit einer installierten Gesamtleistung von 2,6 Megawatt.

Damit und mit der Nutzung der Erdwärme gelingt es der Messe München, in Zukunft noch mehr Kohlenstoffdioxid einzusparen, nämlich insgesamt mehr als 8.000 Tonnen jährlich. Darüber hinaus stehen im Programm der Messe München weltweit anerkannte Fachmessen, die sich ganz oder teilweise mit dem Bereich Umwelt- und Klimaschutz befassen. Die weltweit führende Umwelttechnologiemesse IFAT ENTSORGA, die von 7. bis 11. Mai 2012 in München stattfindet, hat das Thema Geothermie jetzt neu ins Programm aufgenommen. Die Agentur für Erneuerbare Energien, Enerchange, wird im Rahmen der IFAT ENTSORGA zu den Themen Biomasse und Geothermie einen Kongress durchführen. Zielsetzung der Messe München ist, auch in Zukunft jeweils den neuesten Stand an Verfahren und Techniken einzusetzen, um in den Bereichen Energie, CO₂-Ausstoß, Wasserbewirtschaftung sowie Abfall weiterhin eine führende Position einzunehmen. Um dies z.B. im Energiebereich zu erreichen, führt die Messe München regelmäßig ein Audit zur Energieeffizienz mit dem TÜV SÜD durch. Bei dem umfangreichen Energie-Audit wurde auch im Jahr 2011 nachgewiesen, dass ein sehr hohes Maß an Energieeffizienz besteht und sich die möglichen Einsparpotentiale auf weit unter zehn Prozent reduziert haben.

IV.6.3 Best Practice

Geo Cool Delta System

Jörg Krueger
Geschäftsführer
Managing Director
DELTA plus Daten-
systeme GmbH



Die durchschnittliche Power Usage Effectivness (PuE) gilt als Kennzahl der Energieeffizienz von Rechenzentren. Spezialisten der Branche gehen davon aus, dass bis 2015 bei einem Serverschrank ein Wert von 1,2 und bei einem großen Rechenzentrum von 1,6 erreicht werden kann.

Die Geothermie, hinlänglich bekannt als regenerative Energiequelle mit hohem Potential für kostengünstige und umweltfreundliche Energie- und Wärmegewinnung, kann bereits heute auf einfachste Weise die Effizienzziele erreichen. Genutzt wird dabei das oberflächennahe Grundwasser wie eine findige und fördermittelfreie Idee zur Nutzung neuer Anwendungsfelder für die Geothermie zeigt.

In Celle haben sich Anfang 2009 drei Technologie-Partner, DELTA plus Datensysteme GmbH, Celler Brunnenbau GmbH & Co. KG sowie die Rittal GmbH & Co. KG, zusammengefunden und eine Lösung zur Kühlung von Serverschränken mittels Geothermie entwickelt und realisiert.

Die in Erdtiefen von bis zu ca. 100m vorhandene mittlere Temperatur von ca. 12-16° Celsius unterliegt in diesen Tiefen keinen jahreszeitlichen Schwankungen. Durch spezielle Erdsonden Bohrungen ist es technologisch zudem meist unproblematisch, dieses Temperaturniveau für die Kühlung von

Rechenzentren zu nutzen. Bei der so genannten GeoCool® Lösung werden zwischen die Serverschränke spezielle Wärmetauscher Module angereicht über welche dann die aufbereitete Kühlluft von vorn auf die Server und IT Infrastruktur definiert zugeführt wird. Dieses Verfahren hat u.a. den Vorteil, dass die Serverschränke selber keinen Kontakt zu wasserführenden Komponenten haben können und somit im Fall einer Leckage oder anderen Undichtigkeiten keine Gefahr für die IT Geräte besteht. Der verbleibende

Anteil an Stromkosten für die Kühlung reduziert sich lediglich auf die Versorgung der Zirkulationspumpen sowie hocheffiziente Ventilatoren. Dieser Anteil beträgt erwartungsgemäß nur einen Bruchteil derjenigen Kosten, die für Klima- und Kühlgeräte klassischer Bauart und Technologie aufgewendet werden müssen. Die Kühlung selber und der Betrieb der wartungsfreien geothermischen Komponenten erzeugen keine laufenden Kosten und stellen damit eine umweltfreundliche, überzeugende und enorm kostensparende Alternative zu klassischer Kühlung dar. "Der extrem lange und auch in Norddeutschland recht strenge Frost des Winters 2009/2010 mit bis zu -18° Celsius war eine perfekte Bewährungsprobe für die Bohrungs-, Pumpen- und Zuleitungstechnik und wies überzeugend nach, dass diese Art der Kühltechnik auch extremsten Witterungsbedingungen Stand hält.



Innerhalb der ersten beiden Betriebsjahre wurde mit GeoCool® eine Stromersparnis von über 94% erzielt. Positive Nebeneffekte dieser Methode sind der praktisch geräuschlose Betrieb, die geringe Wartungsanfälligkeit und die stabile Kühlung der Server mit bis zu 15kW/h Kälteleistung pro Serverschrank.

Der so in der Pilotanlage erreichte PuE von 1,06 bedeutet dass über 90 Prozent der in das Rechenzentrum eingespeisten Energie die Server erreicht. In herkömmlich gekühlten Rechenzentren liegt diese Quote oft nur bei 50 Prozent oder gar noch weniger“, beschreibt Jörg Krueger, Geschäftsführer der DELTA plus Datensysteme GmbH die Vorzüge. Bereits im 2010 stieß GeoCool® auf großes Interesse und wurde in Berlin zum GreenIT Award 2010 nominiert. Bei der im zurückliegenden Jahr stattgefundenen Preisverleihung des Deutschen Rechenzentrumspreises wurde diese Lösung sogar mit dem Publikumspreis in der Kategorie “Innovative Rechenzentrums-Anwendungen” ausgezeichnet. Die CeBIT 2011 bestätigte das Erfolgskonzept von DELTA plus und Celler Brunnenbau im Rahmen des Gemeinschaftsstands Niedersachsen. So freute sich

Jörg Krueger über die Besuche des Niedersächsischen Finanzministers Hartmut Möllring sowie seines Kollegen, dem Wirtschaftsminister Jörg Bode auf dem eigens für GeoCool® errichteten Messestand und über eine große Zahl von Anfragen von Unternehmen und Kommunen: “GeoCool® birgt – vor allem im Hinblick auf die aktuelle Energiediskussion – großes Einsparpotential für Wirtschaft und die öffentliche Hand. Als umweltfreundliche, nachhaltige und fast CO2 neutrale Lösung kann unser Ansatz die Stromkosten für den Betrieb von Rechenzentren und Serverräumen gewaltig senken und eine Ressourcen schonende Alternative zu klassischer Kühlung werden“, führt Krueger weiter aus. Der Geothermie Fachmann Dirk Wietfeldt, Geschäftsführer der Celler Brunnenbau GmbH & Co. KG ergänzt: “Wir haben gezeigt, dass sich Geothermie bestens für eine umweltfreundliche und kosteneffiziente Klimatisierung von Rechenzentren eignet“. Beide Unternehmen sind ausgewiesene Experten auf dem Gebiet der Geothermie und Mitglied des Celler Vereines GeoEnergy e.V., einem Kompetenznetzwerk mit Focus auf die technologische Entwicklung sowie die sichere und wirtschaftliche Nutzung der Geothermie. “Der heiße Sommer 2008 brachte die Kühlung unserer Rechnerzentrale an die Leistungsgrenze“ erinnert sich Dirk Wietfeldt an den Projektstart. “Die in unserem Rechenzentrum noch 2008 vorhandene Klimatisierung erschien uns nicht nachhaltig, extrem energieintensiv und zudem nicht redundant ausgelegt. Wir fragten uns daher ob wir unsere Erfahrungen aus dem Brunnenbau und der Geothermie zu nutzen machen könnten. Unsere Marktrecherche in Deutschland ergab dass eine geothermische Kühlung für Rechenzentren noch nicht angeboten wurde. Wir haben uns daher mit unserem IT-Partner und Rechenzentrum Spezialisten DELTA plus Datensysteme GmbH zusammengesetzt und in Kooperation eine Lösung unter Einbindung geothermischer Energievorkommen zur vollständigen Kühlung von Servern und Rechenzentren entwickelt -wir nennen es “GeoCool®“. In einem unbürokratischen und fördermittelfreien Projekt entstand ein Gesamtprodukt das unserem Anspruch an Nachhaltigkeit und Energieeffizienz mehr als gerecht wurde. Bereits im Folgejahr konnten wir so unsere Serverzentrale kostengünstig und umweltfreundlich kühlen und erreichten so eine signifikante Betriebskosteneinsparung von über 90%.“ führt Wietfeldt weiter aus.

IV.7.1

Beitrag

Dr. Valentin Energiesoftware GmbH

Dipl.-Ing. Matthias
Brake,
Energieberater
Berlin



Abschied vom Schornstein

Wärmepumpen-Heizungen zielgenau planen – Simulations-Software macht's leicht

Die Wärmepumpe ist eine komfortable Heizung, die energiesparend und sauber heizt. Eine optimale Planung schöpft das Potenzial dieser modernen Technik voll aus, so dass sie Umweltwärme besonders effizient und wirtschaftlich nutzen kann.

Laut Bundesverband Wärmepumpe e.V. sind bereits rund 400.000 Wärmepumpen in Deutschland im Einsatz und jährlich kommen rund 50.000 neue Wärmepumpen-Heizungen hinzu. Besonders hoch ist dabei ihr Marktanteil im Neubau, er liegt heute bereits bei 24 Prozent. Damit auch der Anteil von Wärmepumpen-Heizungen in Bestandsgebäuden steigt, fördert der Gesetzgeber dies besonders, stellt jedoch im Gegenzug hohe Anforderungen an die Effizienz der Anlage.

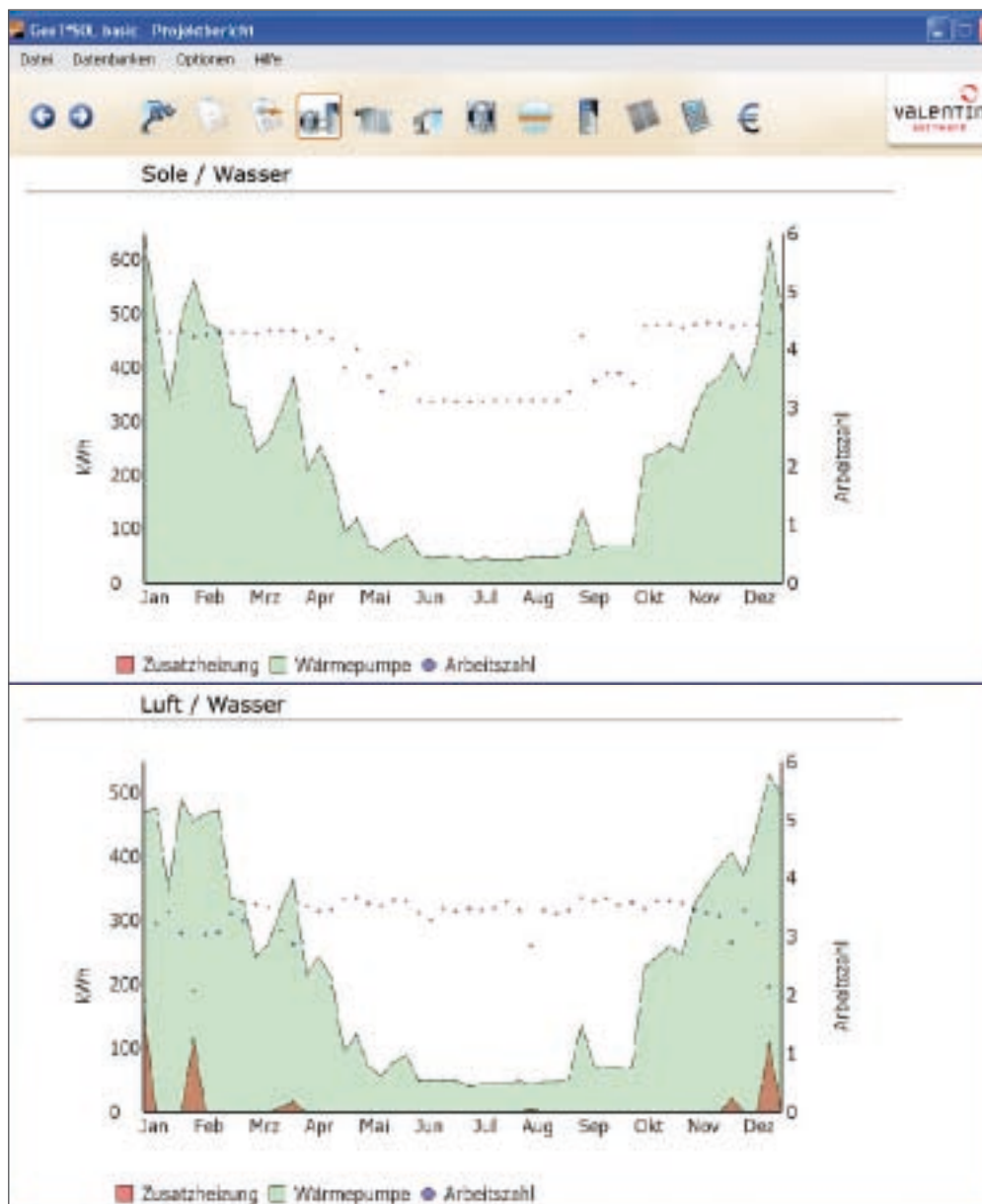
Zielgenaue Anlagenauslegung zahlt sich doppelt aus

Verschiedene Förderprogramme unterstützen Bauherren aktuell bei der Finanzierung von Wärmepumpen-Heizungen und das sowohl im Neubau als auch bei der Modernisierung von Bestandsgebäuden. Es gilt dabei das Prinzip: je höher die Effizienz und der Energiesparstandard sind, desto besser fallen die Förderkonditionen für die neue Heizung aus. Die zielgenaue Anlagenauslegung zahlt sich also gleich doppelt aus, bei der Finanzierung und im Betrieb.

Wie effizient eine Wärmepumpe als Heizquelle arbeitet, zeigt das Verhältnis der eingesetzten zur abgegebenen Energie, Jahresarbeitszahl genannt. Sie ist die wichtigste Kenngröße für die Effizienz einer Wärmepumpe und beschreibt das Verhältnis Nutzen zu Aufwand. Laut einer Studie des Fraunhofer ISE erreichen moderne Erd-Wärmepumpen durchschnittlich Jahresarbeitszahlen von 3,9. Etwa das Vierfache der eingesetzten Energie wird also an Wärme an die Heizung abgegeben.

Je nach Wahl des Stromanbieters kann die Wärmepumpe heute schon zu 100 Prozent mit Strom aus erneuerbaren Energieträgern wie Wind, Wasser und Sonne betrieben werden. Aber auch der allgemeine Strommix wird durch den steigenden Anteil aus erneuerbaren Energien immer sauberer. Heute stammen bereits 18 Prozent des Stroms aus Sonne und Co. Und bis 2020 sollen es mindestens 30 Prozent sein.

Grafik 1: Valentin Software*



IV.7.1

Beitrag

Dr. Valentin Energiesoftware GmbH

Dipl.-Ing. Matthias
Brake,
Energieberater
Berlin



Wärmepumpen gewinnen Umweltwärme aus ganz verschiedenen Trägermedien, zum Beispiel aus dem Erdreich oder der Luft. Das Bild zeigt die Simulation für das jeweils gleiche Haus (Einfamilienhaus EnEV Standard, 130m² Wohnfläche). Die Jahresarbeitszahl liegt bei der Sole/Wasser-Wärmepumpe wesentlich höher als bei der Luft/Wasser Wärmepumpe. Der Grund: die Wärmequelle Erdreich weist über das Jahr geringere Temperaturschwankungen und besonders in der Heizperiode höhere Durchschnittstemperaturen auf, als die Außentemperatur der Luft. Im Planungsbeispiel hat das zur Folge, dass in der kalten Jahreszeit die Zusatzheizung einspringen muß – die Anlage wird unwirtschaftlicher.

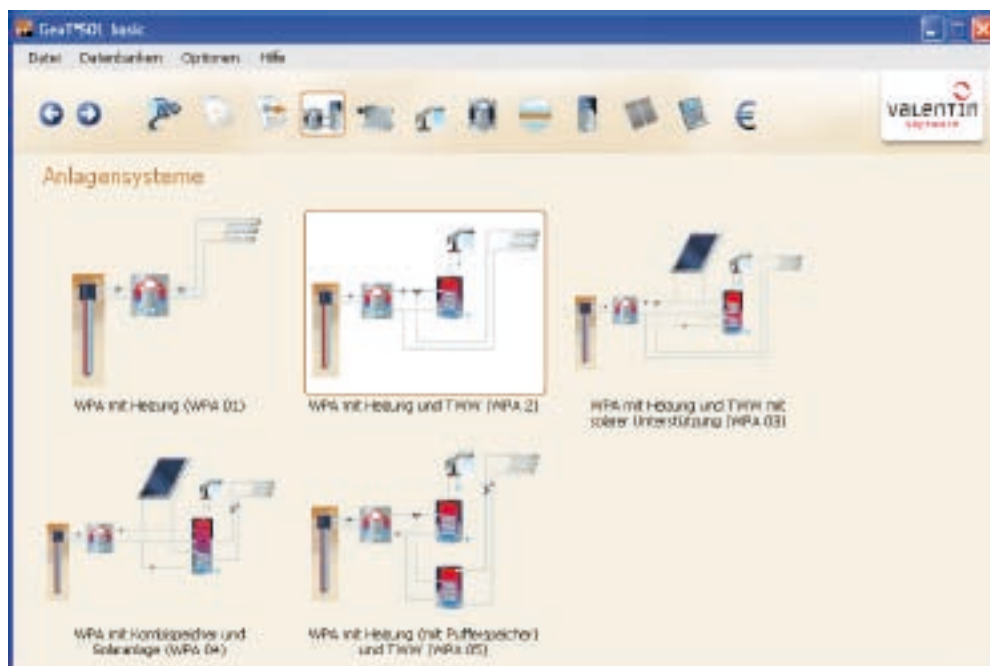
Auslegungssache – Komplexes Zusammenspiel einfach simulieren

Bei der Anlagenauslegung muss das Zusammenspiel aller Anlagenkomponenten realitätsnah berücksichtigt werden. Neben dem Energiebedarf des Gebäudes und seiner Nutzer für Heizung und Warmwasserbereitung gilt es also, Wärmesonden, Wärmepumpe, Speicher und weitere Komponenten (z.B. die Solarthermie) optimal zu dimensionieren und ihr Zusammenspiel zu konfigurieren.

Eine komplexe Aufgabe für den Planer, bei der Ihnen heute moderne Software unterstützt. Die Anlagensimulation führt zudem zu genaueren und häufig höheren Jahresarbeitszahlen und ist hier schematischen Normverfahren mit ihren pauschalen Aufschlägen überlegen.

Als Beispiel wurde ein Einfamilienhaus im EnEV Standard mit 130 m² Wohnfläche mit einer Wärmepumpenheizung in zwei Varianten mit dem Simulationsprogramm GeoT*SOL basic simuliert. Einmal mit einer Sole/Wasser- und einmal mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe. Das Ergebnis: Während nach VDI-Richtlinie 4650 die Jahresarbeitszahl nur bei 3,7 bzw. 3,0 liegt, ergab die Simulation wesentlich höhere und realitätsnähere Jahresarbeitszahlen von 4,7 bzw 3,7. Dies ist entscheidend, nicht nur bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung in Hinblick auf die zukünftigen Betriebskosten, sondern auch bei der Beantragung von Fördermitteln, bei denen bestimmte Mindestwerte der Jahresarbeitszahl erreicht werden müssen.

Grafik 2: Valentin Software*



Das Simulationsprogramm macht eine intuitive Auslegung der Wärmepumpen-Heizung möglich. Der Planungsprozess beginnt mit der Auswahl des Anlagensystems.

Anlagensimulation wird integraler Bestandteil im Planungsprozess

Neben diversen regionalen Förderprogrammen, die unter www.foerderdata.de gelistet sind, greifen besonders die Wärmepumpen-Förderprogramme des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (Bafa) und der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) Bauherren beim Einbau einer modernen Wärmepumpen-Heizung finanziell unter die Arme. Die technischen Förderanforderungen des Bafa wurden überarbeitet. Ab sofort gilt, dass Sole/Wasser-Wärmepumpen und Luft/Wasser-Wärmepumpen Mindestjahresarbeitszahlen von 3,8 (bei Wohngebäuden) bzw. 4,0 (bei Nichtwohngebäuden) erreichen müssen.

Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen ist eine Jahresarbeitszahl von 3,5 Fördervoraussetzung. Die Konditionen sind ein Beispiel dafür, welche Vorteile die Wärmepumpen-Simulation mit ihren realitätsnäheren und höheren Jahresarbeitszahlen hat. Die Förderung des Bafa bemisst sich nach der Wärmeleistung und liegt zwischen 2.400 Euro bei Wärmepumpen in Einfamilienhäusern bis hin zu 11.400 Euro bei Wärmepumpen mit einer Wärmeleistung von 100 kW. Zusätzlich gewährt das Bafa in diesem Jahr noch einen Kombinationsbonus für Wärmepumpe plus Solarthermie von 600 Euro je Anlage.

IV.7.1 Beitrag

Dr. Valentin Energiesoftware GmbH

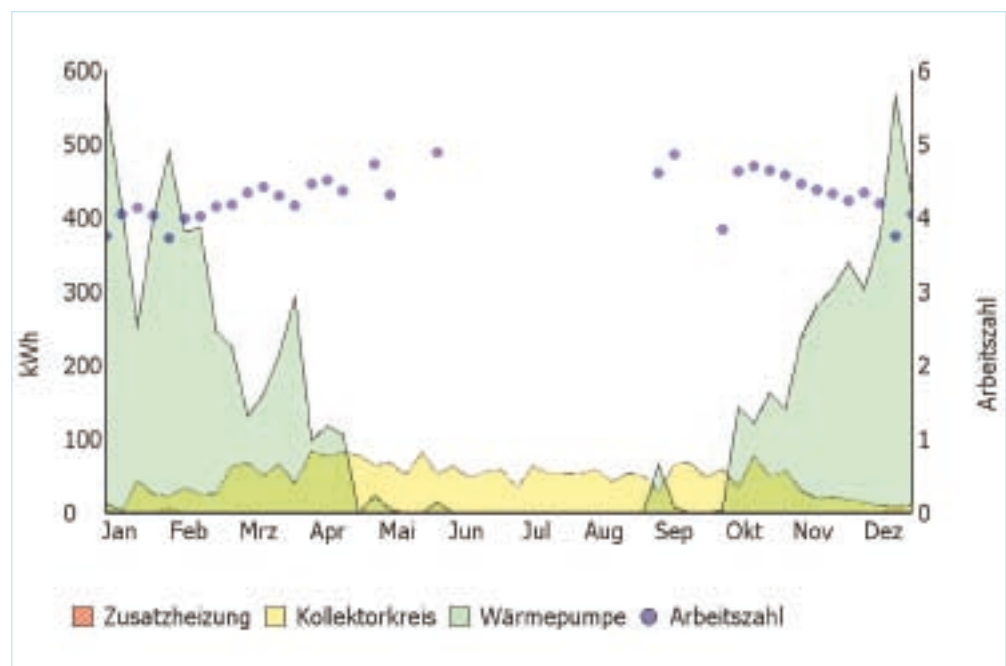
Dipl.-Ing. Matthias
Brake,
Energieberater
Berlin



Die KfW bietet zinsgünstige Darlehen bis maximal 100.000 Euro pro Wohneinheit für Maßnahmen wie die Erneuerung von Zentralheizungsanlagen und deren Komponenten. Tilgungszuschüsse gibt es für Wärmepumpen-Heizungen in einem KfW-Effizienzhaus. Das sind Gebäude, welche die gesetzlichen Mindestanforderungen an den Wärmebedarf um mindestens 30 Prozent übertreffen. Die genaue Anlagensimulation ist auch hier integraler Bestandteil, um die Förderkonditionen sicher zu erreichen. Denn auch hier gilt, je besser die Energieeffizienz, desto attraktiver die Konditionen.

Softwaresimulationen liefern realitätsnähere Ergebnisse als normierte Pauschalverfahren. Im Ergebnis können Kennwerte wie die Jahresarbeitszahl zielgenau angesteuert werden. Sie liegt beim Beispiel-Einfamilienhaus wesentlich über dem Ergebnis, das sich aus bloßer Anwendung von Pauschalwerten ergibt.

Grafik 3: Valentin Software*



Die Anlagenauslegung von Wärmepumpen-Heizungen mit Hilfe der Simulationssoftware unterstützt den Anlagenbauer bei der Planung also ganz entscheidend. Sie hilft, die einzelnen Komponenten von der Sonden- bis zur Heizungsanlegung im Zusammenspiel mit Wärmepumpe, Speicher und Solarthermie zu dimensionieren und so zu optimalen Ergebnissen zu kommen. Simulation bringt durch die realitätsnahe Berechnung meist auch höhere Jahresarbeitszahlen als schematische Normverfahren.

Dies führt zu einer genaueren Ermittlung der Wärmeerträge und daraus resultierenden Wärmekosten und hat direkte Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpen-Heizung im Betrieb sowie die Verfügbarkeit von günstigen Förderkonditionen. So profitieren Bauherr und Anlagenplaner gleichermaßen von der Planung mit Hilfe von Simulations-Software.

* Bildrechte: Alle Bilder frei zur Verwendung von Valentin Software, Bild 2 freigegeben vom BWP unter Maßgabe der Nennung der Quelle: „Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.“



IV.7.2

Beitrag Geotechnisches Umweltbüro Lehr

Clemens Lehr
Dip.Geologe
Geotechnisches
Umweltbüro Lehr



Erdsonden & Massivadsorber

Geothermische Energie

Als oberflächennahe Geothermie wird die Wärmeleistung bezeichnet, die vom Untergrund aus Erdwärmehochbohrungen bis zu 400 m Bohrtiefe bereitgestellt wird. Diese Einteilung ist willkürlich. Übertiefe Systeme (z.B. 800 m- 1500 m) zur Speisung von Nahwärmenetzen, rücken bei den Nutzungsüberlegungen immer mehr in den Blickpunkt. Als Wärmeleistung wird nicht nur die Entzugsleistung (Heizen), sondern auch die Einspeiseleistung (Kühlen) bezeichnet, bei der Wärmeenergie in Untergrund abgeleitet wird (z.B. Klimatisierung von Räumlichkeiten im Sommer).

Der Untergrund (Thermofer) kann je nach Region sehr unterschiedlich beschaffen sein und zeigt das Abbild seiner erdgeschichtlichen Entstehung. Er kann aus Lockergesteinen (z.B. Kies, Sand, Schluff, Ton und deren Gemenge), Festgesteinen (z.B. Granit, Basalt, Kalk, Salz) oder organischen Ablagerungen (Humus, Torf, Kohle) aufgebaut sein. Die gesteinspezifischen Charakteristika (z.B. mineralische Zusammensetzung, Dichte, Lagerung, etc.) bestimmen über die thermischen Eigenschaften der Gesteine (i.e. thermische Leitfähigkeit und Temperaturleitfähigkeit). Ebenfalls ist der Wassergehalt der Gesteine sowie die Grundwasserführung für die geothermische Nutzung von Bedeutung. In einer Bohrung, die zur Errichtung einer EWS abgeteuft wird, werden zumeist mehrere Gesteinstypen unterschiedlicher Wassergehalte/-führung durchörtert. Die Leistungsfähigkeit einer EWS setzt sich aus den Einzelleistungen der durchörterten Gesteine und deren Beeinflussung durch deren jeweiligen Wassergehalt/-führung zusammen.

Die thermische Leistungsfähigkeit des Thermofer limitiert die EWS und bestimmt die Größe der Wärmeenergie, welche im Jahresverlauf sowie in der Betrachtung von Jahrzehnten dem Thermofer entzogen und/ oder rückgespeist werden kann. In einem EWS-Feld beeinflussen sich die einzelnen EWS in Abhängigkeit von Abstand und relativer Lage zueinander ebenfalls. Von entscheidender Bedeutung für die effiziente langfristige Nutzung der Geothermie ist hierbei auch die Auslegung der Wärmepumpe oder anderer angeschlossener thermisch aktiver Bauteile (z.B. Vorlauftemperaturen von Kühldecken bei direct cooling). So entscheiden technische Belange im Zusammenspiel mit der Leistungsfähigkeit der EWS über die Dimensionierung einer geothermischen Anlage. Eine geothermische Anlage kann immer nur im Ganzen betrachtet und bewertet werden.

Die Entzugsleistung ist keine Materialkonstante, sondern ist immer Zeitabhängig! Eine Auslegung nach W/m ist keine Planung.



Wie kann die Energie genutzt werden?

Die Nutzung der geothermischen Energie kann z.B. durch Wärmeübertrager nutzbar gemacht werden. Als Wärmeübertrager können unterschiedlichste Bauformen zum Einsatz kommen. Übertragerbauwerke können eigens für die geothermale Nutzung errichtet werden (z. B. Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren) oder wie Massivadsorber neben der thermischen Aktivierung auch Bauteilfunktionen eines Gebäudes beinhalten (z.B. Energiepfähle). Grundsätzlich ist allen eine Funktionsweise gemein:

Das durch den Übertrager erschlossene Gestein wird als Massespeicher erschlossen. Dieser Massespeicher kann durch Entspeicherung Wärme abgeben (Heizen) oder durch Rückspeisung Wärme aufnehmen (Kühlen). Neben diesen technischen Wärmeströmen wird der Geo-Massespeicher durch solare Gewinne, Grundwasserfluss, Niederschlag und Wärmefluss aus dem Erdinneren mit Wärme gespeist. Ziel ist es, die Anlage ohne nennenswerte Veränderung der geogenen Bedingungen in einem Gleichgewicht zu Betreiben, um die Leistungsfähigkeit der geothermalen Anlage für Jahrzehnte sicherzustellen. Grundsätzlich ist das durch den Übertrager erschlossene Geo-System für die langjährige Betrachtung von entscheidender Bedeutung. Die Übertrager selbst können lediglich aufgrund ihrer Übertragungsfähigkeit mehr oder weniger dynamisch betrieben werden. Dennoch sind alle Bauformen davon limitiert, wie viel Wärme innerhalb eines Zeitfensters zum oder vom Übertrager in den Massespeicher fließen kann. Daher sind Angaben in W/m bei Übertragerbauformen nicht haltbar. Entscheidend sind die geophysikalischen Größen (thermische Leitfähigkeit $[W/(mK)]$, volumetrische Wärmekapazität (Speicherkapazität) $[MJ/m^3K]$ des erschlossenen Geo-Massespeichers.

Da sich mehrere Übertrager, die im gleichen Massespeicherbereich installiert sind, beeinflussen, müssen weitergehend Berechnungen zur Dimensionierung solcher geothermischer Anlagen durchgeführt werden. Die Sonden eines Felds „zapfen“ den gleichen Speicher an. Daher ist die Leistungsabgabe der einzelnen Übertrager in solch einem Feld über die Nutzungsdauer unterschiedlich. Die Leistungsfähigkeit einer einzelnen Sonde kann nicht auf alle übertragen werden. Es ist notwendig solche Beeinflussungen im Vorfeld anhand der gesteinsphysikalischen Daten und dem zu erfüllenden Gebäudelastprofil zu modellieren. Hierfür kommen Softwareprogramme (z.B. EWS, EED, FS, FEFLOW, Spring, Schemat) zum Einsatz, mittels derer die geothermische Anlage dimensioniert und/oder optimiert werden kann. D. h. es wird unter Berücksichtigung der verfügbaren Fläche ermittelt, ob und wie eine Übertrageranlage sinnvoll zu errichten ist (z.B. Lage, Abstand und Bohrteufen von Erdwärmesonden). Daher ist es nicht sinnvoll, z.B. Abstände und Bohrteufen vor einer solchen Simulation zu planen. Unter Umständen können veränderte Abstände und Lage schon erhebliches Einsparpotenzial an Bohrmetern und damit ersparte Baukosten ergeben. Andererseits kann die Anlage derart bemessen werden, dass auch nach Jahrzehnten Betrieb die geothermische Anlage noch effizient funktioniert.

IV.7.3 Beitrag

wirtschaftsförderung metropol Ruhr

Lars Jäger
wirtschaftsförderung
metropol Ruhr

Die Metropole Ruhr – Schlüsselregion für die geo- thermische Energiewende



Energieregion Ruhr

Seit jeher ist die Metropole Ruhr die Energieregion Nr. 1 in Deutschland. Jahrzehntlang spielten fossile Rohstoffe die Hauptrolle bei der Versorgung von Industrie, Verkehr und Haushalten mit thermischer und elektrischer Energie. Veränderte politische Zielsetzungen, die Endlichkeit fossiler Ressourcen und die Auswirkungen des Klimawandels haben in der vergangenen Dekade die Priorität hin zu einem nachhaltigen und regenerativem Energiemix verschoben. Die Metropole Ruhr stellt sich diesen Herausforderungen und sieht für sich beispielsweise in der Geothermie ein besonderes Potenzial für eine nachhaltige Gebäudeklimatisierung.

400 Unternehmen bieten geothermische Lösungen

Mehr als 400 Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette Geothermie sind Technologietreiber und Arbeitgeber für rund 4.000 Beschäftigte in der Metropole Ruhr. Damit arbeiten hier fast ein Drittel aller in Deutschland in der Geothermiebranche Beschäftigten. Die besondere Kompetenz der Region hat Tradition, schließlich können die Hersteller von Bohrgeräten und Bohrzubehör sowie die Vielzahl der hier ansässigen Ingenieurbüros auf eine lange Bergbauerfahrung zurückgreifen. Insbesondere in den vorgelagerten Bereichen der Wertschöpfungskette verfügen die Unternehmen über exzellentes Know-how. Mit den Forschungs- und Entwicklungsmöglichkeiten, die zukünftig am Internationalen Geothermiezentrum in Bochum mit seinem GeoTechnikum zur Verfügung stehen werden, sollen neue Produkte und Dienstleistungen entwickelt und die etablierten Technologien effizienter gestaltet werden. Es ist einzigartig in Deutschland, auf diese Weise „im Feld“ neue Materialien für Bohrkronen- und -gestänge, Verrohrungen, Sondenmaterialien oder Pumpentechnik zu erproben oder neuartige Verfahren und Prozesse anzuwenden.



Besonderheiten der regionalen Nachfrage

Im Zuge der Energiewende ist die Einsparung von Energie zu einem zentralen Thema geworden. Besonders effektiv sind Maßnahmen zur Energieeinsparung im Gebäudebestand, da in diesem Bereich ein Drittel der Energieverbräuche liegt. Vor diesem Hintergrund ist das politisch erklärte Ziel, den Wärmebedarf für Gebäude bis zum Jahr 2020 um 20% zu senken. Daraus ergibt sich eine jährliche Sanierungsquote von mindestens 2%. Aktuell werden jedoch jährlich nur 0,8% des Gebäudebestandes saniert. Die Anstrengungen sind also deutlich zu steigern, um das Ziel zu erreichen.

Im Ruhrgebiet ist die energetische Gebäudesanierung noch dringlicher. Hier befinden sich rund 84% der Wohneinheiten in Gebäuden, die älter als 30 Jahre sind und oftmals einen sehr hohen Energiebedarf aufweisen. Darüber hinaus gibt es in der Region weitere Sonderfaktoren, die zu berücksichtigen sind:

- Im Ruhrgebiet werden bestehende Wohneinheiten zu fast zwei Dritteln von Mietern bewohnt, bundesweit sind es nur 50%. Die Mietnutzung ist hier also sehr ausgeprägt. Dadurch hat das sogenannte Investoren-Nutzer-Dilemma in der Region eine große Bedeutung: Der Eigentümer einer vermieteten Immobilie hat keinen direkten Nutzen von einer Sanierung und die Refinanzierungsmöglichkeiten mittels Mieterhöhung sind begrenzt.
- Für die Region wird bis 2030 ein Bevölkerungsrückgang von rund 8,0% prognostiziert (BRD: 4,6%). Auch wenn die Anzahl der Singlehaushalte steigt, wird für den überwiegenden Teil der Region ein Rückgang bei der Anzahl der Haushalte erwartet. Ein aus Sicht der Mieter entspannter Wohnungsmarkt erschwert jedoch für die Vermieter die Möglichkeit, ihre Investitionen zu refinanzieren.

Lösungen aus der Region für die Region

So steht die Geothermiebranche der Metropole Ruhr vor der Aufgabe, Lösungen für den Bestand zu entwickeln. Denn auch wenn sich mit dem heutigen Stand der Technik noch internationale Exportpotenziale erschließen lassen, werden sich national aufgrund der genannten Gründe Wachstumspotenziale vor allem in bestehenden städtischen Infrastrukturen erschließen lassen. In der Metropole Ruhr gibt es bereits erste innovative Lösungen, beispielsweise wird eine alte Bergabauschachtanlage zur thermischen Versorgung von Wohn- und Gewerbegebieten genutzt oder das Wärmepotenzial von Abwasserkanälen zur Beheizung eines Schwimmbads eingesetzt. Ein bisher ungehobenes Potenzial liegt in der integrierten Versorgung ganzer Quartiere über Nahwärmenetze, die auch bestehende Gebäude berücksichtigen. Die Wirtschaftsförderung metropol Ruhr bringt deswegen Technologieanbieter und -anwender für einen Ideenaustausch in den Dialog, um branchenübergreifenden Lösungen zu entwickeln.

IV.7.4 Beitrag

Schiffer GEO • Services

Dr. Rolf Schiffer
Schiffer GEO • Services



Schiffer GEO • Services (SGS) als Teil der Schiffer Consult ist ein bundesweit und international tätiges Beratungsunternehmen

Im Fokus unserer Tätigkeit liegen regenerativ basierte Energie- und Infrastrukturprojekte mit geowissenschaftlich-technischer Ausrichtung im Sinne einer umweltverträglichen Wertschöpfung. Darüber hinaus engagieren wir uns in den Bereichen Ressourcen- und Infrastrukturentwicklung, Sicherheit und Umwelt.

Wir begleiten unsere Kunden über alle Stadien ihrer Projekte hinweg. Durch eine enge Kooperation mit den Projektbeteiligten sowie eine intensive und offene Kommunikationskultur entstehen innovative und nachhaltige Lösungen. Unserer Philosophie entspricht es, mit schlanken Strukturen ein Optimum an Effektivität und Wirtschaftlichkeit zu erreichen.

Zur Umsetzung interdisziplinär ausgerichteter Projekte wurde das Kompetenznetzwerk GEO • ConsEnS initiiert, in dem Experten aus unterschiedlichen Fachbereichen Hand in Hand zusammenwirken. Dadurch wird im Zusammenspiel mit unseren Netzwerkpartnern eine komplette Begleitung der Projekte über alle Phasen hinweg möglich – von der Projektidee bis zum erfolgreichen Projektabschluss.

Diesen Vorteil nutzen wir und unsere Kunden u. a. bei der Entwicklung von Geothermieprojekten im In- und Ausland.

Ein Schwerpunkt unserer Aktivitäten liegt derzeit in der Entwicklung von Geothermiefeldern und der Schaffung eines Marktes für deutsche und europäische Unternehmen in der Türkei. Zum Ausbau dieser Aktivitäten wurde im Jahr 2011 die Bosphorus New Energy Ltd. in Ankara gegründet, um diesen Markt entsprechend der hier identifizierten Potentiale mit Ansprechpartnern vor Ort auszubauen.

Unsere vielfältigen Kontakte zu Unternehmen, Behörden sowie öffentlichen bzw. wissenschaftlichen Einrichtungen stellen hierbei einen weiteren Vorteil dar, der im Sinne der von uns begleiteten Projekte gewinnbringend nutzbar ist.

Dies macht uns zu einem attraktiven Partner für Investoren und Projektentwicklungsgesellschaften sowie private und öffentliche Auftraggeber, die im Bereich der Geothermie aktiv werden möchten.

Schiffer Consult | Schiffer GEO • Services

Treibweg1 | D-45772 Marl

Telefon +49 (0) 23 65 / 50 70 47 | Telefax +49 (0) 23 65 / 20 54 97

E-Mail sgs@schiffer-consult.de | Internet www.schiffer-consult.de

Weiterführende Informationen finden Sie auf unserem Internetauftritt und bei unseren Partnern



www.geo-consens.de



www.bosphorus-new-energy.com



Atlas Copco Drill Air™



Atlas Copco ist ein international führender Anbieter von industriellen Produktivitätslösungen, mit Hauptsitz in Stockholm, Schweden. Bereits 1873 gegründet, blickt Atlas Copco auf eine über 130 Jahre lange Erfahrung in der Entwicklung innovativer Technik für hohe Produktivität zurück. Die Produkte und Dienstleistungen umfassen Ausrüstungen zur Verdichtung von Luft und Gasen, Generatoren, Bau- und Bergbauausrüstungen, Industriewerkzeuge und Montagesysteme sowie den entsprechenden Kundendienst/Service und Vermietung. Die Produktion erfolgt in mehr als 20 Ländern.

Die Geschäftsbereiche Bau- und Bergbautechnik entwickeln, produzieren und vermarkten Gesteinsbohrhämmer, Über- und Untertage-Bohrgeräte, Lader, Bauwerkzeuge und Ausrüstungen für die Geotechnik.

Speziell für die Geothermie hat Atlas Copco das Atlas Copco Drill Air™ – Bohrsystem entwickelt. Eine technisch optimal aufeinander abgestimmte Komplettausrüstung für leistungsstarkes Bohren unter schwierigsten Bedingungen, d. h. Verrichtung der gleichen Arbeit in der Hälfte der Zeit. Bei diesem Bohrsystem arbeiten Hochdruckkompressor und Bohrausrüstung Hand in Hand, z.B. bei Bohrprojekten, die großvolumige Liefermengen und hohen Betriebsdruck (14 - 35 bar) erfordern. Die Hochleistungs-Senkbohrhämmer von Atlas Copco für Lochdurchmesser von 92 - 305 mm bohren schneller und tiefer als andere Senkbohrhämmer, auch bei hohem Grundwasser-Gegendruck. Außerdem eignen sich diese auch sehr gut für alle „nassen“ Tiefbohrungen und besonders für Erdwärme-Bohrungen.

Atlas Copco Drill Air™ – unser Dreamteam für die Geothermie – einfach unschlagbar – für mehr Produktivität!

Wir bringen nachhaltige Produktivität.



Atlas Copco MCT GmbH
Langemarckstr. 35 • D-45141 Essen
Tel. +49 (201) 2177-0 • Fax +49 (201) 2177-454
www.atlascopco.de • mdeinfo@de.atlascopco.com

Atlas Copco

```

/// <summary>
/// Fill the variables / fields in the design template and
/// create a preview file
/// </summary>
/// <returns></returns>
public string PreviewPrint()
{
    ReadXML();
    IsPreviewNotRTF = true;
    String sz = GetLLFile();
    Print();
    return sz;
}

```

Wärmepumpenanlagen effizienter planen mit GeoT^{*}SOL[®] basic

Besuchen Sie uns auf unseren Messen:

light + building
15. – 20. April 2012
Frankfurt am Main
Halle 9.0, Stand D57

Intersolar Europe
13. – 15. Juni 2012
München, Stand B2.461

Dynamische Simulation, Auslegung und Optimierung

- 5 verschiedene Wärmepumpen-Anlagentypen: von der einfachen bis zur komplexen Ausführung mit thermischer Solaranlage
- 3 Arten von Wärmequellen: Luft, Erdreich und Grundwasser (ab Sommer 2012)
- Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonde oder Erdkollektor (ab Sommer 2012)
- Klimadaten von 2.000 Standorten weltweit
- Elektronisches Handbuch auf Deutsch und Englisch

- Ausführlicher Projektbericht mit Ertragsprognose und Wirtschaftlichkeitsberechnung, der u.a. folgende Angaben enthält:
 - das Anlagenschema
 - die Jahresarbeitszahl (JAZ) nach EN 15316-4-2 sowie nach VDI-Richtlinie 4650
 - die jährlich abgegebene Erzeugerenergie und die Nutzenergie
 - den Wärmepreis
- Inklusive Software-Wartung im ersten Jahr



Dr. Valentin EnergieSoftware GmbH · Berlin, Germany · info@valentin.de · www.valentin.de



Geotechnisches Umweltbüro Lehr

www.geotechnik-lehr.de



**Geothermie ·
Umwelttechnik ·
Sanierungstechnik ·
Ingenieurleistungen ·
Software ·**

Geotechnisches Umweltbüro Lehr
Am Taubenbaum 25 · 61231 Bad Nauheim
Fon: +49 6032-32343 · Fax: +49 6032-32353



GEOTHERMAL RESPONSE TEST

- **EUROPAWEIT**
- **SCHNELL UND
ZUVERLÄSSIG**
- **DAKKS-AKKREDITIERT**
- **MODERNSTE
MESSGERÄTE**
- **VDI-KONFORME
AUSWERTUNG**
- **SIMULATIONEN**
- **PLANUNG UND
GENEHMIGUNG**
- **BAUBEGLEITUNG**



www.responsetest.biz



**H.S.W. Ingenieurbüro
Gesellschaft für Energie
und Umwelt mbH**

Gerhart-Hauptmann-Straße 19
18055 Rostock . Germany
Telefon: +49 (0) 381. 370 15
Telefax: +49 (0) 381. 312 24
E-Mail: info@hsw-rostock.de

www.hsw-rostock.de

Metropole Ruhr - Region der Neuen urbanen Ökonomie



Die Wirtschaftsförderung metropol Ruhr GmbH (wmr) ist die regionale Wirtschaftsförderung für das gesamte Ruhrgebiet. Hier werden die kommunalen Interessen gebündelt und gemeinsam mit den 53 Städten das ökonomische Profil der Region entwickelt.

Neue urbane Ökonomie - Das Leitbild für die Zukunft der Metropole Ruhr

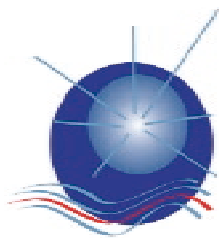
Die Wirtschaftsförderer der Metropole Ruhr setzen auf das Leitbild der „Neuen urbanen Ökonomie“ für die Zukunft der Wirtschaftsmetropole Ruhr. Darunter verstehen wir die Entwicklung eines Wertschöpfungsnetzes von Industrieunternehmen, Dienstleistern, Infrastruktureinrichtungen, die Produkte und Lösungen für eine nachhaltige Entwicklung von Metropolen und Megacities entwickeln und anbieten. Die neue urbane Ökonomie setzt darauf, durch eine Effizienzrevolution in der Produktion mehr Wohlstand in Großstädten mit weniger Ressourceneinsatz zu erzielen. Die Perspektive neuer Urbanität besteht nicht im Verzicht auf Leistung, Energie, Konsum und Mobilität, sondern in der Steigerung der Effizienz bei der Her-

stellung der Grundlagen unseres Lebens. Vielfach machen die chemischen Betriebe, die Metallverarbeiter, Energieversorger, Bauunternehmen, Handwerker, IT-Dienstleister, Logistiker und Händler unserer Region genau diese Maxime zum Mittelpunkt ihrer täglichen wirtschaftlichen Leistung. Eine Fokussierung auf das Leitbild der „Neuen urbanen Ökonomie“ bietet dabei den Vorteil, dass Lösungen für die Herausforderungen der eigenen Region entwickelt werden. Gleichmaßen stehen darüber hinaus auch die globalen Megacities vor ähnlichen Herausforderungen und bieten daher zukünftig Absatzmärkte für die Produkte und Dienstleistungen der heimischen Unternehmen.

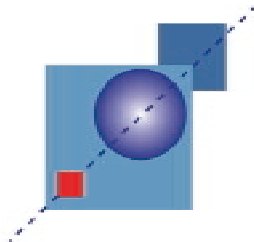
Mehr Informationen im „Wirtschaftsbericht Ruhr 2011“ und unter:

www.business.metropolruhr.de

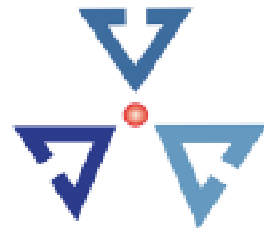




Energie



Infrastruktur
Flächen · Umwelt



Projektentwicklung

Geothermie – Portfolio (Auszug)

- Antragsvorbereitung und Behördenmanagement
- Fachspezifische Projektsteuerungsleistungen
- Erstellung von Potentialstudien
- Bewertung des geothermischen Reservoirs
- Machbarkeitsstudien
- Begleitung der Exploration der geothermischen Lagerstätte
- Beratungsleistungen zur Realisierung von Geothermieprojekten
- Begleitung der Bohrarbeiten und des Monitoringprogrammes
- Dokumentation und Projektkommunikation

Weitere Leistungen bei der Umsetzung und Realisierung eines Geothermieprojektes zur Strom- und Wärmegewinnung können in Zusammenarbeit mit Partnern des Kompetenznetzwerkes GEO · ConsEnS erbracht werden.

Schiffer Consult

Schiffer GEO · Services

Treibweg 1, D-45772 Marl

Telefon +49 (0) 23 65 / 50 70 47

Telefax +49 (0) 23 65 / 20 54 97

E-Mail sgs@schiffer-consult.de

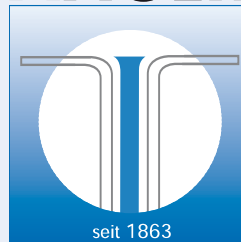
Internet www.schiffer-consult.de



Partner im Kompetenznetzwerk

Internet www.geo-consens.de

ANGER



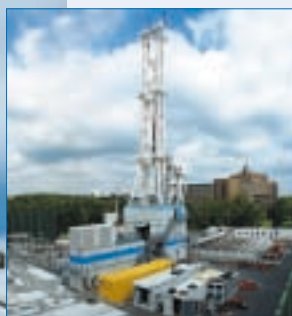
Innova Rig

Hakenlast 4100 KN
Bohrungen bis 6000 m

H. Anger's Söhne Bohr- und Brunnenbau- gesellschaft mbH

Gutenbergstraße 33
37235 Hessisch Lichtenau

Tel. (0 56 02) 93 30-0
Fax (0 56 02) 93 30-70
info@angers-soehne.de
www.angers-soehne.com



Geothermiebohrung
in urbaner Umgebung



Blick auf die Arbeitsbühne

Anger's Leistungsspektrum:

- Erdwärme- u. Geothermiebohrungen
- Brunnenbohrungen und -anlagen
- Brunnenregenerierungen und -sanierungen, Pumpenservice
- Lagerstättenbohrungen für den Bergbau und die Öl- u. Gasindustrie
- Baugrund- und Altlastenaufschluß
- Kavernen- u. Schachtsicherungsarbeiten





Geothermie für Stadtwerke und Kommunen

Die Nutzung erneuerbarer Energien ist auch und gerade aufgrund ihrer Vorbildfunktion bei Neubauten im Besitz der öffentlichen Hand anteilig vorgeschrieben. Ein breites Spektrum an finanziellen Zuschüssen aus Bundesmitteln sichert die wirtschaftliche Finanzierbarkeit der Projekte.

Kommunen und Stadtwerke sind in ihrem Zuständigkeitsgebiet für die Bereitstellung der (Energie-)Infrastruktur zuständig und können in diesem Zusammenhang geothermische Energie in vielfältiger Weise nutzen, um den energetischen Bedarf in der Region auf ressourcenschonende und verlässliche Weise zu bedienen. Mit Hilfe einer geothermischen Anlage lässt sich eine gemeindeeigene Strom- und Wärmeversorgung anbieten und die Abhängigkeit von externen Energieversorgern wird reduziert. Geothermische Kraftwerke zur reinen Wärmeversorgung oder zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung (Kraft-Wärme-Kopplung) haben eine erwartete Betriebsdauer von bis zu 50 Jahren, stellen also langfristig die Energieversorgung sicher.

Projektaufbau

Größere geothermische Projekte lassen sich in mehrere Phasen untergliedern. Sind der Wärmebedarf und das im Erdreich vor Ort zu erwartende Temperaturniveau abgeklärt, muss im Rahmen einer Exploration zunächst die Eignung des Standorts geprüft und Daten zum tatsächlichen Wärmepotential erhoben werden. Anschließend stehen die Bohrungen an. Für den Betrieb werden zudem eine Heizzentrale, ein Kraftwerk sowie ein Nahwärmenetz benötigt. Zudem empfiehlt es sich Versicherungen abzuschließen, die beispielsweise eine Absicherung des Fündigkeitsrisikos beinhalten.

...

Geothermie für Stadtwerke & Kommunen



V.1

Funktionsweise und Technologie

Funktionsweise und Technologie



Für Projekte mit einem relativ niedrigen Wärmebedarf eignen sich geothermische Techniken wie Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden und Gründungspfähle, wie sie in den entsprechenden Kapiteln für private Nutzer und Unternehmen beschrieben sind.

Ist der Wärmebedarf höher, weil beispielsweise im Rahmen eines Nahwärmenetzes eine Vielzahl von Haushalten versorgt werden soll, beziehungsweise die geothermische Energie zur Stromerzeugung genutzt werden soll, sind andere Technologien und größere Bohrtiefen Voraussetzung. Der Grund dafür ist, dass mit zunehmender Tiefe die Energiedichte steigt und damit höhere Temperaturen nutzbar sind sowie ein höherer Wärmebedarf bedient werden kann. Allen Nutzungsarten gemein ist, dass die geothermische Energie über ein Trägermedium zur Erdoberfläche befördert wird und dort energetisch genutzt wird. Im Fall der hydrothermalen Energiesysteme stellen die Aquifere dieses Trägermedium in Form von Wasser selbst bereit. In den anderen Fällen (tiefe Erdsonde/petrothermale Systeme) muss das Trägermedium nach der Bohrung eingebracht werden.



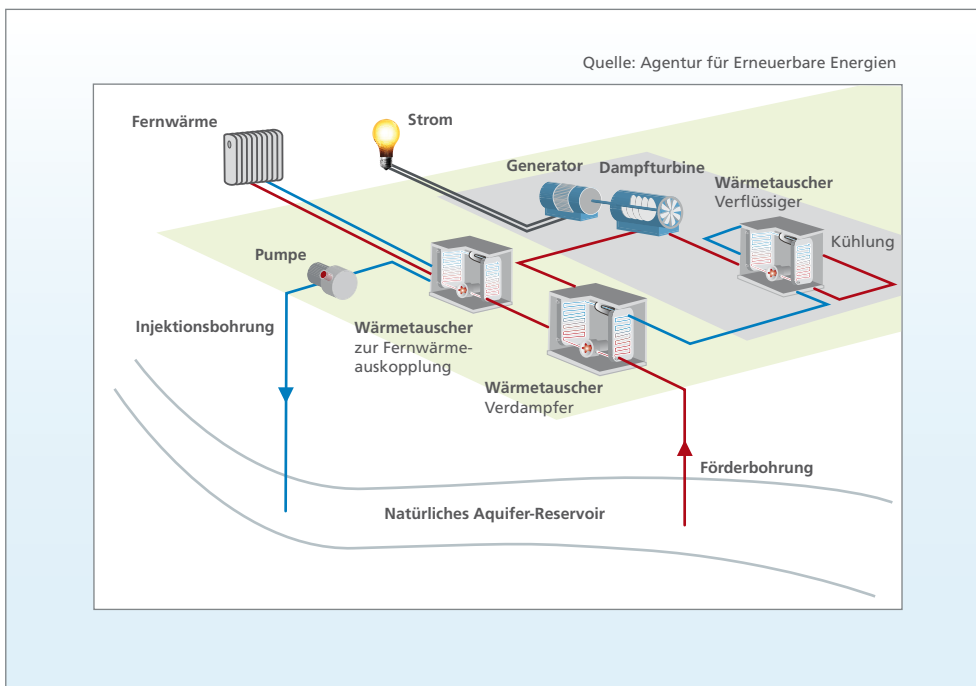
Tiefe Erdsonden

Tiefe Erdsonden arbeiten nach demselben Prinzip wie herkömmliche flache Erdsonden, dringen jedoch in Tiefen von bis zu 3.000m vor. Damit unterliegen sie in Deutschland dem Bergbaurecht. Innerhalb der Sonden zirkuliert ein Trägermedium, das die Erdwärme an die Oberfläche transportiert. Im Vergleich zu den hydrothermalen und petrothermalen Systemen ist der Kreislauf der tiefen Erdsonden als geschlossenes System zu bezeichnen. Mit solchen Erdsonden lässt sich eine Wärmeleistung von rund 300 kW erzielen. Anders als die beiden im Folgenden dargestellten Verfahren, eignen sich tiefe Erdsonden nur zur Wärmebereitstellung und nicht zur Stromerzeugung.

Hydrothermale Geothermie

Diese Technologie ähnelt der Grundwasser-Wärmepumpe für den Wärmebedarf einzelner Gebäude. Anders als bei diesen wird hier aber nicht der oberflächennahe Grundwasserstrom energetisch genutzt, sondern Heißwasseraquifere aus tieferliegenden Grundwasserleitern in rund 2.500 bis 3.000m Tiefe.

<<< Grafik 9: Funktionsprinzip eines hydrothermalen Kraftwerks >



Über eine Förderbohrung und eine in die Bohrung eingebrachte Tauchpumpe wird das warme Wasser an die Erdoberfläche gebracht und dort die Wärmeenergie abgegriffen. Dies erfolgt in der Regel über einen Wärmetauscher, das heißt der Heizkreislauf und der Thermalwasserkreislauf sind voneinander getrennt. Die geförderte Wärme lässt sich so zum Beispiel in ein Fernwärmenetz einspeisen. Das abgekühlte Thermalwasser wird anschließend gefiltert bzw. aufbereitet und über eine zweite Bohrung, die sogenannte Injektionsbohrung wieder demselben Grundwasserleiter zugeführt. Die Rückführung ist wichtig, um innerhalb des Heißwasseraquifers ein hydraulisches Gleichgewicht zu erhalten. Der Mindestabstand zwischen den Bohrlöchern für Förder- und Injektionsbohrung bestimmt die Betriebszeit der Bohrung entscheidend mit, da hier im Laufe der Jahre ein thermischer Ausgleich stattfindet. Mit dem richtigen Abstand ist aber eine Nutzungsdauer von mehreren Jahrzehnten möglich.

V.1

Funktionsweise und Technologie

Funktionsweise und Technologie



In der Regel erfolgen beide Bohrungen von einem gemeinsamen Bohrplatz aus, da hier der Platzbedarf geringer ausfällt.

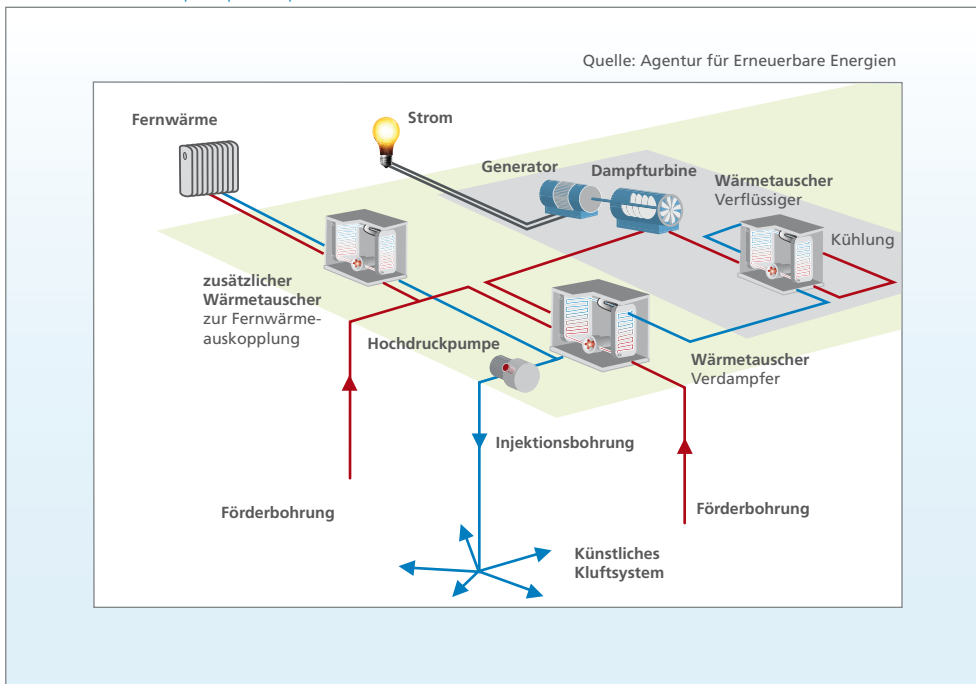
Das Wärmeniveau in dieser Tiefe eignet sich sowohl für die direkte Stromerzeugung wie auch zur Wärmenutzung. Für die Stromerzeugung kommen derzeit vor allem sogenannte Organic-Rankine-Cycle-Anlagen zum Einsatz. Als Alternative bietet sich die Nutzung von Kalina-Anlagen zur Stromerzeugung an. Beide Verfahren werden bereits in Anlagen, die in Deutschland in Betrieb sind, genutzt.

Die Wärmequellen, die mit Hilfe der Dubletten erschlossen werden, lassen sich in Systeme mit niedriger und hoher Enthalpie unterscheiden. Enthalpie bezeichnet den Energiegehalt eines thermodynamischen Systems. Alle hydrothermalen Vorkommen in Deutschland fallen in den Bereich der niedrigen Enthalpie. Aus diesem Grund muss die Wasserentnahme ein hohes Volumen erreichen, um einen hohen Wärmeertrag sicherstellen zu können.

Petrothermale Geothermie

Das Hot-Dry-Rock-Verfahren zählt zu den petrothermalen Systemen und setzt für die Nutzung Bohrtiefen von 4.000m und mehr voraus. In die Klüfte der oberen Erdkruste wird über eine Injektionsbohrung Wasser eingebracht, das sich in dem Sedimentgestein erwärmt und anschließend über eine Förderbohrung zur energetischen Nutzung an die Erdoberfläche gebracht wird. Anders als bei hydrothermalen Systemen ist das Gestein bei den petrothermalen Systemen stärker verdichtet und bietet weniger Fließwege. Aus diesem Grund werden künstliche Risse im Gestein erzeugt oder bereits vorhandene Risse erweitert. So ist sichergestellt, dass zwischen den beiden Bohrungen eine Wasserbewegung stattfinden kann.

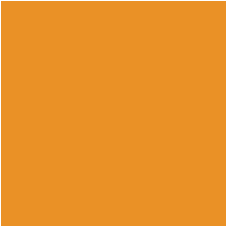
< Grafik 10: Funktionsprinzip eines petrothermalen Kraftwerks >



Die Erschließungsart eignet sich ebenso wie die hydrothermale Dublette sowohl für die Stromgeneration als auch für die direkte Wärmenutzung. Aufgrund des höheren Wärmeniveaus der Energiequelle bietet die Abwärmenutzung ein höheres Potential als bei der hydrothermalen Dublette.

V.2

Anwendungen Anwendungen



Einzelanwendungen

Grundsätzlich kommen je nach Bedarf und lokalen Voraussetzungen mehrere Anwendungen der Geothermie für Stadtwerke und Kommunen in Frage. Ähnlich wie in Kapitel II. (Private Haushalte) und III. (Unternehmen) geschildert, können Kommunen in Einzelprojekten geothermische Wärmequellen beispielsweise mit Erdsonden erschließen, um den Wärmebedarf kommunaler Gebäude wie Schulen und Verwaltung direkt zu decken. Gerade bei großen Gebäuden ist der Wärmebedarf hoch und mit erdgekoppelten Wärmepumpen lässt sich dieser Bedarf ökologisch und ökonomisch nachhaltig decken.

Nahwärmenetz

Alternativ lässt sich die Erdwärme im Rahmen eines Nahwärmekonzeptes nutzen, um nach der Abschöpfung der geothermischen Energie in einer Heizzentrale diese über einen Wärmetauscher an ein Nahwärmenetz abzugeben. Mit Hilfe von Wärmeübergabestationen lässt sich zentral gewonnene geothermische Energie so an private, öffentliche und gewerbliche Gebäude im Gebiet der Kommune liefern. Gegenüber der dezentralen Wärmeerzeugung bieten Nahwärmenetze durch niedrigere Wärmeverluste und eine bessere Steuerung von Angebot und Nachfrage einen höheren Effizienzgrad und gleichzeitig niedrigere Wärmekosten. Geothermisch betriebene Nahwärmenetze leisten über den niedrigen CO₂-Ausstoß während des Betriebs zudem einen wichtigen Beitrag zum Umweltschutz.

Balneologische Nutzung

Die Nutzung geothermischer Energie in Form von Thermalbädern ist die älteste Nutzungsform durch den Menschen und bietet sich bei geothermischen Großprojekten auch heute noch als Teil der Kaskadennutzung an, wenn sie anderen Anwendungen nachgelagert ist. Voraussetzung ist jedoch, dass die Wasserzusammensetzung, das Temperaturniveau und die verfügbare Wassermenge für eine balneologische Nutzung geeignet sind.

Ist die Versorgung eines Thermalbades die einzige Nutzungsart des Heißwasseraquifers, kann gegebenenfalls eine einzelne Bohrung ausreichend sein, da die entnommenen Wassermengen im Vergleich zu anderen hydrothermalen Nutzungsarten relativ gering sind.

Aber auch bei konventionellen Schwimmbädern, wo der Wärmebedarf für Warmwasser und Raumbeheizung im Vergleich zu anderen Gebäuden sehr hoch ist, kann die Nutzung der Geothermie für Kommunen interessant sein.

Eisschutz

In den Wintermonaten lässt sich mit Hilfe der Geothermie das Risiko der Vereisung auf Brücken, Straßen oder Gehwegen vermeiden. Dazu wird ein Wärmetauscher beispielsweise schlangenförmig in den Boden unter den Asphalt eingebracht und je nach klimatischen Bedingungen mit geothermischer Energie versorgt. Das System kann sowohl eingesetzt werden, um Vereisung zu vermeiden oder aber um Niederschlag in Form von Schnee aufzutauen.

Auf diese Weise lässt sich die Sicherheit erhöhen und die Nutzbarkeit der Infrastruktur in den Wintermonaten sicherstellen. Prinzipiell ist auch die Abführung von Wärme in den Sommermonaten möglich, um die Wärme für die Nutzung in den Wintermonaten zwischenspeichern.

Strom

Ist ein ausreichend hohes Temperaturniveau vor Ort gewährleistet, können Stadtwerke die Geothermie auch zur Stromerzeugung einsetzen. Voraussetzung ist ein Temperaturniveau der hydro- oder petrothermalen Energiequelle von mehr als 80 °C. Höhere Temperaturen wirken sich positiv auf den Wirkungsgrad aus. Für die geothermische Stromerzeugung muss auf die Erschließung der Wärmequellen durch tiefengeothermische Technologien zurückgegriffen werden.

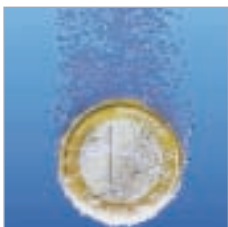
Bei der Nutzung hydrothermaler Wärmevorkommen, lässt sich das Thermalwasser entweder in Form eines offenen Systems direkt zur Stromerzeugung nutzen oder in Form einer indirekten Nutzung zunächst auf einen anderen Wärmeträger übertragen. In Deutschland wird derzeit nur die Stromerzeugung in geschlossenen Systemen eingesetzt. Zum einen ist dies mit Hilfe des Organic-Rankine-Cycle-Prozesses (ORC-Prozess) möglich, bei dem das Thermalwasser ein Trägermedium aufwärmt. Dieses verdampft dadurch und treibt so eine Turbine an. Anschließend kondensiert das Trägermedium und kann nach der Verdichtung in einer Pumpe erneut als Trägermedium eingesetzt werden. Die zweite Möglichkeit zur geothermischen Stromerzeugung ist der Kalina-Prozess, bei dem im Unterschied zum ORC-Prozess ein Gemisch aus zwei verschiedenen Stoffen als Arbeitsmittel genutzt wird. Für Anlagen, die nach dem Kalina-Prozess arbeiten, liegen bisher weniger Betriebserfahrungen als für ORC-Anlagen vor, allerdings verfügen diese über einen höheren Wirkungsgrad.

Unter Wirtschaftlichkeitsaspekten bietet es sich an, geothermische Stromerzeugung im Sinne der Kraft-Wärme-Kopplung zu betreiben und die nach der Stromproduktion verbliebene Restwärme für nachgelagerte Anwendungen zu nutzen. Nach der Nutzung der geothermischen Energie für die Stromproduktion, verfügt das Thermalwasser noch über eine Restwärme von rund 70 °C und lässt sich im Sinne der Kaskadennutzung zur Deckung von Wärmebedarf nutzen. Für die Einspeisung in ein Nahwärmenetz lässt sich das Temperaturniveau gegebenenfalls über ein konventionelles Heizwerk erhöhen.

V.3

Fördermöglichkeiten & Finanzierung

Fördermöglichkeiten & Finanzierung



Finanzielle Unterstützung für geothermische Großprojekte erhalten Kommunen im Rahmen des EEG und des MAP. Dies gilt sowohl für die eigentliche Anlage wie auch für die Kosten, die bei der Bohrung anfallen. Zum Teil wird in diesem Rahmen auch das Fündigkeitsrisiko mit übernommen. Auch wenn die Geothermie nicht in Form von Großprojekten eingesetzt werden soll, sondern zur Wärme- und Kälteversorgung einzelner Gebäude in kommunalem Besitz, stehen die Förderprogramme des Bundes und je nach Bundesland auch weitere Landesmittel zur Verfügung. So lässt sich das Investitionsrisiko senken und der Finanzierungsplan einfacher gestalten. Überschreitet die Projektgröße die finanziellen Möglichkeiten der Kommune oder der Stadtwerke, so bietet sich auch eine Mischfinanzierung im Rahmen eines Public-Private-Partnerships oder die Erschließung und Förderung einer geothermischen Energiequelle gemeinsam mit anderen Kommunen an.

Wärme

Bei Investitionen von Kommunen in größere geothermische Projekte können diese auf zinsvergünstigte Kredite im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) zurückgreifen und von Tilgungszuschüssen profitieren. Vergeben werden diese Kredite von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Noch bis Ende 2012 stehen im Rahmen des MAP jährlich bis zu 500 Mio. € im Bundeshaushalt dafür zur Verfügung.

Für Anwendungen im Bereich der Tiefengeothermie stehen zinsgünstige Darlehen und Zuschüsse sowohl für die eigentliche Anlage wie auch für die notwendigen Bohrungen bereit. Anlagen, für die eine Bohrung in einer Tiefe von mehr als 400m nötig ist, erhalten je installiertem kW Leistung 200 €. Insgesamt ist die Förderung jedoch auf 2 Mio. € je Anlage begrenzt. Für die Bohrung selbst stehen abhängig von der angestrebten Bohrtiefe zwischen 375 und 750 €/m zur Verfügung. Insgesamt wird jede Bohrung mit maximal 2,5 Mio. € gefördert und jedes Projekt mit maximal 5 Mio. €. Geht die Tiefenbohrung mit einem besonders hohen Risiko einher, können bis zu 50 Prozent des Mehraufwandes für jede Bohrung und die Planungskosten gefördert werden. Insgesamt ist die Förderung jedoch auf einen Maximalbetrag von 1,25 Mio. € je Bohrung begrenzt.

Ist die Nutzung der Geothermie die Neuerrichtung oder Anpassung eines bestehenden Fernwärmenetzes notwendig, können auch dafür die Darlehen der KfW genutzt werden, wenn erneuerbare Energien mindestens 50 Prozent der Wärme einspeisen. Förderfähig ist jeder benötigte Meter mit 60 €, der Maximalbetrag bei der Verwendung von Tiefengeothermieranlagen zur Wärmeversorgung liegt bei 1,5 Mio. €. Desweiteren stehen Fördermittel auch für die Finanzierung der Hausübergabestationen als Schnittstellen zwischen Nahwärmenetz und Wärmeendverbraucher zur Verfügung. Hier liegt der Betrag bei 1.800 € je Übergabestation. Zusätzlich zu den Fördergeldern aus Bundesmitteln bieten einige Bundesländer weitere Landesprogramme an.

Strom

Mit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Juni 2011 wurde für geothermische Kraftwerke die kombinierte Vergütung aus Grundvergütung in Verbindung mit dem Frühstarter- und dem Kraftwärmekopplungsbonus abgeschafft. Gleichzeitig wurde die Grundvergütung um weitere 2 ct/kWh auf insgesamt 25 ct/kWh angehoben, um die finanziellen Anreize für geothermische Kraftwerksprojekte zu verbessern. Insgesamt wird die Vergütung über einen Zeitraum von 20 Jahren für jede ins öffentliche Stromnetz eingespeiste kWh gezahlt. Stadtwerke und Kommunen können sich auf diesem Weg eine zusätzliche Einnahmequelle schaffen.

Das EEG sieht vor, dass der Vergütungssatz bis Ende 2017 auf diesem Niveau bestehen bleibt. Ab 2018 ist eine jährliche Degression um fünf Prozent geplant, wodurch Kostensenkungen erwirkt werden sollen.

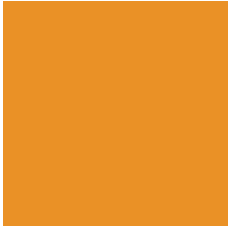
Neben der Grundförderung sind für geothermische Projekte abhängig von der verwendeten Technologie bzw. Wärmequelle weitere Bonuszahlungen erhältlich. Für geothermische Kraftwerke mit einer petrothermalen Nutzung wird im Rahmen des EEG eine zusätzliche Vergütung von 5 ct/kWh gezahlt.

Als Alternative zur Vollvergütung im Rahmen des EEG sieht dieses bei einem Verkauf des erzeugten Stroms an der Strombörse zu Marktpreisen die Zahlung einer Marktprämie vor. Die Marktprämie berechnet sich aus der Differenz zwischen der EEG-Vergütung und dem Referenzmarktwert. Geothermische Stromerzeuger haben auch die Möglichkeit, den erzeugten Strom nur anteilig über die Marktprämie zu verkaufen und können zudem zwischen den Modellen wechseln.

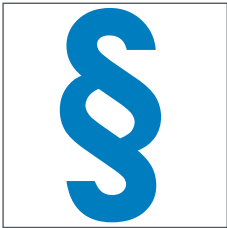
Neben der Vergütung des erzeugten Stroms durch das EEG stehen im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) zinsgünstige Darlehen und Tilgungszuschüsse für die Finanzierung der notwendigen Bohrungen zur Verfügung. Da die Kosten für eine geothermische Energienutzung bei der Stromerzeugung bzw. bei der Kopplung von Strom- und Wärmeerzeugung höher ausfallen als bei der reinen Wärmenutzung, sieht das MAP vor, dass in diesem Fall bis zu 50 Prozent der Mehrkosten je Bohrung und die Hälfte der Planungskosten förderfähig sind. Insgesamt ist die Förderung aber auf 1,25 Mio. € je Bohrung begrenzt.

V.4

Rechtliches Rechtliches



Geothermische Anwendungen, die eine Bohrtiefe von mehr als 100m benötigen, unterliegen in Deutschland dem Bergbaurecht. Eine Bergbauberechtigung ist die Voraussetzung, um in einem festgelegten Gebiet Wärme fördern zu können und diese zur Stromerzeugung oder Wärmeversorgung nutzen zu können. Dies bedeutet, dass neben der Erlaubnis durch die Wasserbehörden auch die Genehmigung der Bohrung und der energetischen Nutzung durch das zuständige Bergamt vorliegen muss.



Nutzungspflicht

Das EEWärmeG sieht bei Neubauten und grundlegenden Sanierungen von Gebäuden im Besitz der öffentlichen Hand eine Nutzungspflicht für erneuerbare Energiequellen zur Deckung des Wärme- und Kältebedarfs vor. Damit soll die Vorbildwirkung öffentlicher Gebäude gestärkt werden. Beim Einsatz geothermischer Energiequellen müssen diese mindestens 50 Prozent des Bedarfs decken. Die einzelnen Bundesländer – wie beispielsweise Baden-Württemberg – können eigene Gesetze erlassen, in denen die Anforderungen über die Vorgaben des EEWärmeG hinausgehen.





Unter den erneuerbaren Energiequellen ist die Geothermie die verlässlichste Energiequelle, da sie anders als Wind- und Sonnenenergie ganzjährig auf einem relativ stabilen Niveau zur Verfügung steht. Ein kostengünstiges Wärmeangebot für Unternehmen und Privathaushalte kann für Kommunen ein wichtiger Standortfaktor sein.

Geothermische Energie stellt Wärme im Betrieb nahezu CO₂-frei zur Verfügung. Auf diese Weise lassen sich fossile Energieträger ersetzen und die Kommunen und Stadtwerke können einen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Da die Energiegewinnung bei der Geothermie unterirdisch erfolgt, sind negative Auswirkungen auf die Landschaft begrenzt. Während der Bauphase kann es durch die Bohrungen zu einem erhöhten Lärmaufkommen kommen, der Betrieb der Anlagen ist jedoch nahezu geräuschfrei.

Für kleinere Anlage, beispielsweise mit Erdsonden, bietet sich auch die zusätzliche Installation einer Photovoltaikanlage an. So ist sichergestellt, dass die Wärmepumpe mit CO₂-freiem Strom betrieben wird und überschüssiger Strom lässt sich gegen eine Vergütung im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes ins öffentliche Stromnetz einspeisen.

Nahwärme

Anders als bei einer individuellen Wärmeerzeugung, setzt die zentrale Bereitstellung mit einem Großprojekt das Vorhandensein oder den Aufbau/Ausbau eines Nahwärmenetzes voraus. Je nach Wärmenennleistung des geothermischen Kraftwerks und erwartetem Wärmebedarf ist gegebenenfalls die Bereitstellung von Reserveleistung nötig, um Nachfragespitzen zuverlässig bedienen zu können.

Mit Hilfe der Geothermie können Kommunen den an die Versorgung angeschlossenen Bürgern eine preisgünstige Wärmeversorgung anbieten. Zudem entfallen für diese die Kosten für die Wartung eines eigenen Brennkessels und den Kaminkehrer. Da Wärmegewinnung und Verbrauch vor Ort erfolgen, wird mit der Geothermie ein regionaler bzw. lokaler Wirtschaftskreislauf gefördert. Voraussetzung für eine sinnvolle Nutzung der Geothermie ist, dass im Umfeld des geplanten Kraftwerksstandorts auch Wärmeabnehmer wie die verarbeitende Industrie oder ein Siedlungsgebiet zur Verfügung stehen.

Tiefbohrungen

Tiefbohrungen erfordern einen hohen Planungsaufwand und hinsichtlich technischer Machbarkeit und Sicherheitsaspekten besteht für den Investor ein Bohrrisiko. So können die Bohrkosten deutlich höher ausfallen als in der ursprünglichen Planung angenommen.

Zudem spielt das Explorationsrisiko in Form des Fündigkeitsrisikos eine Rolle, da die Explorationsbohrung zeigen kann, dass die geothermische Ergiebigkeit an der Bohrstelle hinter den Erwartungen zurückbleibt. Dennoch kommt diesen Explorationsbohrungen ein wichtiger Stellenwert zu, da die Ergebnisse einen wichtigen Baustein der Rentabilitätsberechnung des Projekts bilden. Grundsätzlich trägt diese Risiken der Investor selbst, sie lassen sich jedoch gegebenenfalls auch über eine Versicherung übertragen.

Betrieb

Im Vergleich zu den relativ hohen Unsicherheiten während der Errichtungsphase, zeichnen sich geothermische Kraftwerke während der Betriebsphase durch niedrige Kosten und geringe Risiken aus. Allerdings gilt es die Kosten für Wartungsverträge, den Ausfall der Pumpen und die Durchsetzbarkeit von Gewährleistungsansprüchen als operative Risiken zu beachten.

Nicht abschließend geklärt ist auch, inwieweit seismische Aktivitäten ein mögliches Betriebsrisiko darstellen. Solche Ereignisse können beispielsweise beim Aufschluss des Speichers aber auch beim Betrieb auftreten und sind nicht vollständig vermeidbar. Allerdings fallen sie im Vergleich zu ähnlichen Ereignissen beim Bergbau relativ gering aus und sind grundsätzlich beherrschbar [Janczik: 2010].

Erlöse, die aus dem Vertrieb von Wärme über ein Nahwärmenetz erzielt werden, fließen in die betriebswirtschaftliche Kalkulation des Projekts ein, dementsprechend kommt der Abnehmerstruktur und der tatsächlich abgenommenen Wärmemenge der Verbraucher eine wichtige Stellung zu. Aus diesem Grund sollten die Betreiber auch versuchen, ganzjährig einen Abnehmer für die bereitgestellte Wärme zu finden und sich nicht auf die Heizperiode beschränken. Mögliche Lösungen für dieses Problem können beispielsweise die Nachfrage nach industrieller Prozesswärme für Trocknungsanlagen oder durch die Landwirtschaft darstellen. Da verschiedene Anwendungen unterschiedliche Temperaturniveaus benötigen, lässt sich die Wirtschaftlichkeit der Geothermie durch eine Kaskadennutzung der Wärme verbessern.

Soll die geothermische Energie zur Stromerzeugung genutzt werden, so kommen hier konventionelle Turbinen zum Einsatz wie sie bereits in anderen Energiesektoren erprobt sind.

Inwieweit die geothermische Wärmebereitstellung wirtschaftlich attraktiver ist als die Erzeugung von Strom und Wärme aus konventionellen Energieträgern hängt maßgeblich von der Entwicklung der Energiepreise für fossile Brennstoffe sowie vom Konzept des konkreten Projekts ab. Wenngleich eine zunehmende globale Energienachfrage und eine Verknappung des endlichen Angebots fossiler Energieträger prinzipiell zu steigenden Energiepreisen führen dürfte, kann hier keine verlässliche Kalkulation aufgemacht werden.

Name
Position
Stadtwerke
Munster Bisingen



Tiefengeothermieprojekt Lüneburger Heide

Ein tiefengeothermisches Kraftwerk der Stadtwerke Munster-Bisingen GmbH soll ab 2013 eine kostengünstige, erneuerbare und CO₂-freie Energieversorgung für die Region ermöglichen. Nach einer Planungszeit von mittlerweile vier Jahren und dem Nachweis der technischen und wirtschaftlichen Machbarkeit, übernahm inzwischen die eigens gegründete Projektgesellschaft HeideGeo GmbH & Co. KG die weitere Konzeption des Projektes. Mit dem Vorhaben sehen die Initiatoren neben der Wärmeengewinnung auch die Erzeugung von Strom aus geothermischer Energie in einem Organic-Rankine-Cycle-Prozess (ORC) vor. Nun befindet sich das Geothermieprojekt Lüneburger Heide dank sehr guter Ergebnisse der Machbarkeitsstudie auf dem Weg, das erste kommerziell erfolgreiche Tiefengeothermieprojekt in Nordwestdeutschland zu werden. Von Beginn an unterstützten die Gesellschafter die Erforschung von Erdwärme vor Ort mit einem jährlichen Budget in sechsstelliger Höhe. Nur so konnte die Vorplanungszeit gesichert werden. Während innovative Ideen bei vielen Unternehmen zunächst intern vermittelt werden müssen, gab es hier seitens der Stadtwerke sowie ihrer Gesellschafter und Partner stets grundsätzlich Einigkeit.

Sowohl die kommunale Struktur der Stadtwerke als auch die Unterstützung durch die Gesellschafter stellen zentrale Erfolgsfaktoren des Projektes dar. Mit diesem Rückhalt gelang es den Stadtwerken auch, versierte Partner in das Projekt einzubinden: Die Projektgesellschaft nahm Kontakt zu Branchenverbänden auf, warb auf diversen Veranstaltungen für ihre Idee, Erdwärme zu fördern und begann aktiv mit der Suche nach strategischen Partnern. Inzwischen verfügt das Geothermieprojekt Lüneburger Heide über ein weitreichendes Netzwerk. Über das Kompetenzzentrum GeoEnergy Celle konnte das Projekt vor allem mittelständische Unternehmen der Region aus dem Bereich Tiefbohrungen einbinden. Derzeit befassen sich rund 20 Fachleute verschiedenster Qualifikation mit dem Geothermieprojekt Lüneburger Heide. Hierbei erwies sich die Expertise der Projektbeteiligten als Garant für Verlässlichkeit und eine strukturierte Planung.

Die Projektgesellschaft sieht am Standort die Erschließung tiefliegender Reservoirs in 4.800 Metern Tiefe vor. Mit Hilfe eines dreistufigen Erschließungskonzeptes sollen Fündigkeitsrisiken zudem minimiert werden. Dieses sieht zunächst die Erschließung der Sandsteine des Oberrotliegenden vor, die auf ihre Thermalwasserergiebigkeiten getestet werden. Die Experten gehen davon aus, dass bereits dort Fließrate sowie Temperatur für eine wirtschaftliche Nutzung ausreichen. Sollte dies wider Erwarten nicht der Fall sein, wird die Bohrung bis in eine nachgewiesene Störungszone weitergeführt. Sollte auch hier die Fündigkeit noch immer nicht in gewünschtem Maße nachgewiesen werden können, sieht die Planungsgruppe in einer dritten Stufe die Erschließung der darunterliegenden Vulkanite vor. Die nutzbare Fördertemperatur der Sandsteine im Oberrotliegenden in der Region Munster wurde vom Leibniz Institut für Angewandte Geophysik (LIAG) auf über 160 °C veranschlagt. Ebenso sagt eine im November 2011 für die Erstbohrung im geplanten Geothermie-Vorhaben in Munster erstellte POS-Studie (Probability Of Success) dem Projekt POS-Werte von über 90 % voraus.

HeideGeo

Erdwärme aus der Region

Neben den überaus günstigen geologischen Rahmenbedingungen, zeigt sich das Projekt auch wirtschaftlich als erfolgreich realisierbar. In der Region existieren ein Fernwärmenetz sowie eine vorhandene Abnehmerstruktur, wie etwa eine ortsansässige Kommunal- und Bundesliegenschaft.

Die erwartete Thermalwassertemperatur und die prognostizierte Zirkulationsmenge von 30 Litern pro Sekunde ermöglichen dem Projekt eine maximal nutzbare Wärmeleistung der geothermischen Dublette von 14,7 MW sowie eine elektrische Leistung von 1,2 MW, beziehungsweise eine thermische Arbeit von 45.000 MWh/a und eine elektrische Arbeit von 8.000 MWh/a. Mit dieser Menge könnten die Stadtwerke künftig etwa 2.250 Einfamilienhäuser mit Wärme oder 2.000 Einfamilienhäuser mit Strom versorgen. Basierend auf diesen Daten und bei einer geplanten Investitionssumme von rund 43 Millionen Euro wurde in einer umfangreichen Wirtschaftlichkeitsanalyse eine Projektrendite von mindestens acht Prozent errechnet.

Überdies kommen die neuen Fördersätze nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz 2012 (EEG) hinzu, die in der Finanzierungsplanung noch nicht berücksichtigt wurden. Diese sehen ab dem kommenden Jahr eine Erhöhung der Grundvergütung auf 25 ct/kWh vor. Sollte die dritte Planungsstufe realisiert werden, würde eine zusätzliche Vergütung nach dem petrothermalen Bonus in Höhe von 5 ct/kWh die Wirtschaftlichkeit weiter verbessern.

Die Rahmenbedingungen sprechen für eine positive Weiterentwicklung des Projektes. Angesichts des großen unerschlossenen Potenzials im Norddeutschen Raum könnte ein erfolgreiches Projekt Lüneburger Heide Signalwirkung für weitere aussichtsreiche Standorte im Norden Deutschlands haben.

Grafik 1:



Nutzungsvariante der Erdwärme: In Münster hat man sich für die Nutzung der Tiefengeothermie mittels eines petrothermalen Kraftwerks entschieden. (Quelle: LBEG, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie)

V.6.2

Best Practice

Gebhard-Müller-Schule

Gebhard-Müller Schule



Komfortabel Lernen und Arbeiten

An Architektur und Gebäudetechnik einer Schule werden eine ganze Reihe komplexer Anforderungen gestellt, die auf die spezielle Nutzung zurückgehen. Schulgebäude bestehen aus unterschiedlichsten Bereichen mit verschiedenen Nutzungszeiten. Hohe Belegungsdichten in den Klassenzimmern, verbunden mit großen internen Wärmelasten und hohen Anforderungen an die Lufthygiene, müssen berücksichtigt werden. Außerdem spielen ausreichende Belichtungsverhältnisse, Blend- und Sonnenschutz sowie Raumakustik für ein komfortables Lernen und Arbeiten eine wichtige Rolle.

Die Gebhard-Müller-Schule ist eine kaufmännische Schule im Kreis-Berufsschulzentrum Biberach. Mit dem Neubau eines Schulgebäudes sollte ein Gebäude entstehen, welches sich an sehr ambitionierten Vorgaben des Bauherrn in Bezug auf Komfort, Flexibilität der Räumlichkeiten und Energieverbrauch orientiert. Bestandteil des Bauvorhabens war ein innovatives Energiekonzept mit einem Heizwärmebedarf von ca. 30 kWh/m²a („3-Liter-Haus“). Das Raumkonzept soll eine große Flexibilität ermöglichen und neben geschlossenen Unterrichtsräumen auch offene Lernzonen anbieten.

Die Raumtemperierung erfolgt durch thermische Aktivierung der Stahlbetondecken. Als Hauptwärme- und ausschließliche Kältequelle dient das Grundwasser, im Heizbetrieb über eine Wärmepumpenanlage, im Kühlbetrieb direkt über einen Wärmeübertrager. Das gesamte Gebäude wird mechanisch be- und entlüftet. Weiterer Bestandteil des Entwurfes war eine optimale Nutzung des Tageslichtes sowie ein effektiver Sonnen- und Blendschutz. Der Neubau der Schule wurde wegen des innovativen Konzeptes im Rahmen des Förderprogramms „Energieoptimiertes Bauen (ENOB)“, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert wurde, begleitet und evaluiert. Ein Schwerpunkt des Projektes lag auf der Betriebsoptimierung der Anlagentechnik. Im September 2004 wurde das Gebäude übergeben und Anfang 2005 die zweieinhalbjährige Phase der Mess- und Betriebsoptimierung gestartet.

Heizung, Kühlung, Lüftung

Der rechnerische Jahresheizwärmebedarf des kompakten und gut gedämmten Gebäudes liegt mit ca. 30 kWh/m²a sehr niedrig. Das Gebäude nutzt in erster Linie thermoaktive Bauteilsysteme (TABS) zur Heizung und Kühlung. Das Temperaturniveau des Heizwassers der TABS wird im Winter nachts auf bis zu 28°C angehoben. Die Vorlauftemperatur wird in vier getrennten Zonen zentral geregelt, kann für einzelne Räume jedoch nicht verändert werden. Die Grundlast der Wärmeversorgung wird von zwei Wärmepumpen abgedeckt. Als Wärmequelle für die Wärmepumpen dient Grundwasser, da vorhandene Grundwasserströme am Standort sehr gute Voraussetzungen bieten. Die Erschließung erfolgt über einen 16 m tiefen Förderbrunnen und zwei Schluckbrunnen. Im Sommer dient das Grundwasser als alleinige Kältequelle zur direkten Kühlung über einen Wärmeübertrager.

Die Belegungsdichte von Klassenräumen erfordert hohe Luftwechselraten, um die gewünschte Luftqualität zu gewährleisten. Daher wird das gesamte Schulgebäude ganzjährig über drei zentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung mechanisch be- und entlüftet. Die Lufterwärmung erfolgt bis zu Außentemperaturen von ca. -5°C ausschließlich über die Wärmepumpen. Erst bei tieferen Außentemperaturen werden Nachheizregister zugeschaltet, die von einem Holzpelletkessel mit höheren Vorlauftemperaturen versorgt werden. Im Sommer wird die Zuluft über den Grundwasserwärmeübertrager sowie Kühlregister temperiert. In Abhängigkeit davon, ob ein Klassenraum belegt ist oder nicht, regeln Mischgassensoren die Zuluftmenge. Pro Raummodul kann ein Fenster geöffnet werden. Fensterkontakte bewirken, dass die Lüftungsanlage im jeweiligen Raum abgestellt wird, sobald das Fenster geöffnet ist.

Fazit

Die Energieverbrauchswerte der Schule wichen in den ersten Jahren der Nutzung noch von den Planwerten ab. Der Heizwärmeverbrauch etwa lag 2005 mit 37 kWh/m^2 noch über dem berechneten Planwert von 30 kWh/m^2 . Der Verbrauch konnte jedoch bis zum Jahr 2007 auf $27,1 \text{ kWh/m}^2$ deutlich gesenkt werden. Daneben führten insbesondere folgende Optimierungsmaßnahmen zu einer starken Reduzierung des Jahresenergieverbrauchs der Schule in der Phase der Mess- und Betriebsoptimierung bis 2007:

- Absenkung der Heizungsvorlauftemperatur der Wärmepumpe
- Grundwasserpumpenbetrieb der Förderpumpe
- Anpassung von Anlagen- und Pumpenlaufzeiten
- Verbesserter Absenkbetrieb für Heizung, Lüftung und Kühlung
- Verbesserte Steuerstrategien für Beladung der Betonkerntemperierung
- nachträgliche bauliche Maßnahmen zur Erhöhung der Luftdichtheit der Hülle

Ein wesentliches Ziel des Neubauprojekts bestand darin, die Sanierungsmaßnahme in den Folgejahren durch regelmäßiges Monitoring zu begleiten und zu optimieren, dies wurde vor allem in der Zeit bis 2007 durch kontinuierliche Verbesserungen der oben genannten Punkte erreicht.

Renate Höferle
ERDWERK GmbH

Dr. Ralph Baasch
IEP GmbH



Neue Wege gehen – die Gemeinde Pullach i. Isartal als geothermischer Pionier

Einleitung

Pullach i. Isartal war 2004 eine der ersten Gemeinden in Deutschland, die sich auf das Wagnis der Erschließung von Tiefengeothermie zur Erzeugung von Fernwärme eingelassen haben.

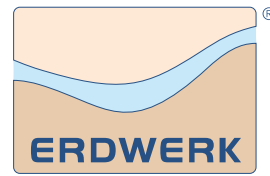
Die Vorbereitungen hierfür begannen aber schon ab 2001 mit dem Abstecken des Geothermie-Claims - der bergrechtlichen Genehmigung zur Aufsuchung von Erdwärme, den geologischen und geophysikalischen Voruntersuchungen, die das Ziel der geothermischen Tiefbohrungen festlegen, und schließlich mit Gründung einer kommunalen Wärmeversorgungsgesellschaft, der Innovative Energie für Pullach GmbH (IEP).

Mit den Untersuchungen wurde schon früh klar, dass an dem von der Gemeinde vorgegebenen Standort des Sammelbohrplatzes für die Bohrungen nicht mit sehr hohen Schüttungsraten gerechnet werden konnte. Nur mit „kleinen“ Bohrungen (Bohrendurchmesser 6.1/8"), einem vergleichsweise kleinen Fernwärmenetz und den sicheren ersten Kunden (ausschließlich kommunale Einrichtungen) war damals eine Wirtschaftlichkeit für das Projekt darstellbar.

Geothermische Dublette

Die ersten beiden Tiefbohrungen, die die Grundlage der Erschließung von Erdwärme bilden, wurden 2004 / 2005 in 6 Monaten auf Endteufen von 3.930 bzw. 4.120 m in die Karbonate des Malm niedergebracht, einer ca. 500 m mächtigen jurassischen Gesteinsschicht. Die Förder- und Injektionstests im Anschluss an die Bohrarbeiten bestätigten die o.g. Fündigkeitserwartungen. Die Ergebnisse der Injektionstests führten aufgrund des hohen Injektionsdrucks der Th1a dazu, dass die „kältere“ Th1a (102°C) als Förderbohrung und die 107-grädige Th2 als Injektionsbohrung ausgewählt wurde. So konnte die maximale Injektionsrate für den Dauerbetrieb nur mittels einer zugeschalteten Injektionspumpe auf 32 l/s gesteigert werden.

Bereits ein Jahr nach Beginn der Bohrarbeiten konnten die ersten Kunden an das neu errichtete Fernwärmenetz angeschlossen werden. Seither sind die Nachfrage und damit auch das Fernwärmenetz kontinuierlich gewachsen. Etwa 25 Kilometer Fernwärmenetz erschließen bereits etwa ein Drittel des Gemeindegebietes.



Hydrogeologie · Geothermie

Zu den Kunden zählen mittlerweile fast alle kommunalen Gebäude, Privatkunden und gewerbliche Kunden mit einer Gesamtanschlussleistung von inzwischen 20 MW. Weitere 4 MW sind für das Jahr 2012 bereits unter Vertrag.

Seit Betriebsaufnahme im Jahr 2005 läuft die Geothermieranlage störungsfrei. Die Verfügbarkeit der Anlage liegt bei 98%. Bis zum 01.07.2011 wurden kumuliert 132 GWh Wärme geothermisch erzeugt. Dadurch konnte die Emission von 41.000 t CO₂ vermieden werden. Der Jahresnutzungsgrad der Gesamtanlage liegt in 2011 bei 14,5. Das bedeutet, dass mit 1 kWh Energieinput (Pumpenstrom und Öl für Spitzenlast) 14,5 kWh Wärme erzeugt werden können.

Ausbau zum Triplettenbetrieb

Bereits drei Jahre nach Inbetriebnahme der Dublette war bei der hohen Zuwachsrate im Netz abzusehen, dass die Anlage erweitert werden musste. Verschiedene Varianten der Erweiterung wurden untersucht. Dabei erwies sich eine dritte „große“ Bohrung (Bohrenddurchmesser 8.1/2“) in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht als sinnvollste Option. Wegen der hydraulischen Eigenschaften der Dublettenbohrungen würde die dritte Bohrung als Reinjektionsbohrung zum Einsatz kommen und die bestehenden Bohrungen sollten als Förderbohrungen dienen.

Erneut gingen geologische und geophysikalische Untersuchungen der bohrtechnischen Planung voraus, bis Anfang 2011 die Bohrung Th3 von einem ca. 4 km von den ersten Bohrungen entfernten Bohrplatz bis auf 3.984 m niedergebracht und hydraulisch getestet werden konnte. Die Bohrung war hydraulisch und wirtschaftlich ein voller Erfolg.

Der Bau einer ca. 4 km langen Reinjektionsleitung (250er Glasfaser verstärkte Kunststoff-Rohre (GfK)), die die Bohrungen Th1a und Th2 mit der Bohrung Th3 verbindet, und der Einbau der zweiten Förderpumpe in die Th2 komplettieren die geothermische Triplette.

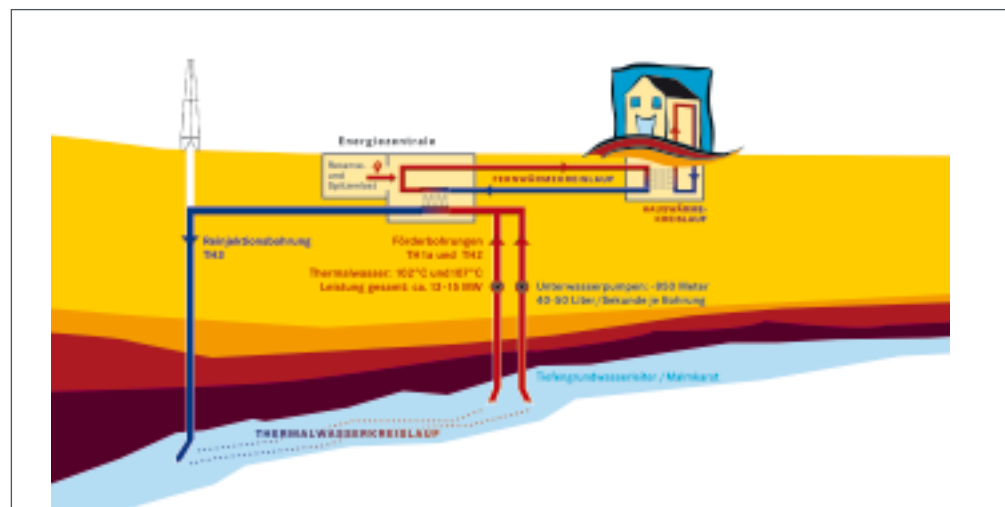
Der große Charme der Triplettenlösung besteht darin, dass beim Ausfall einer Pumpe die zweite Pumpe eine geothermische Mindestversorgung sichern kann. Der zweite große Vorteil liegt darin, dass im Sommer bei geringer Wärmenachfrage eine Pumpe außer Betrieb genommen und die andere bis zu ihrer Minstdrehzahl heruntergefahren werden kann. Das spart viel Strom und damit Geld. Eine weitere Raffinesse in Form eines Bypasses ermöglicht auch weiterhin den bisherigen Dublettebetrieb, falls die Th3 oder die Injektionsleitung ausfallen sollten.

Renate Höferle
ERDWERK GmbH

Dr. Ralph Baasch
IEP GmbH

BEITRAG

< Abb. 1: Funktionsschema Triplette Pullach (Quelle: IEP GmbH) >



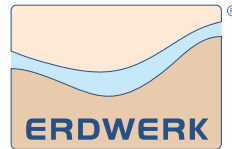
Wirtschaftlichkeit

Kein Geothermie-Projekt kann sich als schnelle Gelddruckmaschine bezeichnen lassen. Dennoch muss die Wirtschaftlichkeit in der Gesamtbetrachtung von Anfang an gewährleistet sein. Das hohe Investitionsvolumen in den ersten Jahren – für die IEP beträgt dies bis Ende 2011 ca. 53 Mio. EUR, bis Ende des Projektes (rechnerisch sind hier 50 Jahre angesetzt) 77 Mio. EUR – erfordert einen sehr langfristigen Anlagehorizont beim Investor. Die ersten Jahresüberschüsse werden in Pullach nach ca. 13 Jahren erwartet.

Fazit

Die Gemeinde Pullach i. Isartal hat gezeigt, dass sie ihre ökologischen und energiepolitischen Ziele wie die Vermeidung von CO₂-Ausstoß, Ressourcenschonung, Verbesserung des lokalen und globalen Klimas und letztlich langfristige Sicherung der Energieversorgung mit der kommunalen Wärmeversorgung aus Erdwärme erreicht hat.

Die Erfahrungen zeigen aber auch, dass man einen langen Atem braucht, Flexibilität zeigen und bereit sein muss, Risiken einzugehen. Die Gemeinde Pullach i. Isartal erhielt aufgrund ihrer nachhaltigen Energieversorgung von der deutschen Umwelthilfe die Auszeichnung „Klimaschutzprojekt 2009“.



Wasser und Wärme aus der Erde
Energie für die Zukunft

Mit der Erfahrung von über 65.000 geothermischen Bohrm Metern aus 8 realisierten Tiefbohrprojekten sind wir national eines der führenden Planungsbüros im Bereich tiefe Geothermie, Explorationsgeologie und Tiefbohrplanung.

Wir planen und begleiten Ihr Projekt von den ersten Schritten des Genehmigungsverfahrens bis hin zur Inbetriebnahme und unterstützen Sie bei allen technischen, geologischen und behördlichen Fragestellungen.



ERDWERK GmbH

Bonner Platz 1, 80803 München | Tel: + 49 (0)89 961 600-300 | Fax: -369 | office@erdwerk.com | www.erdwerk.com

VI.

Dipl. Geologe Ingo Schäfer

Beratung Rohstoffsicherung,
Zukunftsenergie,
Geologie

...



Risikobewertung und -minimierung – geothermische Anlagen sicher planen



VI.1

Zu Risiken und Nebenwirkungen, fragen Sie...

Ingo Schäfer
Dipl. Geologe
Geologischer Dienst
NRW



Durch die in der Vergangenheit bekannt gewordenen Probleme und Schäden im Zusammenhang mit der Erschließung geothermischer Ressourcen sind Zweifel an der sicheren Nutzung der oberflächennahen und tiefen Geothermie aufgekommen.

Als Folge der Gesetzgebung für den Einsatz von regenerativen Energien bei Neubauten darf davon ausgegangen werden, dass Erdwärmesondenanlagen auch zukünftig im Wohnungs- und Gewerbebau verstärkt zum Einsatz kommen. Das im April 2009 in Kraft getretene Erneuerbare Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) schreibt für Neubauten die Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärmeherzeugung vor. Sofern Erdwärme genutzt wird, muss diese mindestens 50 % des gesamten Wärmebedarfs des Hauses decken.

Sie wird also weiterhin fester Bestandteil im Energiemix regenerativer Energiequellen bleiben. Dies bedeutet, dass sich die Bohrunternehmen, die Genehmigungs- und Fachbehörden auch zukünftig mit dem Geschäftsfeld „Erdwärmennutzung“ auseinandersetzen müssen. Ein Vertrauen in eine heute wie zukünftig sichere Erdwärmennutzung wird daher nur erreicht werden, wenn die Probleme, Auswirkungen und Schäden sowie die hierfür verantwortlichen Ursachen/Gefährdungspotenziale bekannt sind und Lösungswege aufgezeigt werden können.

Besonders die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme hat in Deutschland im letzten Jahrzehnt einen enorm starken Aufschwung erlebt. Im privaten und betrieblichen Neubaubereich werden mit stetig steigender Tendenz Erdwärmesondenanlagen installiert. Dies bedeutet, dass sowohl die Bohrbranche als auch die Genehmigungsbehörden sich in kurzer Zeit auf ein neues Betätigungsfeld einstellen mussten. Während eine Vielzahl von Bohrunternehmen in der Zeit vor dem „Erdwärmesondenboom“ größtenteils Bohrungen im Tiefenbereich von wenigen zehner Metern, zum Beispiel zur Grundwassergewinnung und Lagerstättenerkundung, abteuften, werden heute für die Erdwärmesonden Bohrtiefen bis zu 100 m und mehr als selbstverständlich abgefordert. Hinzu kommt, dass mit der verstärkten Nachfrage zahlreiche neue Unternehmen ohne langjährige Erfahrung im Bohrgeschäft versuchen, sich am Markt zu etablieren. Die leider oft mangelnde Bohrerfahrung, die fahrlässige Unkenntnis über die regionalen geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse sowie die natürliche Zunahme von geologischen Gefährdungspotenzialen zur Tiefe hin führen unweigerlich bei der Vielzahl der durchgeführten Bohrungen vermehrt zu Havarien mit unterschiedlichem Ausmaß.

Alle Bohrungen, dazu gehören auch Bohrungen zum Zweck der Erdwärmenutzung, sind Eingriffe in den geologischen Körper, deren Auswirkungen im Vorfeld von den zuständigen Behörden im Rahmen des Genehmigungsverfahrens bewertet werden müssen. Sie benötigen zum Schutz des Grundwassers und zur Erteilung von wasserrechtlichen Genehmigungen zum Betrieb der Erdwärmesondenanlagen nun verstärkt Kenntnisse über den tieferen Untergrund. Grundsätzlich ist zu unterscheiden zwischen Auswirkungen, die als Folge des Vorhabens erwartet und akzeptiert werden und solchen die unerwartet eintreten. Eine unerwartete Auswirkung beruht in der Regel auf der Abweichung eines erreichten Zustandes vom angestrebten Zustand, welcher z.B. nach dem Stand von Wissenschaft und Technik oder nach sonstigen Vereinbarungen festgelegt ist. Eine unerwartete Auswirkung kann einen temporären oder dauerhaften Schaden zur Folge haben.

Je mehr Bohrungen abgeteuft werden, desto höher sind das Gefährdungspotenzial und die Anzahl möglicher realer Unfälle. Dies ist kein Problem der Erdwärmenutzung, sondern trifft auf jede Bohrtätigkeit zu, wie zum Beispiel auch auf die der Rohstoffwirtschaft und die aufgrund von Baugrunduntersuchungen (Abbildung 1).

Abbildung 1: Bohrmeißel



Jegliche Bohrungen führen zu Auswirkungen auf den Untergrund.

VI.2 Risiken oberflächennaher und mitteltiefer Anlagen

Ingo Schäfer
Dipl. Geologe
Geologischer Dienst
NRW

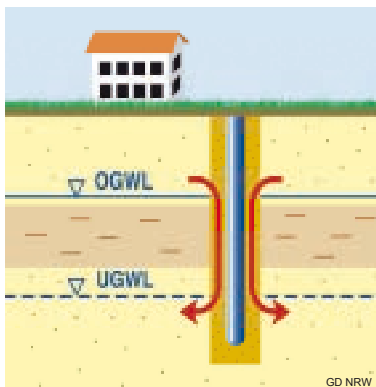


Über Schadensfälle bei der Erkundung und Nutzung der oberflächennahen Geothermie werden keine zentralen Statistiken geführt. Die Auswirkungen von oberflächennahen Erdwärmesondenanlagen betreffen in den meisten Fällen das Schutzgut Grundwasser. Neben nachteiligen Auswirkungen auf das Grundwasser selbst können auch nachteilige Auswirkungen an der Erdoberfläche auftreten. Arteser stellen zum Beispiel eine beherrschbare und damit zeitlich begrenzt nachteilige Auswirkung dar. Größere Unfälle bzw. Havarien sind bei der Errichtung der Anlagen äußerst selten. Trotzdem ist den Geologischen Diensten im Laufe der letzten Jahre eine Anzahl von Bohrungshavarien bekannt geworden. Ihre Bearbeitung fällt meistens in die Zuständigkeit der Wasserbehörden. Die Gesamtzahl kleinerer Havarien ist jedoch nicht bekannt. Möglicherweise werden weitere Havariefälle erst zu einem späteren Zeitpunkt überhaupt erkannt und einem konkreten Bohrpunkt oder einer Anlage zugeordnet werden können. Die Eintrittswahrscheinlichkeit von Auswirkungen auf das Grundwasser, von Beeinträchtigungen von Oberflächengewässern oder auf das Eigentum Dritter ist regional sehr unterschiedlich, in ihrer Komplexität schwer abschätzbar oder bezifferbar.

Bei den nachteiligen Auswirkungen in Verbindung mit dem Einbau und Betrieb von Erdwärmanlagen unterscheidet der Arbeitskreis der Staatlichen Geologischen Dienste in seinem Fachbericht (Ad-hoc Geologie, 2011) verschiedene Bereiche: Die geogenen Auswirkungen, die durch den Untergrund bestimmt werden. Die Auswirkungen, die durch die Technik und Umsetzung verursacht werden und die Auswirkungen, die durch eine fehlerhafte Planung und Genehmigung begründet sind. Im Einzelnen führt der Arbeitskreis in seinem Fachbericht zu bisher bekannten Auswirkungen geothermischer Vorhaben in den Bundesländern (Ad-hoc AG Geologie, 2011) folgende konkrete Ursachen an, die zu den Auswirkungen führen können:

Geologische und hydrogeologische Ursachen: Zu diesen standortbezogenen, geogenen, nicht beeinflussbaren und risikobehafteten Untergrundverhältnissen gehören u. a.: Schichtkomplexe mit stark wechselnden lithologischen Eigenschaften, Grundwasser-Stockwerksbau (Abb. 2a/b), Verkarsung mit Hohlraumbildung als Folge chemischer Lösungsvorgänge in Sulfat- und Karbonatgesteinen (Abb. 3), geologische Störungszonen, natürliche Gasvorkommen (Abb. 4), artesische Verhältnisse und Altbergbau, der durch das Auftreten von Rohstoffen an geologische Schichten und Strukturen gebunden ist (Abb. 5).

Abbildung 2a: Stockwerksbau



OGWL: oberer Grundwasserleiter; UGWL: unterer Grundwasserleiter

Abbildung 2b: Stockwerksbau

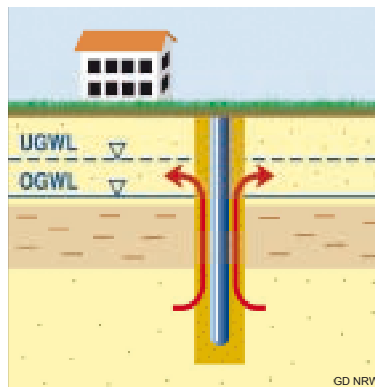


Abbildung 2a: Stockwerksbau, durch die Bohrung kann potenziell verunreinigtes Grundwasser in den geschützten unteren Grundwasserleiter gelangen.

Abbildung 2b: Stockwerksbau, durch die Bohrung kann versalztes Grundwasser in den genutzten oberen Grundwasserleiter aufsteigen.

Abbildung 3: Karst

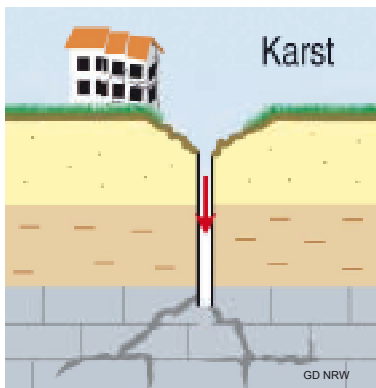


Abbildung 3: Karst, Hohlraum-bildung in Sulfat- und Karbonatgesteinen.

Abbildung 4: natürliche Gasvorkommen

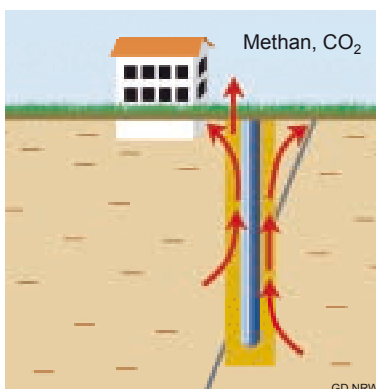


Abbildung 5: Bergbau

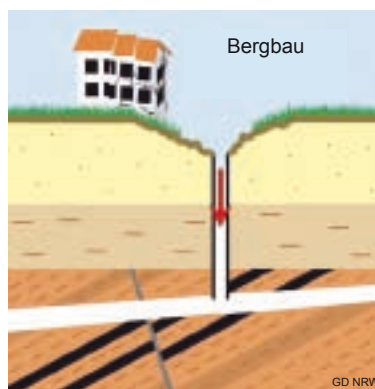


Abbildung 4: Natürliche Gasvorkommen diffundieren durch die Bohrung an die Oberfläche

Abbildung 5: Durch Bergbau geschaffene Hohlräume

VI.2 Risiken oberflächennaher und mitteltiefer Anlagen

Ingo Schäfer
Dipl. Geologe
Geologischer Dienst
NRW



Technische Ursachen: Diese treten während des Bohrvorgangs oder beim Einbau oder Bau von Erdwärmesonden oder -brunnen auf. Sie können Auswirkungen verursachen, die meist durch eine nicht an die Untergrundverhältnisse angepasste Bohrtechnik oder Arbeitsweise bedingt sind. Gefahrenpotenziale dieser Art sind z. B. der Betrieb nicht korrekt dimensionierter Erdwärmeanlagen, mangelhafte Verpresstechniken oder falsch gewählte Bohrverfahren, ungewollte Temperaturänderungen im Untergrund und die Verbindung von Grundwasserleitern.

Anthropogene Ursachen: Neben den geologisch / technischen Gefahrenpotenzialen können Fehleinschätzungen und/oder menschliches Versagen sein. Unerwartete Auswirkungen haben sowohl Planer und ausführende Bohrfirmen, aber auch Genehmigungsbehörden erkennen und erfahren müssen. Auf der ausführenden Seite können unzureichende Qualifikation oder nicht fachgerechte Bauausführung nach dem Stand der Technik zu nicht gewollten Auswirkungen bis hin zu Havarien mit Schäden führen. Auffällig ist, dass im Vorfeld erkannte multi-kausale Gefahrenpotenziale häufiger zu nachteiligen Auswirkungen führen. Sie reichen von komplexen geologischen Verhältnissen über Fehldimensionierungen bis hin zu mangelnden Qualifikationen der ausführenden Unternehmen.

Es zeigt sich, dass die potenzielle Gefahren und Risiken, die durch die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse bestimmt werden, größtenteils durch eine gute Vorerkundung der Untergrundverhältnisse, durch eine Anpassung der Bohrtechnik bzw. mit Genehmigungsauflagen in den Griff zu bekommen sind. Die Empfehlungen reichen von der Bohrtiefenbegrenzung in bestimmten Gebieten bis zu bohrtechnischen Vorkehrungen. Hier reichen die gängigen Regelwerke nicht aus, notwendig sind regionale geowissenschaftliche Basisdaten und Fachkenntnisse, auf Grundlage derer lokale Risiken erkannt werden können.

Hier stehen die Staatlichen Geologischen Dienste (SGD) der Länder in der Verantwortung, Gefahrenpotenziale durch Erdwärmennutzungen zu erkennen und ausgelöste Auswirkungen durch Beratung zu mindern. Dazu führen die SGD im Rahmen ihres staatlichen Auftrages die umfangreichsten geologischen und hydrogeologischen Datenbestände in den jeweiligen Bundesländern. Die Risiken für das Grundwasser, die durch den direkten technischen Eingriff in den Untergrund über den Bohrvorgang verursacht werden, können u. a. über Mindestbohrdurchmesser für verschiedene Sondentypen und konkrete Auflagen zur Durchführung von Hinterfüllungen und Druckprüfungen geregelt werden.

Die Auswahl des Bohrverfahrens legt die Basis für die fachgerechte Errichtung einer Erdwärmesondenanlage und gehört in die Kompetenz des Fachunternehmens. Die zur Verfügung stehenden Bohrverfahren sind technisch ausgereift. Von den Verfahren selbst geht daher prinzipiell kaum eine Gefahr aus. Entscheidend ist jedoch die richtige Wahl des Bohrverfahrens. Es muss für die zu erwartenden Untergrundverhältnisse ausgelegt sein, Gerätschaften müssen für plötzlich auftretende Gefahren vorgehalten werden.

Ein neues Bohrverfahren ist das Hochdruck-Wasserstrahlbohren. Kritisch bei dieser kostengünstigen Technik ist allerdings zu sehen ist, dass kaum Bohrgut an die Oberfläche transportiert wird und deswegen keine Aussage über die Schichtenfolgen möglich ist. Ein Schichtenverzeichnis, wie nach VDI 4640, Blatt 2, sowie DVGW W120 gefordert, kann nicht erstellt werden. Dadurch ist weder eine Überprüfung der Sondenauslegung mit berechneten Entzugsleistungen möglich, noch eine damit verbundene Beweissicherung im Falle einer Fehldimensionierung oder bei Untergrundproblemen.

Abbildung 6: Probenmaterial dient zur Überprüfung der eigenen Planung und Beweissicherung



Die Anzahl der Risiken, die durch den Betrieb einer Anlage entstehen, kann bereits durch Maßnahmen zum Zeitpunkt der Planung verringert werden. Hierzu zählen Thermal-Response-Tests, Modellierungen und eine an die Grundwasserverhältnisse angepasste Anordnung der Erdwärmesonden. In den vorhandenen Regelwerken fehlt es derzeit an konkreten Vorgaben zum Beispiel von Mindestabständen zu Nachbargrundstücken oder zu genehmigungsfähigen Temperaturänderungen im Grundwasserraum.

Gefahrenpotenziale, die durch Fehler der ausführenden Fachkräfte entstehen, können durch konkret formulierte Anforderungen in den Erlaubnisbescheiden und durch regelmäßige Schulungen gemindert werden. Gegen vorsätzliches Fehlverhalten einzelner Unternehmen gehen die Genehmigungsbehörden vor. Immer mehr Aufmerksamkeit wird dabei der lückenlosen und fachlich korrekten Dokumentation geschenkt (Schäfer, Steuerwald & Rumohr, 2011).

VI.3 Risiken tiefengeothermischer Anlagen

Ingo Schäfer
Dipl. Geologe
Geologischer Dienst
NRW



Den Risiken, die im Zusammenhang mit tiefengeothermischen Projekten stehen, wird von Planern und Investoren unweigerlich mehr Aufmerksamkeit geschenkt, da ein Abbruch eines tiefengeothermischen Projektes einen größeren wirtschaftlichen Schaden verursacht.

Die Arbeitsgruppe der Staatlichen Geologischen Dienste hat Gefahrenpotenziale bei tiefengeothermischen Projekten kategorisiert. Eine Gefährdung stellt hierbei eine Situation oder ein Sachverhalt dar, der zu einer negativen Auswirkung führen kann. Diese negative Auswirkung einer Gefährdung bedeutet die Möglichkeit, dass Schutzgüter wie z. B. Wasser, Menschen, biologische Vielfalt etc. räumlich und/oder zeitlich mit einer Gefahrenquelle zusammentreffen können und negative Auswirkungen bewirkt. Das Gefährdungspotenzial stellt ein Maß für den möglichen Eintritt einer Gefahr dar.

Im Folgenden werden die verschiedenen Risiken und Auswirkungen tiefengeothermischer Anlagen dargestellt.

Risiken, die im Zusammenhang mit unerwarteten geologischen Verhältnissen stehen, können vielfältige Auswirkungen von bohrtechnischen Problemen, Nachfall im Bohrloch bis hin zu Setzungs- oder Hebungerscheinungen und Gasaustritten haben. Gemindert werden können diese Risiken nur durch gewissenhafte geologische Vorerkundungen sowie sichere bohrtechnische Einschätzungen der prognostizierten Untergrundverhältnisse.

Wird ein geothermisches Reservoir in nicht ausreichender und erwarteter Quantität oder Qualität erschlossen, spricht man vom Fündigkeitsrisiko. Dies kann die Temperatur und Fördermenge (Leistung) also auch die Zusammensetzung des Grundwassers betreffen. Die Auswirkungen sind immer wirtschaftlicher Art und können im Vorfeld über eine Versicherung abgesichert werden.

Alle technischen Probleme, die im Zusammenhang mit der Bohranlage und dem Bohrprozess stehen, werden unter dem Begriff Bohrrisiko zusammengefasst. Die Auswirkungen sind wirtschaftlicher Art. Im Vorfeld der Auftragsvergabe wird definiert, welche Bohrrisiken zu Lasten der Auftragnehmer und Auftraggeber gehen. Bohrrisiken lassen sich privatwirtschaftlich absichern.

Technische Probleme, die nicht während des Bohrprozesses, sondern erst in den Betriebsphasen auftreten, sind die Betriebstechnischen Risiken. Die Auswirkungen können von erhöhten technischen Anforderungen bis zu Einstellung des Betriebes führen und sind damit in der Regel wirtschaftlicher Art.

Abb. 7: Bohrrisiko kann abgesichert werden.



Veränderungen der Quantität (Förderrate, Temperatur) und Qualität (Zusammensetzung) des Fluids während der geothermischen Nutzung der Bohrung fallen unter das Betriebsrisiko (Dauerhaftigkeit). Die Auswirkungen sind in der Regel eine verminderte Leistung der geothermischen Anlage oder ein verstärkter technischer Aufwand während des Betriebs. Eine Minderung wird über ein begleitendes Monitoring und gezieltes Einleiten von Gegenmaßnahmen erreicht.

In Deutschland sind bisher bei 3 Anlagen von realisierten 29 tiefengeothermischen Anlagen (zur Nah- und Fernwärme- und zur Stromproduktion) in Deutschland an der Oberfläche spürbare mikro-seismische Ereignisse gemessen worden. Da also nach dem Stand von Wissenschaft und Technik spürbare seismische Ereignisse bei tiefengeothermischen Anlagen auftreten können, spricht man vom Seismischen Risiko. Im Rahmen von Forschungsprojekten sollen Verfahren entwickelt werden, durch die beim Betrieb geothermischer Anlagen spürbare seismische Ereignisse minimiert werden können.

Hydraulic Fracturing wird in Deutschland sowohl zum Zwecke der Verbesserung der Produktivität von Kohlenwasserstoffbohrungen als auch bei Geothermiebohrungen eingesetzt. Wissenschaftliche Untersuchungen sollen klären, ob von dieser Technik durch Zusätze in den Fracfluids zusätzlich ein Risiko für die Umwelt, insbesondere für das Trinkwasser, ausgeht.

VI.4 Rechtlicher Rahmen geothermischer Vorhaben

Ingo Schäfer
Dipl. Geologe
Geologischer Dienst
NRW

Die rechtliche Grundlage für die Errichtung und den Betrieb von oberflächennahen Erdwärmeanlagen bilden das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), das jeweilige Landeswassergesetz, das Bundesberggesetz (BBergG) und das Lagerstättengesetz (LagerstG). Tiefengeothermische Anlagen fallen zudem noch unter bundes- und landesbaurechtliche Gesetze sowie unter die Regelungen des Immissionsschutzgesetzes.



Wasserhaushaltsgesetz

Im Sinne des Trink- und Grundwasserschutzes gilt es, alle Risiken für das Grundwasser bereits bei der Planung und auch beim späteren Einbau und Betrieb einer Erdwärmesondenanlage zu erkennen und zu minimieren. Dies soll durch geeignete und sinnvolle Nebenbestimmungen in den Erlaubnisbescheiden seitens der Genehmigungsbehörden geschehen. Hierbei darf es keine Rolle spielen, welcher Aufwand dadurch entsteht. Die richtige Ausführung des Einbaus, wie z. B. Wahl des Bohrverfahrens, auch in Bezug auf die Vermeidung von Gefahren für Dritte, liegt in der Verantwortung der Fachfirmen und nicht in der Aufgabe der Wasserbehörden. Anders ist dies bei Bohrungen, die nach dem Bergrecht genehmigt werden müssen. Dieses hat nicht den Grundwasserschutz im Fokus, sondern die Betriebssicherheit und die Sicherheit Dritter.

Das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) bildet den Hauptteil des deutschen Wasserrechts. Das neue Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 löst die bisherigen Rahmenregelungen im derzeitigen WHG durch Vollregelungen ab. Zuvor war das WHG ein Rahmengesetz, das von den Landeswassergesetzen detaillierter ausgefüllt wurde. Dieses Gesetz ist am 1. März 2010 in Kraft getreten. Erstmals enthält das Wasserhaushaltsgesetz Vorschriften zu den Grundsätzen der öffentlichen Wasserversorgung und bestärkt deren Aufgabe: Die Versorgung der Bevölkerung mit Wasser ist die wichtigste Nutzung der Gewässer. Jedermann ist nach § 1 a Abs. 2 WHG verpflichtet, die nach den Umständen erforderliche Sorgfalt anzuwenden, um eine Verunreinigung des Wassers oder eine sonstige nachteilige Veränderung seiner Eigenschaften zu verhüten. In Abhängigkeit von der Art der Erdwärmennutzung und der Betrachtung der potenziellen Risiken durch verschiedene Anlagenkomponenten kommen verschiedene Paragraphen des WHG zum Tragen. Für den Einsatz von Erdwärmesonden ist § 2 WHG von Bedeutung. Er sieht vor, dass eine Gewässerbenutzung einer Gestattung der zuständigen Wasserbehörde bedarf. In § 3 WHG werden „echte“ und „unechte“ Benutzungstatbestände genannt, für die nach § 2 Abs. 1 WHG eine Gestattung nötig ist.

Für den Einsatz von Erdwärmesonden sind folgende Tatbestände von Bedeutung: Einleiten von Stoffen in das Grundwasser (echter Tatbestand, § 3 Abs. 1 Nr. 5 WHG), Maßnahmen, die geeignet sind, schädliche Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Wassers herbeizuführen (unechter Tatbestand, § 3 Abs. 2 Nr. 2 WHG).

Die wasserrechtliche Genehmigung ist zu versagen (§ 6 Abs. 1 WHG), sobald von der beabsichtigten Benutzung eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit auszugehen ist. In Zweifelsfällen sollte ein sachlicher Dialog zwischen den Beteiligten geführt werden. Die Landeswassergesetze sind Gesetze der Bundesländer, die im Rahmen der konkurrierenden Gesetzgebung nach Art. 72 Abs. 3 Nr. 5 GG in den Landeswassergesetzen Abweichungen festlegen und Öffnungsklauseln des WHG nutzen können.

Bundesberggesetz

Das Bundesbergrecht (BBergG) behandelt die Erdwärme volkswirtschaftlich bedeutender Rohstoff. In den notwendigen Verwaltungsverfahren ist die Bergbehörde die federführende Genehmigungsbehörde. Das Bundesberggesetz steckt dementsprechend die Rahmenbedingungen für die Planung, Errichtung und den Betrieb eines Projektes. Es enthält Regelungen über die Aufsuchung und Gewinnung von Erdwärme. Nach § 3 Abs. 3 Satz 2 Nr. 2b BBergG, gilt Erdwärme als bergfreier Bodenschatz, auf den sich das Eigentum des Grundeigentümers nicht erstreckt. Wer folglich Erdwärme „aufsuchen“ und „gewinnen“ will, benötigt eine Berechtigung. Unter Aufsuchen ist gemäß § 4 Abs. 1 BBergG „die mittelbare oder unmittelbare auf die Entdeckung oder Feststellung der Ausdehnung von Bodenschätzen gerichtete Tätigkeit“ zu verstehen. Für das Aufsuchen der bergfreien Bodenschätze wird nach § 6 BBergG eine Erlaubnis (§ 7 BBergG) benötigt.

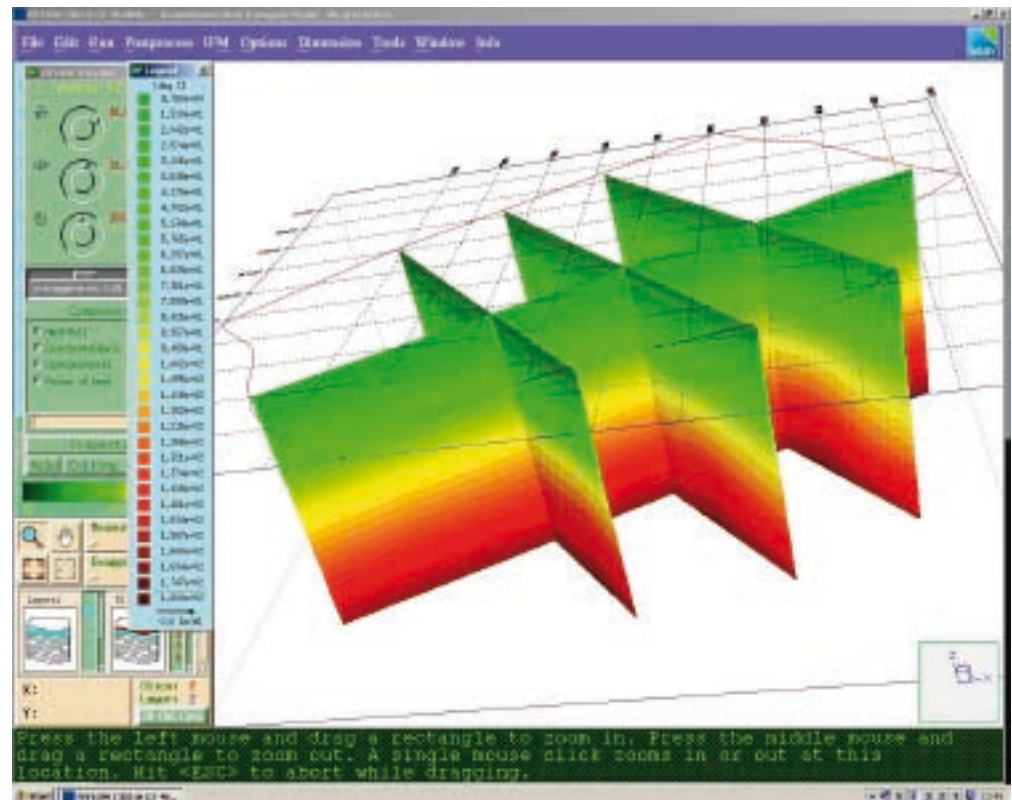
Die Gewinnung eines bergfreien Bodenschatzes setzt nach § 6 BBergG eine bergrechtliche Bewilligung (§ 8 BBergG) oder die Verleihung von Bergwerkseigentum nach § 9 BBergG voraus. Eine Gewinnung des bergfreien Bodenschatzes Erdwärme liegt nach § 4 Abs. 2 BBergG vor, wenn die Erdwärme gelöst und freigesetzt wird. Der Berechtigte erlangt in seinem Erlaubnisfeld das alleinige Recht unter Auflagen, den Bodenschatz Erdwärme aufzusuchen und zu gewinnen. Wobei es sich bei den beiden Phasen „Aufsuchung“ und „Gewinnung“ um zwei gesonderte Verfahren handelt. Es müssen von der Aufsuchung bis hin zur Gewinnung vier Arten bergrechtlicher Zulassungen gesichert werden: Aufsuchungserlaubnis, Aufsuchungsbetriebsplan, Gewinnungsbewilligung, Gewinnungsbetriebsplan. Hinzu kommen einzelne Sonderbetriebspläne und eine gesonderte Entscheidung über einen Rahmenbetriebsplan. Über ein Betriebsplanverfahren wird die Planung von vor Beginn der Aufsuchungsarbeiten bis zur Art und Weise des Rückbaus der Anlage Über- und Untertage geregelt. Die Größe von Erlaubnis- und Bewilligungsfeldern hängt von der Geologie bzw. vom Einfluss der geplanten Anlage auf den Untergrund sowie gegebenenfalls von schon vergebenen oder geplanten Projekten in unmittelbarer Nachbarschaft ab. Die Grenzlinien zwischen zwei benachbarten Feldern werden nach einer Lagerstättenmodellierung (Abb. 8) und vorhandenen Erlaubnissen bzw. Bewilligungen gezogen. Der Zuschnitt für das Erlaubnisfeld (Aufsuchung) sollte vom Antragsteller daher schon im Hinblick auf die Geologie und spätere Nutzung angepasst werden. In der Regel gilt eine Aufsuchungserlaubnis zwischen 3 und 5 Jahren.

VI.4 Rechtlicher Rahmen geothermischer Vorhaben

Ingo Schäfer
Dipl. Geologe
Geologischer Dienst
NRW



Abb. 8: Lagerstättenmodellierung erlaubt Aussagen über den thermischen Einfluss



Begründete Verlängerungen sind möglich. Bei konkurrierenden Anträgen entscheiden nicht der zeitliche Eingang der Anträge, sondern das schlüssigste Arbeitsprogramm und das belastbarste Konzept der Gesamtfinanzierung (VBI, 2010).

Die bergbehördliche Zuständigkeit der tiefeingeothermischen Anlage endet am Anschluss zum ersten übertägigen Wärmetauscher. Die Reinjektionsbohrungen, Leitungen und Pumpen unterliegen dann wieder dem Bergrecht. Die Geltungsdauer einer Bewilligung beträgt in der Regel 50 Jahre. Sowohl die Erlaubnis als auch die Bewilligung sind inhabergebunden. Eine Übertragung darf nur mit Zustimmung der Bergbehörde erfolgen. Liegen jedoch keine Versagungsgründe vor, dann besteht Rechtsanspruch auf die Zustimmung der Bergbehörde.

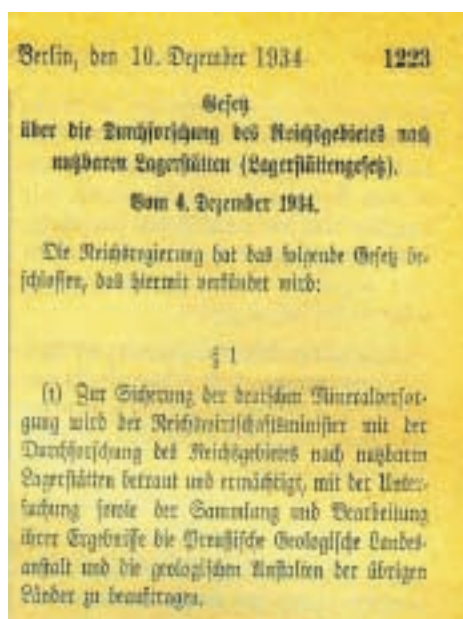
Bundesberggesetz und oberflächennahe Geothermienutzung

Für die Pflicht einer Bergbaubewilligung gibt es eine Ausnahme. Diese liegt vor, wenn das Freisetzen der Erdwärme auf einem Grundstück aus Anlass oder im Zusammenhang mit dessen baulicher oder sonstiger städtebaulicher Nutzung erfolgt (§ 4 Abs. 2 Nr. 1 BBergG). Hierbei liegt keine Gewinnung im bergrechtlichen Sinne vor. Dies ist unter anderem dann gegeben, wenn die Erdwärmegewinnung und -nutzung auf einem Grundstück erfolgt. Anzeigepflichtig sind bei der Bergbehörde allerdings alle Bohrungen, die tiefer als 100 m abgeteuft werden. Hier wird geprüft, ob eine Hauptbetriebsplanpflicht auferlegt werden muss (§ 127 BBergG). Erfahrungen zeigen, dass weniger als 10 % von Geothermie-Bohrungen mit Bohrtiefen über 100 bis 200 m ein Hauptbetriebsplan auferlegt wird. Die „Angst vor dem Papierkrieg“ mit der 100-m-Grenze ist damit unbegründet.

Lagerstättengesetz

Neben dem Wasser- und Bergrecht ist das Lagerstättengesetz (LagerstG) zu nennen. Ziel des Lagerstättengesetzes ist die Sammlung der Ergebnisse von geologischen Untersuchungen bei den Staatlichen Geologischen Diensten (SGD). Hierzu verpflichtet das Gesetz diejenigen, die auf eigene oder fremde Rechnung geophysikalische Untersuchungen oder Bohrungen ausführen, diese Arbeiten 14 Tage vor Beginn dem jeweiligen SGD anzuzeigen (Lagerstättengesetz, §§ 3, 4) und diesen auf Verlangen erschöpfend Auskunft über die Bohrergebnisse zu geben (§5) (Abb. 9).

Abb. 9: Verkündung des Lagerstättengesetzes im Jahr 1934



Es erscheint immer wieder wichtig, darauf hinzuweisen, dass die Anzeigepflicht einer Bohrung nach Lagerstättengesetz unabhängig von Genehmigungs- und Anzeigepflichten anderer Fachgesetze gilt. Das Vorliegen z.B. einer wasser- oder bergrechtlichen Genehmigung und die Meldung des Bohrbeginns gegenüber der Genehmigungsbehörde ersetzt grundsätzlich nicht die Anzeigepflicht der Bohrungen bei dem zuständigen SGD. Hierbei ist zu beachten, dass die Anzeige einer Bohrung nicht bedeutet, dass der jeweilige SGD die angezeigte Bohrlokation im Einzelnen auf ihre Gefährdungspotenziale automatisch überprüft. Das ausführende Unternehmen wird durch eine Bohranzeige nicht von einer in jedem Fall notwendigen ordnungsgemäßen geologischen Vorerkundung

VI.4

Rechtlicher Rahmen geothermischer Vorhaben

Ingo Schäfer
Dipl. Geologe
Geologischer Dienst
NRW



freigesprochen.

Wie wichtig eine sorgsame geologische Vorplanung ist, zeigen vermehrt Havariefälle, die in aktueller Zeit gemeldet wurden. Sie hätten durch die Kenntnis der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse oftmals vermieden werden können.

Das Gesetz über die Durchforschung des Reichsgebietes nach nutzbaren Lagerstätten (Lagerstättengesetz) trat am 4. Dezember 1934 in Kraft. Der Zeitpunkt des Inkrafttretens und politische Ziele der nationalsozialistischen Regierung erscheinen bis heute ein Makel dieses Gesetzes. Nach Ansicht des Gesetzgebers verstößt das Lagerstättengesetz nicht gegen das Grundgesetz, daher gilt: „Recht aus der Zeit vor dem Zusammentritt des Bundestages gilt fort, soweit es dem Grundgesetz nicht widerspricht“. Für wen aber der Zeitpunkt des Inkrafttretens des Lagerstättengesetzes alleine ein Argument für seine Ungültigkeit ist („Relikt der Reichsgesetzgebung“), scheint den eigentlichen Inhalt und Sinn des Gesetzes nicht zu erkennen (RUMOHR & SCHÄFER, 2010).

Die durch die gesetzlichen Vorgaben geregelten Verpflichtungen zur Bohrungsanzeige, zur Beantragung des Betriebes von EWS-Anlagen sowie die Vorlage der gewonnenen Ergebnisse werden gerade von Bohrfirmen und Fachplanern aus der jungen Geothermiebranche häufig als unliebsame Pflicht angesehen und nicht immer erfüllt. Dies ist nur schwer nachzuvollziehen, wenn man davon ausgeht, dass ausschließlich zertifizierte Unternehmen die Arbeiten ausführen sollten. Dienen doch fachgerechte Dokumentationen kompetenten Fachunternehmen als unerlässliche Selbstkontrolle von der Planung, über Beweissicherung und bis zum Nachweis kompetent ausgeführter Arbeit. Jedes zertifizierte Unternehmen, jeder ausgebildete Bohrgeräteführer und jeder nach den gängigen Regelwerken und Leitfäden arbeitende Planer in dem Erdwärmegeschäft kennt aufgrund seiner Ausbildung und täglichen Arbeit die Regelungen des Wasserhaushaltsgesetzes, des Bundesberggesetzes und des Lagerstättengesetzes.



VI.5 Risikominimierung durch unabhängige Datenpools

Ingo Schäfer
Dipl. Geologe
Geologischer Dienst
NRW



Auf der einen Seite haben die Bohrfirmen und Planer teilweise den Ruf, verantwortungslos und nur gewinnorientiert zu arbeiten. Auf der anderen Seite werden die Behörden seitens der Unternehmen als nicht ausreichend kompetent, ja sogar praxisfern gesehen. Hier gilt es Brücken zu bauen. Hilfestellung liefern Geo-Informationssysteme, die von den Unternehmen und Behörden gleichermaßen akzeptiert und genutzt werden.

Die Staatlichen Geologischen Dienste sind unabhängige Partner für Planer und Genehmigungsbehörden bei der sinnvollen Nutzung der Geothermie. Eine Erhöhung der Planungssicherheit für geothermische Anlagen bieten die bei den Staatlichen Geologischen Diensten in einem großen Umfang vorhandenen geologischen Informationen. Welche Informationen in den einzelnen Ländern zur Verfügung gestellt werden, kann der gemeinsamen Internetpräsenz www.infogeo.de der Staatlichen Geologischen Dienste Deutschlands (Abb. 10) entnommen werden:

Abb. 9: Verkündung des Lagerstättengesetzes im Jahr 1934



Auf diesem Internetportal können unter anderem Geothermische Karten und Bohrpunktnachweise abgefragt werden. Von den Ländern werden hierbei kostenfreie Informationen über das verfügbare nachhaltige Energiepotenzial des Untergrundes sowie über die Lage von Bohrungen und Aufschlüssen in den jeweiligen Ländern angeboten. Alle bei den SGD eingereichten Daten werden nur in anonymisierter, interpretierter oder aufbereiteter Form z.B. in geowissenschaftlichen Karten und Informationssystemen weitergegeben. Schichtenverzeichnisse dürfen nur unter Wahrung des Betriebs- und Geschäftsgeheimnisses und nur nach vorheriger schriftlicher Einverständniserklärung des Eigentümers an Dritte weitergegeben werden.

Neben „Geothermischen Karten“ und „Bohrungsportalen“ werden die vorliegenden Informationen in den SGD u. a. auch in Bezug auf Gefährdungspotenziale bei (Erdwärme-) Bohrungen ausgewertet und in Form von so genannten „Ampelkarten“ veröffentlicht. Diese Karten haben den Zweck, Gebiete mit kritischen geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen aufzuzeigen und somit Gefahren bereits im Vorfeld der Planung vermeiden zu helfen. Viele Länder wie z.B. Hessen, Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Niedersachsen oder Rheinland-Pfalz stellen solche Karten bereits zur Verfügung oder sind derzeit dabei sie zu erstellen.

In fast allen Ländern existieren zudem bereits Leitfäden für die Erdwärmenutzung, in denen aus meist wasserwirtschaftlicher Sicht die wichtigsten Vorgehensweisen einer richtigen Planung, eines sicheren Einbaus sowie ein unschädlicher Betrieb von Erdwärmeanlagen beschrieben und empfohlen werden. Leitfäden haben in einigen Ländern bereits durch eine konsequente Gesetzgebung Rechtskraft erhalten. Durch diese Leitfäden und Bewertungskarten werden die Genehmigungsbehörden in ihren Prüfungen unterstützt, gleichzeitig werden sie mittelfristig zu einheitlicheren Bestimmungen, als dies bisher der Fall ist, führen.

Die durch die SGD in Form von Kartenwerken und Berichten zur Verfügung gestellten Ergebnisse der geologischen Landesaufnahme nutzen sowohl Bohrfirmen, Fachplanern als auch dem einzelnen Bauherren von Erdwärmesonden (EWS)-Anlagen. Es liegt auf der Hand, dass eine ständige Aktualisierung solcher Karten mit neuen Daten diese stets verbessern und das Bohrgeschäft damit sicherer machen. Von diesen Karten haben also einerseits die Auftraggeber und ausführenden Firmen, andererseits aber auch die nicht direkt beteiligte, aber im Ernstfall betroffene Öffentlichkeit einen deutlichen Nutzen.

VI.5 Risikominimierung durch unabhängige Datenpools

Ingo Schäfer
Dipl. Geologe
Geologischer Dienst
NRW



Alle Erdwärmesondenanlagen sollen nachhaltig und damit vor allem effizient geplant werden. Um den sicheren Einbau und die dauerhafte unschädliche Nutzung der Erdwärme sowohl für die Wärmeabnehmer als auch für die Allgemeinheit zu gewährleisten, ist es unabdingbar, alle bislang bekannten Risiken durch die SGD bewerten zu lassen und die Genehmigungspraxis anzupassen. Eine kompetente und geowissenschaftliche fundierte Beratung für die Nutzung von Erdwärmesonden bedarf auch für den tieferen Untergrund bis deutlich über 100 m Tiefe einer dichten Datenbasis. Daher ist von den SGD immer Sorge zu tragen, dass neue Untergrunddaten von den ausführenden Unternehmen eingefordert und in die jeweiligen Informationssysteme eingepflegt werden.

Ziel muss es sein, alle verfügbaren Daten zur Risikominderung transparent zur Verfügung zu stellen. Hier gibt es bereits eine Reihe technischer Ansätze sowie eine enge Zusammenarbeit zwischen den Genehmigungsbehörden (Wasser- und Bergbehörden) und den Staatlichen Geologischen Diensten.

90,33	8,5%	55,84	POM	1945,65	9376,51	16,08	75
17,26	7,2%	81,41	RAS	2833,08	7091,48	0,00	256
4,17		38,74	SAN	4612,71	9178,72	0,00	93
20,21	4,3%	0,00	TAF	2498,93	8043,12	0,00	388
44,09	0,5%	0,00	BRM	33691,63	4217,03	0,00	173
2,56	11,2%	0,00	LOS	11067,14	1003,74	32,73	14
14,71	16,4%	0,00	KAT	16965,07	2491,17	80,31	2
3,90	1,2%	0,00	GER	54812,98	3169,31	11,64	18
63,75	4,4%	0,00	BLG	9951,03	1428,78	94,59	49
16,38	0,2%	0,00	LON	30121,62	2093,10	51,05	0
33,51	13,4%	0,00	BKG	13002,81	7581,09	67,81	23
50,37	7,8%	0,00	MUC	15873,03	3467,17	47,62	7
12,03	11,6%	0,00	BER	63057,29	2012,94	12,45	10
9,51	5,8%	0,00	CHE	29518,30	2194,71	17,76	33
40,74	10,9%	0,00	HAM	13802,71	6298,47	31,65	29
2,54	9,3%	0,00	KSA	9817,46	3610,30	42,74	17
82,50	19,4%	0,00	LEZ	40391,07	9486,12	59,21	0
18,58	7,7%	0,00	SWM	85610,64	4551,45	28,72	98
	2,0%	0,00	KRA	14272,53	1902,02	49,41	104
	16,1%	0,00	ROS	35319,27	7031,94	29,90	4
		0,00	MEI	20476,15	5098,01	54,14	75
						16,08	28
31,35		24,51	POM	1945,65	9376,51	0,00	256
95,22	6,1%	55,84	RAS	2833,08	7091,48	0,00	93
	9,8%	81,41	SAN	4612,71	9178,72	0,00	388
			TAF	2498,93	8043,12	0,00	173

VII.

Strom

Den erneuerbaren Energien kommt in den energiewirtschaftlichen Zukunftsszenarien ein hoher Stellenwert zu. Ziel ist es, die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern zu reduzieren und einen höheren Anteil von klimafreundlichen Energiequellen am Energiemix der Zukunft zu erreichen. Dies gilt sowohl für den Wärmesektor als auch für die Stromerzeugung. Um die bis 2020 gesteckten Klimaziele zu erreichen, müssen vor allem im regenerativen Wärmesektor die Anstrengungen weiter verstärkt werden.

Der politische Wille sieht vor, den Anteil geothermischer Stromerzeugung in den nächsten Jahren deutlich erhöhen. Die Ausbau-prognose des Bundesverbandes Erneuerbarer Energien (BEE) geht davon aus, dass aufgrund guter Rahmenbedingungen die Tiefengeothermie hinsichtlich der Strom- und Wärmeerzeugung in den kommenden Jahren einen starken Aufschwung erleben wird. Bis zum Jahr 2020 wird hier mit einem Anstieg der installierten Leistung auf mehr als 600 MW gerechnet [BEE: 2009a, S. 11]. Insgesamt soll die Geothermie damit in der Lage sein, jährlich bis zu 3.750 GWh Strom klimafreundlich bereitzustellen. Demgegenüber fällt die Zielsetzung der Bundesregierung im „Nationalen Aktionsplan für Erneuerbare Energien“ mit 1.654 GWh bis 2020 deutlich niedriger aus, bedeutet jedoch gegenüber dem derzeitigen Stand eine deutliche Zunahme der geothermischen Nutzung zur Stromerzeugung.

...

Bedeutung der Geothermie in den energie-wirtschaftlichen Zukunftsszenarien



VII.

Geothermie in energiewirtschaftlichen Zukunftsszenarien



Strom

Im Mix der erneuerbaren Energien kommt der Geothermie ein besonderer Stellenwert zu, da diese anders als beispielsweise die Photovoltaik oder Windkraft grundlastfähig ist und somit konventionelle Kraftwerke ersetzen sowie ein kontinuierliches Angebot an Strom und Wärme bereitstellen kann. Dies verbessert die Versorgungssicherheit. Ein weiterer Vorteil der Geothermie ist, dass der Stromerzeugung nachgelagert auch eine Nutzung der Restwärme gegeben ist, um den Wärmebedarf von Haushalten, Industrie und Bürogebäuden zu decken. Aufgrund des relativ geringen Wirkungsgrades der Stromerzeugung aus geothermaler Wärme, muss die sekundäre Wärmenutzung möglich sein, um die Stromerzeugung mittels geothermischer Energie wirtschaftlich abbilden zu können.

Unter der Voraussetzung, dass eine massive Investition in Nahwärmenetze erfolgt, um die Nutzung der Restwärme zu gewährleisten, kann für Deutschland von einem jährlichen Potential zur geothermischen Stromerzeugung von 66 TWh ausgegangen werden [Paschen: 2003, S. 6]

In Deutschland existiert mit dem EEG ein Anreizsystem, dass die Stromerzeugung aus geothermischen Energiequellen ökonomisch attraktiv macht. Eine Anhebung der Vergütungssätze zum Jahreswechsel stellt die Weichen dahingehend, dass zukünftig verstärkt Investitionen in die geothermische Stromerzeugung erfolgen werden.

Lastenmanagement

In Deutschland nimmt der Anteil erneuerbarer Energiequellen zur Bereitstellung von Strom und Wärme kontinuierlich zu. Nicht alle erneuerbaren Energiequellen verfügen über ein so kontinuierliche Grundlastfähigkeit wie die Geothermie. Aus diesem Grund kommt der Integration verschiedener erneuerbarer Energieträger in ein gemeinsames Stromnetz und dem Ausgleich von Angebot und Nachfrage eine zukünftig wachsende Bedeutung zu. Wärmepumpen lassen sich im Rahmen des Lastmanagements im Strommarkt einsetzen, wenn diese mit einem geeigneten Pufferspeicher ausgestattet sind. So ist es vorstellbar, dass Wärmepumpen zukünftig verstärkt dann betrieben werden, wenn volatile Energiequellen wie die Wind- oder Solarenergie ihre Leistungsspitzen erreichen und die Strompreise niedrig sind. So sind neben der Verbesserung der Netzstabilität und der Systemintegration ergänzender erneuerbarer Energieträger auch Kosteneinsparungen durch niedrigere Strombezugskosten für den Betreiber der Wärmepumpe möglich. Voraussetzung dafür ist aber der Auf- und vor allem Ausbau eines intelligenten Strommanagements.

Klimatisierung

Im Wärmesektor legen gesetzliche Regelungen den Einsatz und Anteil erneuerbarer Energiequellen bei Neubauten bereits fest, zum Teil gelten diese Regelungen auch für Sanierungen beim Gebäudebestand im Besitz der öffentlichen Hand. Zudem steigen die Ansprüche an die Energieeffizienz und die Wärmedämmung kontinuierlich an. Ein hoher Wärmedämmstandard bedeutet einen niedrigen Energiebedarf und optimale Voraussetzungen für den Einsatz geothermischer Heizsysteme. Der Bundesverband Erneuerbare Energie rechnet damit, dass geothermische Wärmepumpen im Jahr 2020 12,17 TWh geothermische Energie nutzen werden. Die direkte tiefengeothermische Wärmenutzung sowie die Nutzung der Wärme von Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung wird ebenfalls deutlich zunehmen und 2020 einen Beitrag zur Wärmeversorgung von mehr als 14 TWh leisten [BEE: 2009, S. 13]. Insgesamt wird die Geothermie in 2020 laut dieser Prognose einen Beitrag von 26.000 GWh zur Deckung des Wärmebedarfs beisteuern. Auch hier fällt die Zielsetzung der Bundesregierung mit 14.400 GWh deutlich niedriger aus, bedeutet jedoch gleichwohl eine deutliche Zunahme gegenüber der aktuellen Situation.

Der Aktionsplan der Bundesregierung sieht vor, dass zukünftig auch der Anteil der Nah- und Fernwärmesysteme am Wärmebezug gesteigert wird und diese mit der Wärmeleistung von Geothermie-, Biomasse- und Solaranlagen bespeist werden. Das Szenario geht davon aus, dass der Anteil der netzgebundenen Wärme an der Gesamtmenge der regenerativen Wärme und Kälte bei 18 Prozent liegen wird.

Für Bürogebäude – zunehmend aber auch im privaten Wohnbereich – steigen die Ansprüche an die Gebäudeklimatisierung zunehmend an. Geothermische Systeme ermöglichen anders als konventionelle Heizsysteme die komplette Klimatisierung des Gebäudes. Mit der Möglichkeit ein System sowohl zum Heizen als auch zum Kühlen einsetzen zu können, grenzt sich die Geothermie von konkurrierenden Heizsystemen ab.

VIII.



Fazit



Resumée

Die Erdwärme ist als Energiequelle in ihren Anwendungsmöglichkeiten vielfältiger als andere regenerative Energiequellen. Neben dem Beheizen von Gebäuden und der Erwärmung von Brauchwasser, lässt sich die Erdwärme – so paradox es auf den ersten Blick auch klingt – zum Kühlen nutzen. Zudem kann die Erdwärmequelle als saisonaler oder temporärer energetischer Zwischenspeicher genutzt werden und sich so ein vorübergehendes Missverhältnis von Energieangebot und –nachfrage ausgleichen. Dies gilt nicht nur für die einzelne Anlage, sondern im Prinzip auch im Rahmen einer intelligenten Vernetzung von Stromnetz und Wärme, in dem eine Vielzahl von Produzenten und Nachfragern mit zu großen Anteilen volatilem Verhalten aktiv ist.

Die Nutzung der Erdwärme ist skalierbar und eine Vielzahl von erprobten Technologien stellt sicher, dass dem jeweiligen Wärmebedarf die passende Erdwärmequelle zugeführt wird. Somit eignet sich die Geothermie sowohl zur individuellen Nutzung in Privathäusern als auch für den Einsatz in größeren Mehrfamilienhäusern oder Bürogebäuden sowie zur Bereitstellung von Prozesswärme. Stimmen die geologischen Gegebenheiten vor Ort, ist auch die zentrale Erzeugung von Strom und die Bereitstellung von Wärme im Rahmen von Großprojekten möglich. Da die eigentliche Energiegewinnung unterirdisch abläuft, ist die ökologische und optische Störung sowie das Lärmaufkommen und der Flächenverbrauch äußerst gering.

X.

Literaturverzeichnis

Literaturverzeichnis

AD-HOC GEOLOGIE (2011): Bericht des Personenkreises Geothermie (PK G) der Ad-hoc-AG Geologie an den Direktorenkreis der Staatlichen Geologischen Dienste und den Bund-Länder-Ausschuss-Bodenforschung: Fachbericht zu den bisher bekannten Auswirkungen geothermischer Vorhaben in den Bundesländern.

BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle), „Erneuerbare Energien. Wärmepumpen mit Prüfschein des COP-Wertes – Voraussetzung für die Förderfähigkeit“, Eschborn, 2012.

BEE (Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.), „Ausbauprognose der Erneuerbare-Energien-Branche für Deutschland“, Berlin, 2009a.

BEE (Bundesverband Erneuerbare Energie e.V.), „Wege in die moderne Energiewirtschaft. Ausbau-prognose der Erneuerbare-Energien-Branche. Teil 2: Wärmeversorgung 2020“, Berlin, 2009b.

BINE Informationsdienst, „Erdwärme für Bürogebäude nutzen“, Bonn, 07/2010.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), „Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energie gemäß der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen“, Berlin, 2010.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“, Berlin, 2011a.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), „Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) Konsolidierte (verbindliche) Fassung des Gesetzestextes in der ab 1. Januar 2012 geltenden Fassung“, Berlin, 2011b.

BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), „Erneuerbare Energien in Zahlen. Internet-Update ausgewählter Daten“, Berlin, 2011c.

BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), „Les enjeux des Géosciences. La géothermie“, Orléans, 2004.

GtV (Bundesverband Geothermie), „Tiefe Geothermieprojekte in Deutschland“, in: www.geothermie.de, Berlin, 02/2012.

Janczik, S., Katlschmitt, M, Rüter, H.: „Anthropogen induzierte seismische Aktivitäten bei Nutzung des tiefen Untergrundes.“ In: Erneuerbare Energien Nr. 60, Hannover, 2010.

LfU (Bayerisches Landesamt für Umwelt), „Umweltwissen Oberflächennahe Geothermie“, München, 2011.

Paschen, H. (Hrsg.), „Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland – Sachstandsbericht. Arbeitsbericht Nr.84, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, 2003, Berlin

RUMOHR & SCHÄFER (2010): Nutzen der Regelungen des Lagerstättengesetzes für die Geothermiebranche. _ In: bbr - Fachmagazin für Brunnen und Leitungsbau, Sonderheft Tiefe Geothermie 2010; wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.

SCHÄFER, STEUERWALD & RUMOHR (2011): Sichere Erdwärmeprojekte durch Geofachdaten. _ In: bbr - Fachmagazin für Brunnen und Leitungsbau, Sonderheft Geothermie 2011; wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH, Bonn.

StMUGV (Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz), „Oberflächennahe Geothermie. Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund. Ein Überblick für Bauherren, Planer und Fachhandwerke in Bayern“, München, 2004.

VBI (2010), Tiefe Geothermie – VBI-Leitfaden, Verband beratender Ingenieure VBI, Berlin.

X.

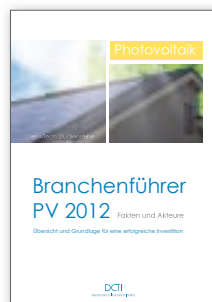
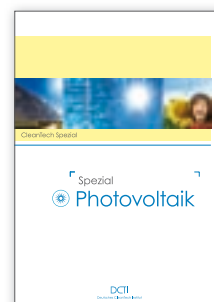
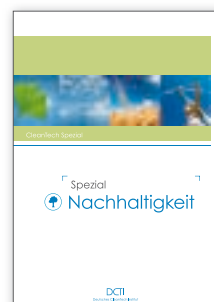
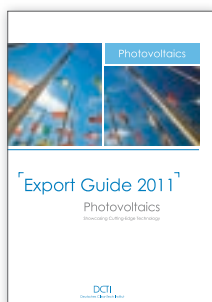
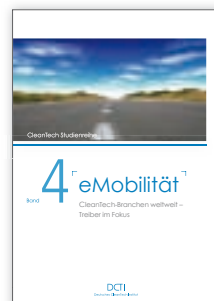
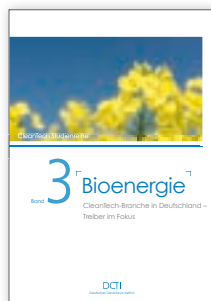
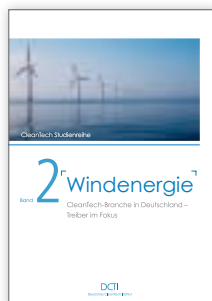
Abbildungsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

www.fotolia.de: © farsouthtommy	S.16
www.fotolia.de: Geysir Strokkur. Iceland © Oleksandr Umansky	S.18
www.fotolia.de: Yellowstone ... Black Sand Basin © Susan Montgomery	S.20
www.fotolia.de: Castle Geyser Yellowstone © Kenneth Keifer	S.22
Bohrgerät © Internationales Geothermiezentrum (GZB)	S.24
www.fotolia.de: Blue Lagoon © Lux	S.36
www.fotolia.de: geothermal electricity ... iceland © Laurence Gough	S.38, 66
Steuerpult Bohrgerät © Internationales Geothermiezentrum (GZB)	S.40
Tiefbohranlage © Internationales Geothermiezentrum (GZB)	S.44, 49
www.fotolia.de: Erdwärme Kraftwerk in Neuseeland © Paul Stock	S.46, 48, 68, 70,106,108,110

www.fotolia.de: finance © DX	S.50, 74, 112, 148
www.fotolia.de: Börsendaten © SyB	S.54, 78, 116, 145
www.fotolia.de: Gruppenarbeit © Oli_ok	S.69
www.fotolia.de: misthaufen © Marem	S.72
Sondenbohren © Internationales Geothermiezentrum (GZB)	S.73
www.fotolia.de: Crystal Global on Financial Chart © lily	S.75
www.fotolia.de: kräne im Hafen © RoHe	S.79
www.fotolia.de: old faithful geyser © Tom Warner	S.104
www.fotolia.de: arizona monsoon 2006: approaching storm © Steven Love	S.126
www.fotolia.de: Riverside geyser. Yellowstone National Park © EastVillageImages	S.146
www.fotolia.de: financial investment © Photo168	S.144
www.fotolia.de: Hand counting money © Joachim Wendler	S.148
www.fotolia.de: Old Faithful geyser in Yellowstone National Park © yusia	S.150

Bisher beim DCTI erschienen (Auswahl)



Mai 2012



CleanTech | Competence | Communications

X. Impressum

Impressum

Herausgeber

DCTI

Deutsches CleanTech Institut

Deutsches CleanTech Institut GmbH
Adenauerallee 134
D-53113 Bonn
Phone +49 (0) 228 92654 - 0
Fax +49 (0) 228 92654 -11
welcome@dcti.de

CEO
RA Philipp Wolff

Projekt Management
Linda Kleinschmidt

www.dcti.de

Konzept & Design

360 | Concept
sustainable design

Art Direction
Rebecca Ohagen

Tel: +49 (0) 228 85426-0
Fax +49 (0) 228 85426-11
welcome@360Concept.de

www.360Concept.de

Realisierung

EuPD Research

Studienleitung
Daniel Pohl, M.A.

Redaktion
Stefan Hausmann, M.A.

Phone +49 (0) 228 97143-0
Fax +49 (0) 228 97143-11
welcome@eupd-research.com

www.eupd-research.com

Mit freundlicher Unterstützung
Geologischer Dienst NRW



Dipl.-Geol. Ingo Schäfer

www.gd.nrw.de

Kooperations Partner

B | L | T | S

RECHTSANWÄLTE · FACHANWÄLTE

BLTS Rechtsanwälte Fachanwälte

Tel: +49 (0)941-780 39 0

Fax +49 (0) 941-780 39 29

info@blts.de

www.blts.de



Realisierung

Konzept & Gestaltung

Projektpartner

mit freundlicher Unterstützung von

