

Geothermie in Deutschland

PROFILE
PORTRÄTS
PERSPEKTIVEN

PARTNER DER WELT





Daldrup & Söhne AG

B o h r t e c h n i k

Bohrtechnisches Know-how ist der Schlüssel zur Nutzung der unendlich vorhandenen geothermischen Energie. Die Daldrup & Söhne AG führt Bohrdienstleistungen im Bereich der Tiefengeothermie durch. Durch unseren Hightech-Gerätepark sind Bohrtiefen bis zu 6500 Meter realisierbar.



Geothermie

Fachliche Beratung und kompetente Ausführung!



alternatief

Geothermie, eine kostengünstige, unerschöpfliche und grundlastfähige Energiequelle.

regeneratief

Geothermie, der Beitrag zum nachhaltigen Umwelt- und Klimaschutz.

innovatief

Modernste Hightech-Tiefbohranlagen optimiert für den Einsatz in großen Tiefen und in dicht besiedelten Gebieten.

Daldrup & Söhne AG

Bavariafilmplatz 7 · 82031 Grünwald

Tel. +49 (0) 89 - 452 43 79 20 · www.daldrup.eu



Editorial

Energie aus der Tiefe mit Tiefenwirkung

Geothermie – die effizienteste, nachhaltigste und umweltfreundlichste Energie – ohne Wenn und Aber!

Den Beweis führen erfolgreiche Energieversorger und -nutzer, die sich einen ressourcen- und klimaschonenden Umgang mit Energiequellen wünschen.

Die Vorteile der Geothermie – von der Erschließung des Grundstücks über die „Aufsuchungserlaubnis“, das Recht zur Bohrung mit nachfolgender Exploration sowie Nutzung und Verteilung geothermischer Energie – können in dieser Publikation Schritt für Schritt nachvollzogen werden.

Ziel ist, Fakten zu vermitteln und spezifische Fragen rund um das Thema Geothermie kompetent zu beantworten:

- Wie können Geothermieprojekte analytisch, praktisch und kommunikativ besser dargestellt werden?
- Welche Vorteile bietet ein gemeindeübergreifendes Verbundsystem?
- Ist die Wärmespeicherung in tiefen Aquiferen bei unterschiedlicher Saisonalität erfolgreich, kontinuierlich und störungsfrei möglich?
- Können Geothermieranlagen konform in Verkehr gebracht und sicher in Betrieb genommen werden?

Aufgrund der Vielfalt möglicher Technologien und Anwendung kann auch die oberflächennahe Geothermie ein wichtiger Eckpfeiler einer zukünftigen Wärme- und Kälteversorgung sein (siehe Seite 58).

Eine Reise in die Tiefe unserer Erde eröffnet Perspektiven für eine nützliche Energieversorgung nächster Generationen.

Walter Fürst, Geschäftsführer

Diese Publikation finden Sie auch im Internet unter www.media-mind.info

Impressum:

Herausgeber:	media mind GmbH & Co. KG Hans-Bunte-Str. 5 80992 München Telefon: +49 (0) 89 23 55 57-3 Telefax: +49 (0) 89 23 55 57-47 ISDN (MAC): +49 (0) 89 23 55 57-59 E-mail: mail@media-mind.info www.media-mind.info
Verantwortlich:	Walter Fürst, Jürgen Bauernschmitt
Gestaltung + DTP:	Jürgen Bauernschmitt
Druckvorstufe:	media mind GmbH & Co. KG
Verantwortl. Redaktion:	Ilse Schallwegg
Druck:	Druckerei Frischmann, Amberg
Erscheinungsweise:	Alle zwei Jahre

© 2014/15 by media mind GmbH & Co. KG, München
Kein Teil dieses Heftes darf ohne schriftliche Genehmigung der Redaktion gespeichert, vervielfältigt oder nachgedruckt werden.

Anzeige	Daldrup & Söhne AG	2. US
Editorial		3
Wirtschaftsforum	Geothermie e.V.	6
Projektkommunikation		8
Schlüsselfaktor Akzeptanz: Neue Möglichkeiten der Projektkommunikation		
<i>Autoren: Dipl.-Ing. T. Weimann, S. Schwendemann gec-co Global Engineering & Consulting Company GmbH</i>		
Anzeige	DISA energy GmbH	11
Rahmenbedingungen		12
Geowissenschaftliche Rahmenbedingungen für Geothermieprojekte in Bayern		
<i>Autor: Dr. Rüdiger Schulz, Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG)</i>		
Geoenergie	Kirchweidach GmbH	17
Geothermie in Kirchweidach – langer Atem zahlt sich aus		
<i>Autoren: Johannes Falk, Bernhard Gubo Geoenergie Kirchweidach GmbH</i>		
Geothermieprojekt	Unterhaching	18
Das Geothermieprojekt Unterhaching		
<i>Kontakt: Wolfgang Geisinger Geothermie Unterhaching</i>		
Innovative	Wärmelieferung	22
Innovative Wärmelieferung aus Tiefengeothermie		
<i>Autoren: Anton Berger, Benjamin Richter Rödl & Partner Gbr</i>		
Kollektiv	GEOTHERMIE UNTERHACHING	25
Schmidbauer GmbH & Co. KG		29
Schmidbauer: Krane und Know-how (auch) für Geothermie		
<i>Kontakt: Schmidbauer GmbH & Co. KG</i>		
Erdwärme	Grünwald	30
Energiewende Grünwald – von Anfang an nah am Bürger		
<i>Autor: Andreas Lederle Erdwärme Grünwald</i>		

Anzeige Josef Pfaffinger
Bauunternehmung GmbH 32

Kollektiv
ERDWÄRME GRÜNWALD 33

Wärmeverbund 40

Gemeinsam stark. Und flexibel.

*Autor: Andreas Lederle, Erdwärme Grünwald GmbH
Wolfgang Geisinger, Geothermie Unterhaching*



Anzeige
Lausser 43

Stadtwerke München
(SWM) 44

Münchens Vision: Fernwärme aus regenerativen Energien

*Autoren: Dr.-Ing. Christian Plett, Dipl.-Ing. Stefan Birle
SWM Services GmbH*



Saisonale
Wärmespeicherung 46

Saisonale Wärmespeicherung in tiefen Aquiferen

*Autoren: Dr. Frank Kabus, Dr. Förn Bartels
Geothermie Neubrandenburg GmbH*



Tiefengeothermie 50

Geothermieanlagen konform in Verkehr bringen, in Betrieb nehmen und sicher betreiben

*Autoren: Dipl.-Ing. G. Hein, Dipl.-Ing. R. Salomon,
TÜV SÜD Industrie Service GmbH*



Anzeige
media mind GmbH & Co. KG 53

ENERCHANGE 54

Analysen und Maßnahmen zur Verbesserung der Öffentlichkeitsarbeit für Geothermieprojekte

*Autor: Marcus Brian
ENERCHANGE agentur für erneuerbare energien*



Geothermische
Energie 58

Oberflächennahe Geothermie – eine Technik mit vielen Facetten

Autor: Dipl.-Phys. Manfred Reuß, Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V.



Geothermische
Weichenheizung 63

100% regenerativ mit oberflächennaher Geothermie

*Autoren: Dipl.-Phys. Lars Staudacher & Kollegen
Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V.*



Anzeige
bayernwerk 4. US



Vorwort Geothermie in Deutschland

Dr. Erwin Knapik

*1. Vorsitzender des Wirtschaftsforums Geothermie
Präsident des Bundesverband Geothermische Vereinigung e.V.*

Sehr geehrte Damen und Herren, aktuell zur geopolitischen Lage in Osteuropa und im Nahen Osten und zum Klimagipfel in New York befasst sich diese Broschüre „Geothermie in Deutschland“ überwiegend mit der Bereitstellung von Nutzwärme. Mit einer Palette von unterschiedlichen Möglichkeiten wird anhand funktionierender Anlagen anschaulich gemacht, wie rund um die Uhr, krisensicher, CO₂-frei, mit regionaler Wertschöpfung, nachhaltig und geopolitisch unabhängig mit Hilfe von Erdwärme eine Wärmeversorgung in Deutschland aufgebaut werden kann. Nebenbei wird unter bestimmten Voraussetzungen grundlastfähiger elektrischer Strom erzeugt, der flexibel bereit gestellt werden kann, wenn die volatilen Erneuerbaren Energien den Bedarf nicht ausreichend decken können. Die augenblickliche politische Krise in Osteuropa macht deutlich, dass es höchste Zeit ist die Chance zu nutzen, um die Energiewende nicht nur als Stromwende sondern mit ähnlicher Dynamik als Wärme- und Mobilitätswende politisch und technisch umzusetzen. Letztere sind aufgrund der hohen Energieverbräuche, die noch dazu weitestgehend auf der Nutzung von fossilen Kohlenwasserstoffen basie-

ren, bedeutend für den Klimaschutz. Des Weiteren kann Deutschland bis 2020 das nicht einmal sehr ambitionierte Ziel der EU von 20% Anteil Erneuerbarer Energie am Gesamtenergiebedarf erreichen, wenn für Erneuerbare Wärme und Mobilität nicht mehr als bisher investiert wird. Allein die sehr guten Zahlen für den EE Strom reichen da nicht. Es genügt auch nicht nur eine Effizienzstrategie für die Wärmeversorgung von Gebäuden zu betreiben. Man muss auch die Substitution von fossilen Kohlenwasserstoffen ins Auge fassen. Diese würde mehr zum gewünschten Ergebnis für die Minderung von CO₂ Emissionen beitragen, da andererseits eine bessere Effizienz nachweislich oft durch höheren Wohnflächenverbrauch oder mehr Fahrkilometer aufgezehrt wird. Die CO₂ Emissionen sind aber nicht der einzige Grund dringenden Handelns. Trotz des jetzigen Erdöl- und Erdgasbooms, der noch dazu mit günstigen Energiepreisen einhergeht, darf man sich nicht täuschen lassen. Diese Rohstoffe sind endlich und ihr derzeit günstiger Preis wird dadurch gestützt, dass es momentan ein Überangebot von Erdöl und Erdgas am Markt gibt und die externen Kosten, die deren Gebrauch verursacht, sich nicht im Energie-

preis widerspiegeln, sondern als Kosten von der Allgemeinheit und insbesondere zukünftigen Generationen aufgebracht werden müssen. Das ist nachhaltig betrachtet eine politisch nicht vertretbare Subvention für eine rückgewandte Technologie. Fossile Kohlenwasserstoffe sind zudem als Rohstoffe viel zu wertvoll, um sie nur zum Erwärmen von Wasser zu verbrennen. Zudem weisen neue wissenschaftliche Erkenntnisse aus fünf international renommierten Klimaforschungsinstituten (u. a. Potsdam Institut für Klimaforschung, Pacific Northwest National Laboratory) nach, dass Erdgas nicht unbedingt die Brücke zum Übergang für die Erneuerbare Energie Zukunft ist. Zu billiges Erdgas verdrängt Erneuerbare Energien vom Markt und regt zu höherem Verbrauch an und es diffundiert zu viel, gegenüber CO₂ klimarelevanteres Methan bei der Erdgasförderung und aus Leckagen maroder Transportleitungen in die Atmosphäre. Beide Effekte machen den klimarelevanten Vorteil, den Erdgas im Vergleich zu Erdöl und Kohle mit geringeren CO₂ Emissionen bei der Verbrennung hat, weitgehend zunichte. Des Weiteren ist unser Standort sehr abhängig von fossilen Kohlenwasserstoff-Importen aus politisch zweifelhaften

Staaten und damit unter Umständen politisch erpressbar.

Deutschland hat im Rahmen der Energiewende mit Hilfe der Bioenergie, der Solarthermie, der Wasserstoffherzeugung, der Methansynthese – beides unter dem Stichwort „power to gas“ bekannt – und der Erdwärmenutzung ausreichende Technologien, die Substitution von fossilen Kohlenwasserstoffen zu betreiben und damit auch entsprechend zum Klimaschutz, politischer Unabhängigkeit und Zukunftsfähigkeit beizutragen sowie sich international einen Technologievorsprung zu verschaffen.

Die TAB Studie 2003 zur Nutzung der Erdwärme in Deutschland weist für die Bereitstellung von Wärme ein thermisch nutzbares Potenzial von etwa 2800 Exajoule nach. Dem steht pro Jahr ein tausendfach niedrigerer Bedarf von 2800 Petajoule für Gebäudeheizung und Warmwasseraufbereitung gegenüber. Die Berichte im hier vorliegenden Heft zeigen deutlich, dass für die Nutzung der Erdwärme mit Tiefbohrungen oder unter Zuhilfenahme von erdgebundenen Wärmepumpen die technischen Voraussetzungen gegeben sind, um einen großen Anteil des Bedarfs über diese nachhaltige Energiequelle abdecken zu können. Es ist nun aber notwendig die politischen Rahmenbedingungen für den weiteren Ausbau der Erdwärmenutzung zu verbessern und damit entsprechende Investitionen anzuregen. Dabei wäre es für einen ersten Ansatz schon von Vorteil, nicht bei jeder sich passenden Gelegenheit den angeblich schleppenden Ausbau der Verstromung mit tiefer Geothermie als Grund dafür zu nehmen, die Geothermie stets als teuerste Energie politisch zu brandmarken. Dieser sogenannte schleppende Ausbau hat durchaus schwerwiegende politische Ursachen, die zum zwischenzeit-

lichen Ausbaustopp seitens der Investoren geführt haben. Bei der Verstromung befindet sich somit die Tiefe Geothermie immer noch am Anfang der Lernkurve. Die Realisierung dieser technisch und administrativ hochkomplexen Projekte dauert bis zur Inbetriebnahme länger als eine Legislaturperiode. Investoren müssen also im Mittel zwei Novellen des EEG überstehen und hoffen, dass ihr ursprünglicher Wirtschaftsplan am Ende noch die berechneten Erlöse bringen kann. Im EEG 2014 wurde nun diesem Umstand dankenswerter Weise durch Übergangsregelungen Rechnung getragen.

Bei den reinen Wärmeprojekten hat sich aber gezeigt, dass deren Inbetriebnahme schneller von statten geht und sich auch deren Energiepreise durchaus am Markt ohne Subventionen behaupten. Wärmeprojekte der Tiefen Geothermie sind nicht auf komplexe Energieumwandlungsprozesse angewiesen und können mit Temperaturen unter 100° C sowie geringeren Produktionsraten und damit mit wesentlich geringerem technischen Aufwand bei der Förderung des Thermalwassers betrieben werden, während es bei Verstromungsprojekten noch eines erhöhten Forschungs- und Entwicklungsaufwands für leistungsfähige Förderpumpen bedarf.

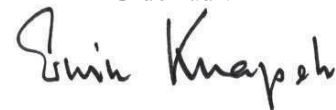
Das EEG hat dafür die Voraussetzungen für einen wirtschaftlichen Betrieb dieser Kraftwerke geschaffen. Für die Bereitstellung von Wärme gibt es diese Voraussetzungen per Gesetz nicht. Hier sind insbesondere Kommunen mit vollem Risiko eingestiegen und mussten zudem hohe Investitionen für die Infrastruktur zur Verteilung der Wärme finanzieren, für die man dank des KWK Gesetzes für den Ausbau von Gasblockheizkraftwerken staatliche Zuschüsse abgreifen konnte. Die Konzentration der Projekte

rund um und in München zeigt aber deutlich, dass sich das nur wohlhabende Kommunen leisten können.

Für einen weiteren flächendeckend möglichen Ausbau der Fernwärme aus der Tiefen Geothermie für Ballungsräume böte das EEWärmeG (Erneuerbare Energie Wärme Gesetz) die rechtliche Voraussetzung, um auch hier mit entsprechenden Förderungen eine EE Wärmeversorgung aufzubauen, mit der getreu dem Koalitionsvertrag heimische Ressourcen genutzt werden. Außerhalb von Ballungsräumen gibt es zudem vielfältige Lösungen mit Einzelanlagen, die auf alle vorhandene Erneuerbare Energien zugreifen können, wie erdgebundene Wärmepumpen, Sonnenkollektoren, power to heat, power to gas, Biomasse und Biogas.

Die Instrumente dafür sind in Deutschland gegeben, was derzeit noch fehlt ist der Wille in der großen Politik und in den Führungsetagen der Wirtschaft für zukunftsfähige Innovationen wieder mehr Mut zu zeigen und nicht nur die kurzfristige hohe Rendite als Maß aller Dinge anzustreben. Dieses Heft „Geothermie in Deutschland“ gibt dafür entsprechende Anregungen.

Glück auf!



Dr. Erwin Knapek

Präsident des GtV -Bundesverband
Geothermie e.V.
und
des Wirtschaftsforum
Geothermie e.V.

Kontakt:

info@wirtschaftsforum-geothermie.de
info@geothermie.de

Schlüsselfaktor Akzeptanz: Neue Möglichkeiten der Projektkommunikation

Akzeptanz – ein Wort, das im Zusammenhang mit Großprojekten immer öfter fällt. In der Regel im negativen Kontext: „Die Akzeptanz ist nicht da“. Akzeptanz ist aber kein unwägbares Risiko für Projektplaner und Investoren. Sie muss nur endlich frühzeitig berücksichtigt werden, insbesondere in der Energiebranche.

Die erneuerbare Energiewende ist eines der demokratischsten Vorhaben Deutschlands. Die Bürger zwingen die Politik zu Entscheidungen, die einen nachhaltigen, ressourcen- und klimaschonenden Umgang mit Energiequellen zur Folge haben. Die Energiewende wird von immer mehr Menschen als gesamtgesellschaftliche Aufgabe betrachtet, an der sie selbst aktiven Anteil haben, etwa durch die Installation von Photovoltaikanlagen oder der Beteiligung an Bürgerenergiegenossenschaften. Doch es gibt auch das Gegenteil: Investoren von Windkraftanlagen bläst beispielsweise in Bayern mit der 10H-Regelung sprichwörtlich ein rauer Wind entgegen. Auch Pumpspeicherkraftwerke, Biomassekraftwerke, Solarparks sowie Erdwärmeanlagen haben nicht nur Befürworter. Das gilt erst recht für Großprojekte und Infrastrukturvorhaben. Der Bau großer Stromtrassen von Nord- nach Süddeutschland, die geplante Winterolympiade in München, der Umbau des Stuttgarter Bahnhofes oder der Widerstand gegen die Suche nach unkonventionellen Erdöl- und Erdgasvorkommen in Niedersachsen sind zu Symbolen für die Macht der



Abb. 1: Tiefe Geothermie – Nennungshäufigkeit der wahrgenommenen Nachteile.
Quelle: RWTH Aachen University ■

„Wutbürger“ geworden. Wutbürger rangieren bei Projektverantwortlichen in Kommunen, Genehmigungsbehörden und Ministerien inzwischen weit vorne auf der Skala der projektgefährdenden Faktoren. Insbesondere auf deren Emotionen und eine Moralisation des geplanten Vorhabens haben Projektplaner ohne die professionelle Hilfe von Kommunikationsexperten selten passende Antworten.

Wenn Bürger Protestplakate malen und Klagen gegen gültige behördliche Genehmigungen erheben, ist es mit der Akzeptanz schon lange vorbei. Hier bewegt man sich bereits im Feld der Meinung(smache) und der (Vor-)Urteile. In Zahlen quantifizierbar ist dies

durch Meinungsumfragen. Wer eine Meinung hat, hat sich selbst abschließend die Frage beantwortet, was er für akzeptabel hält. Akzeptanz ist jedoch die Basis, mit der sich Menschen überhaupt eine Meinung bilden können. Akzeptanz ist das „Bauchgefühl“, das „Lokalkolorit“. Akzeptanz ist individuell. Akzeptanz ist überall anders. Akzeptanz ist nicht auf den ersten Blick erkennbar. Doch sie ist analysierbar und sie ist flexibel. Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie unterstützte Projekt „TIGER – Akzeptanz und Kommunikation einer innovativen Technologie“ hat sich genau dies zum Ziel gesetzt: Herausfinden, wie die Akzeptanz der Bürger für die



Abb. 2: Bürgerinnen und Bürger sehen die Vorteile Tiefer Geothermie bei der Nachhaltigkeit und der Förderung einer Erneuerbaren Energie, die lokale Energieversorgung gewährleistet. Quelle: RWTH Aachen University ■

noch recht unbekannte Energieform Tiefengeothermie ist. Betrachtet werden dabei seit dem Jahr 2012 unterschiedliche Regionen Deutschlands wie auch Geothermie-Projekte in verschiedenen Projektstadien von der Planung bis zum Bau und Betrieb. Für die Geothermiebranche sind viele Erkenntnisse von TIGER neu. So dürfte bisher kaum bekannt sein, dass nicht etwa die konkrete Furcht vor Erdbeben, Gebäudeschäden oder einer Grundwasserbelastung dafür sorgt, dass Bürger sich ein negatives Bild der Erdwärme-Nutzung machen. Den größten Nachteil der Geothermie (Abb. 1) sehen die Befragten vielmehr in „unbekannten Risiken“. Daraus spricht die Furcht vor dem Unerwarteten, vor nicht immer 100-prozentig ausgereifter Technik, vor der Nutzbarmachung wenig erforschter und in der kulturhistorischen und religiösen Prägung der Deutschen eher gefürchteten Erdtiefen, vor dem „Nicht-hineinsehen-können“ in die dünnen Bohrstränge im Untergrund. Geothermie-Akteure sollten sich künftig also sehr genau überlegen, ob der flapsig hingeworfene Bergbau-Spruch „Vor der Hacke ist es duster“ beim Bürger vor Ort wirklich für ein gutes Bauchgefühl sorgt.

Die positiven Assoziationen (Abb. 2), welche die vom TIGER-Projekt Befragten mit Tiefengeothermie verbinden, verorten sie als förderungswürdige Energie, die der lokalen Energieversorgung nützlich sein kann. Die weiteren Untersuchungen ergaben übrigens, dass Geothermie ein anderes Image hat als andere Erneuerbare Energien. Solche Zwiespalte müssen eine intensive Beschäftigung der zuständigen Öffentlichkeitsarbeiter mit dem Thema „Akzeptanz“ zur Folge haben.

Aufbauen können sie immerhin auf dem Fakt, dass fast 23 Prozent der Befragten zuerst „Geothermie“ sagten (Abb. 3), wenn sie nach ihrer Wunsch-Energieform vor Ort befragt wurden. Nur Sonne (etwa 35 Prozent) und Wind (circa 28 Prozent) wurden öfter genannt.

Als eine weitere Erkenntnis aus TIGER lässt sich festhalten, dass Bürger viel lieber beteiligt (Abb. 4) als nur informiert werden wollen. Rund 63 Prozent der Befragten wollen aktiv einbezogen werden, ein Runder Tisch ist noch viel gefragter als die in der Geothermie inzwischen üblichen Bürger-Informationsabende.

Letztere erfreuen sich auf dem Land übrigens größerer Beliebtheit als in der Stadt (Abb. 5). Auch regionale Unterschiede bei Kommunikations-Vorlieben zeichnen sich ab: mal werden Veranstaltungen bevorzugt, mal Zeitungsartikel oder auch Postwurfsendungen der Geothermie-Betreiber. Die Website eines Geothermie-Betreibers steht übrigens erst an dritter Stelle.

Die Akzeptanz für Geothermie ist nichts Statisches. Sie verändert sich im Laufe der Zeit. Auch

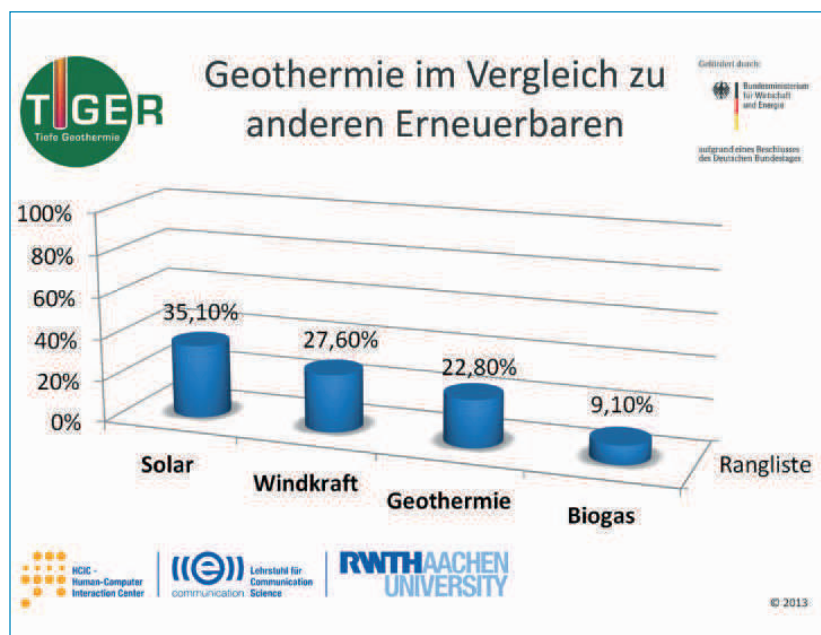


Abb. 3: Fast ein Viertel der etwa 550 Teilnehmer der deutschlandweiten Online-Befragungen wünschen sich primär einen Ausbau tiefengeothermischer Anlagen vor Ort. Quelle: RWTH Aachen University ■

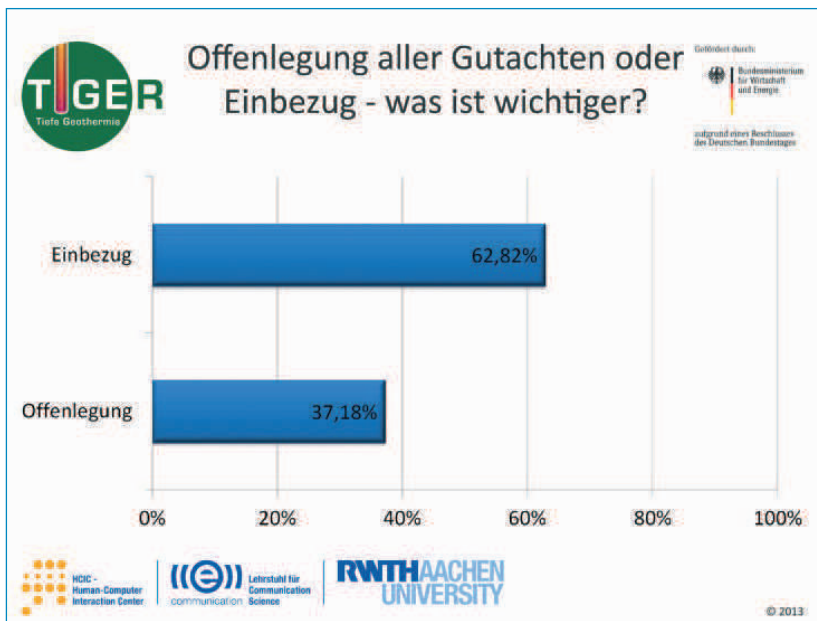


Abb. 4: Rund zwei Drittel der Befragten möchten direkt in das Projekt mit einbezogen werden. Dies ist ihnen wichtiger, als alle Daten oder Gutachten offenzulegen.
Quelle: RWTH Aachen University ■

das konnten die wissenschaftlichen Projektpartner im TIGER, der Lehrstuhl für Communication Science und die Professur für Textlinguistik und Technikommunikation an der RWTH Aachen, beweisen. Die gec-co GmbH legt in dem Projekt unter anderem dar, wie Betreiber mit technischen Aspekten Einfluss auf die Akzeptanz vor Ort nehmen können. Das fängt bei der Auswahl des Bohr-

platzes an, geht über den Einsatz lärmverminderter Bohrtechnik und hört bei optisch ansprechendem Design des Kraftwerksgebäudes noch lange nicht auf. Technische Gestaltungsspielräume sind reichlich vorhanden, werden in der Praxis aber allzu oft der Kostendebatte untergeordnet. Ein klarer Bewertungsfehler, der zulasten des Verhältnisses zwischen Unternehmern und Einwohnern geht. Die gec-co

GmbH sieht es daher aufgrund ihrer Erfahrung im TIGER-Projekt als Aufgabe an, Kunden kombiniert bei Fragen der Technik, Wirtschaftlichkeit, Akzeptanz und Öffentlichkeitsarbeit zu beraten und zu unterstützen. Dazu steht ein Team aus Journalisten, Geistes- und Naturwissenschaftlern sowie Ingenieuren zur Verfügung, ebenso wie erfahrene wissenschaftliche Partner.

Akzeptanz ist somit – in einem gewissen Rahmen – gestaltbar. Basis dafür ist ein absolut unverfälschtes Abbild der Stimmungslage vor Ort. Die Eckpunkte der regional vorhandenen Akzeptanz-Bandbreite müssen frühzeitig erhoben werden.

Denn das Wissen darum ist die objektivste Grundlage für unternehmerische Entscheidungen rund um Art und Umfang des Projektablaufs, der Öffentlichkeitsarbeit und der Bürgerbeteiligung. Akzeptanz-Fakten außer Acht zu lassen, ist in der modernen Gesellschaft fahrlässig. Denn auch politische Vertreter und lokale Entscheider machen ihre Zustimmung zu Groß- und Infrastrukturprojekten immer öfter von lokaler Akzeptanz abhängig. ■

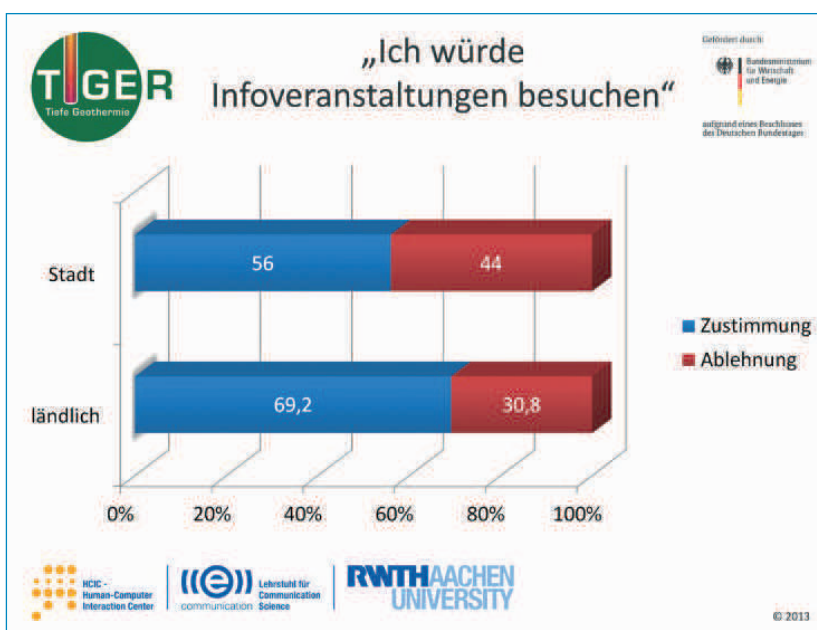


Abb. 5: Eine Informationsveranstaltung würde deutlich mehr als jeder Zweite besuchen – auf dem Land sogar nahezu 70 Prozent.
Quelle: RWTH Aachen University ■

Autoren:



Dipl.-Ing.
Thorsten
Weimann, MBA
Geschäftsführer



Sabine
Schwendemann
Journalistin /
Leiterin
Kommunikation

gec-co Global Engineering & Consulting-Company GmbH

Bürgermeister-Wegele-Straße 6
Tel.: +49 (0) 821 / 5699300-0

E-Mail: communication@gec-co.de
www.gec-co.de

www.tiger-geothermie.de

Ökovision Usedom

Geothermische Fernwärme für die Kaiserbäder



Die DISA energy GmbH mit Sitz in 15834 Rangsdorf entwickelt und realisiert gesamtheitliche und nachhaltige Energieversorgungskonzepte unter besonderer Berücksichtigung der erneuerbaren Energien im Geiste eines ausgewogenen und effektiven Mixes zwischen diesem und dem konventionellen Energieangebot.

Mit dem Projekt Ökovision Usedom stellen wir eine Möglichkeit vor, die Warmwasser- und Wärmeversorgung in den Kaiserbädern auf Basis der Nutzung geothermischer Energie als langfristig sichere, nachhaltige und umweltfreundliche sowie kostengünstige Lösung zu gestalten. Die Abnehmerpreise können unabhängig vom konventionellen Energiemarkt gestaltet und langfristig stabil garantiert werden.

Die Insel Usedom stellt ihren Bewohnern und Gästen neben ihrem Sonnenreichtum auch die bisher wenig genutzte Ressource Erdwärme zur Verfügung.

In einer Tiefe von etwa 1.800 bis 1.900 m befindet sich in der Formation des Mittleren Buntsandsteins Tiefenwasser mit einer Temperatur von ca. 68 °C. Dieses eignet sich hervorragend für eine nachhaltige und langfristig gesicherte Wärmeversorgung, weitgehend unabhängig vom Erdgas- und Erdölmarkt.

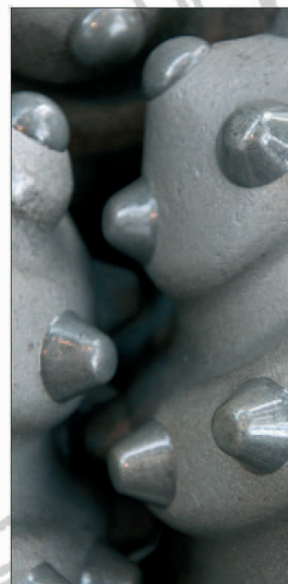
Beginnend in Heringsdorf wird das Thermalwasser mit Hilfe einer hydrothermalen Dublette (zwei abgelenkte Tiefbohrungen) gefördert, seine Wärme genutzt und das Wasser anschließend wieder in den Untergrund re-injiziert.

Die Übertragung der Wärme auf das Versorgungsnetz erfolgt in der geothermischen Zentrale mit Hilfe von Wärmetauschern. Dort wird die Vorlauftemperatur des Heiznetzes bei Bedarf mittels einer zentralen Wärmepumpe auf ca. 80 °C angehoben.

Der Ausbau des Heiznetzes wird in Form eines Erdwärmeringes realisiert. Dies erhöht die Versorgungssicherheit und damit die Attraktivität des Energieangebotes nachhaltig.

Mit Hilfe einer Kaskadennutzung erfolgt eine optimale Rücklaufauskühlung.

Die Nutzung der heimischen und regenerativen Wärmequelle aus dem Untergrund ermöglicht bereits in der ersten Ausbaustufe in Heringsdorf die Einsparung von etwa 6.000 t CO₂-Emissionen jährlich.



DISA energy GmbH
Am Theresenhof 3
15834 Rangsdorf

☎ +49 33708 7404 26
☎ +49 33708 7404 23
✉ info@disa-energy.de
🌐 www.disa-energy.de

Geowissenschaftliche Rahmenbedingungen für Geothermieprojekte in Bayern

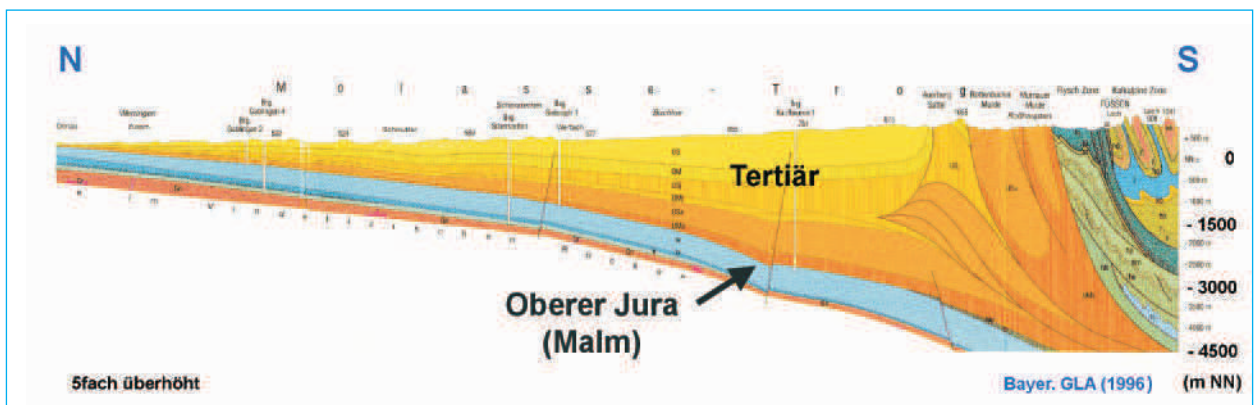
Strom aus Erdwärme – weltweit schon seit 100 Jahren erfolgreich

Unter den regenerativen Energiequellen nimmt die Erdwärme eine Sonderstellung ein, da sie ganzjährig und zu jeder Tageszeit zur Verfügung steht und daher im Grundlastbereich eingesetzt werden kann. In Ländern mit günstigen geothermischen Bedingungen, z.B. in den zirkumpazifischen Staaten, in Island oder Italien, nutzt man die geothermische Energie bereits seit Jahrzehnten für die Stromerzeugung zu konkurrenzfähigen Preisen, in der Toskana schon seit über 100 Jahren. Von den immensen weltweiten geothermischen Ressourcen werden geschätzte 805 PJ (223 TWh) für die Versorgung mit Wärme und Strom genutzt (REN21, Stand 2012). Die weltweit installierte geothermische Kraftwerksleistung liegt bei rund 11,65 GW; damit werden 72.000 GWh Strom jährlich erzeugt (REN21, Stand 2012).

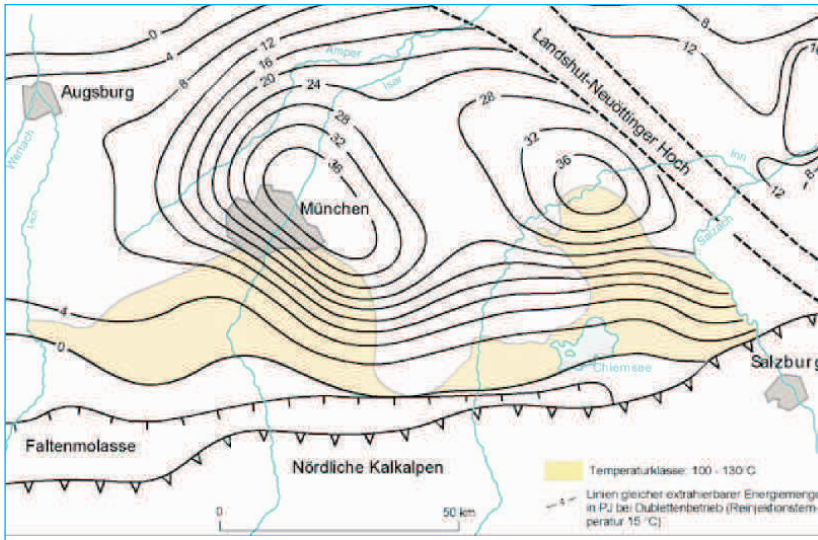
Moderne Wandlungstechniken, wie ORC-Verfahren und Kalina-Zyklus, ermöglichen heute die Stromerzeugung bei Temperaturen ab 100 °C, bei sehr geringen Wirkungsgraden auch darunter. Somit wird die geothermische Stromerzeugung auch aus Heißwassertaquifereen interessant. Bisher wurde in diesem Temperaturbereich die geothermische Energie nur für die direkte Wärmenutzung, z.B. für Heiz- und Prozesswärme, verwendet. Das Verstromungspotenzial für die Erdwärme in Deutschland ist aber erheblich; die erste umfassende Studie kommt auf ein Potenzial in der Größenordnung von 10^{21} J, das aber nur in kleinen Schritten erschlossen werden kann. ■

Heißwassertaquifere – geeignet für Wärmeversorgung und Stromerzeugung
Heißwassertaquifere sind hochpermeable Gesteinsschichten, deren

Mächtigkeit von einigen Dekametern bis zu hundert Metern oder mehr reicht und deren Wassertemperaturen mehr als 100 °C betragen. Es handelt sich entweder um hochporöse Sandsteine oder um andere stark geklüftete oder verkarstete Sedimentgesteine. In Karbonatgesteinen können bevorzugte Fließpfade auf Klufflächen durch Lösung zu Karsthohlräumen erweitert sein. Bilden diese untereinander ein durchgängiges Netz, haben die Gesteinsschichten eine außerordentliche hohe Durchlässigkeit. Die Aquifere werden meist mit Dublettsystemen erschlossen. Bei einer Dublette wird in der Produktionsbohrung Heißwasser gefördert, häufig mit Hilfe einer Unterwasser-Motorpumpe. Die Wärme wird an der Oberfläche mittels eines Wärmetauschers auf einen Sekundärkreislauf übertragen, in dem der



Die Malmsschicht taucht nach Süden von der Donau bis zu den Alpen ab: größere Tiefen bedeuten höhere Temperaturen ■



Geothermische Ressourcen des Malms im Zentralbereich des süddeutschen Molassebeckens; die Bereiche mit Temperaturen über 100 °C sind gelb unterlegt ■

Dampf für die Stromgewinnung erzeugt werden kann oder aus dem direkt oder mit der Kraftwärmekopplung Wärme für Raumheizung, Brauchwasser oder Prozesswärme ausgekoppelt wird. Das abgekühlte Wasser des Primärkreislaufs wird über die zweite Bohrung wieder in den Aquifer geleitet.

Grundsätzlich wäre auch die Erschließung durch nur eine Bohrung möglich, wie z. B. bei den Thermalbohrungen im niederbayerischen Bäderdreieck (Füssing, Birnbach, Griesbach). In der Praxis wird aber heute keine Genehmigung mehr für Einzelbohrungen erteilt, da bei den hohen Förderraten eine nachhaltige Nutzung nicht gewährleistet ist. ■

Der Malm – das geothermische Reservoir in Bayern

Das süddeutsch-österreichische Molassebecken, geographisch das Gebiet zwischen Donau und Alpen, enthält eines der bedeutendsten Reservoirs geothermischer Energie für die Wärmenutzung in Mitteleuropa. Das Becken bietet günstige Voraussetzungen zur geothermischen Nutzung, da hier mit dem nahezu flächendeckend vorhandenen Malm (Oberjura, Mesozoikum) ein ergiebiger Grundwasserleiter vorhanden ist, der von Norden nach Süden in immer größere Tiefen

absinkt und dabei entsprechend höhere Temperaturen annimmt. Seine Ressourcen und Reserven für die Warmegewinnung wurden Ende der 80er Jahre in einem umfangreichen Forschungsvorhaben mit ca. $50 \cdot 10^{18}$ J abgeschätzt. Besonders hohe Ressourcen liegen im Großraum München und im Bereich südwestlich von Landshut vor.

Ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit der Erdwärmenutzung ist neben der Temperatur die maximal zu erzielende Förderleistung. Im Malmkarst ist mit einer hohen lokalen Variabilität der Thermalwasserschüttung zu rechnen, die darauf beruht, dass in einer Bohrung ein hochergiebiger Karst- oder Kluftbereich erbohrt, ein solcher in einer dicht benachbarten Bohrung aber verfehlt wird. Darüber hinaus gibt es auch regionale auf der faziellen Ausbildung und der Tektonik beruhende Unterschiede. So ist bekannt, dass die helvetische Fazies des Malmkarstes deutlich geringere hydraulische Leitfähigkeiten aufweist als die schwäbische und fränkische Fazies. Aufgrund der höheren Dichte tektonischer Störungen im östlichen Molassebecken kann dort eventuell mit einer erhöhten Erfolgswahrscheinlichkeit gerechnet werden. Für eine optimale Erschließung und damit Reduzie-

rung des Fündigkeitsrisikos sind daher Kenntnisse der strukturellen Verhältnisse und Verkarstung des Malms erforderlich. Deshalb muss vor dem Abteufen einer geothermischen Bohrung eine intensive seismische Exploration durchgeführt werden (Lüschen & Thomas, 2012). Mit Hilfe der Seismik lässt sich die Struktur, die fazielle Ausprägung und die Tiefenlage, und damit die zu erwartende Temperatur, bestimmen. Ob eine geothermische Bohrung als fündig zu bezeichnen ist, hängt stark vom wirtschaftlichen Konzept des Betreibers ab. Für eine Thermalbohrung reichen oft schon 30 °C und eine Schüttung von 3 l/s aus, für die Fernwärmeversorgung sind Temperaturen von 70-90 °C und Fließraten um 30 l/s geeignet, während eine geothermische Stromerzeugung mindestens 100 °C und Förderraten



Tiefbohranlage ■

um 100 l/s erfordern. Deshalb ist das Fündigkeitsrisiko für jede einzelne geothermische Bohrung individuell zu beurteilen.

Gebiete, die für eine geothermische Stromerzeugung geeignete Bedingungen aufweisen, liegen wegen der Mindesttemperatur von 100 °C nur im südlichen Oberbayern, und zwar südlich von München und im Bereich des Chiemsees. Die Ressource für die geothermische Stromerzeugung beträgt $0,5 \cdot 10^{18}$ J. Dies entspricht einer installierbaren elektrischen Leistung von 500 MW, die in



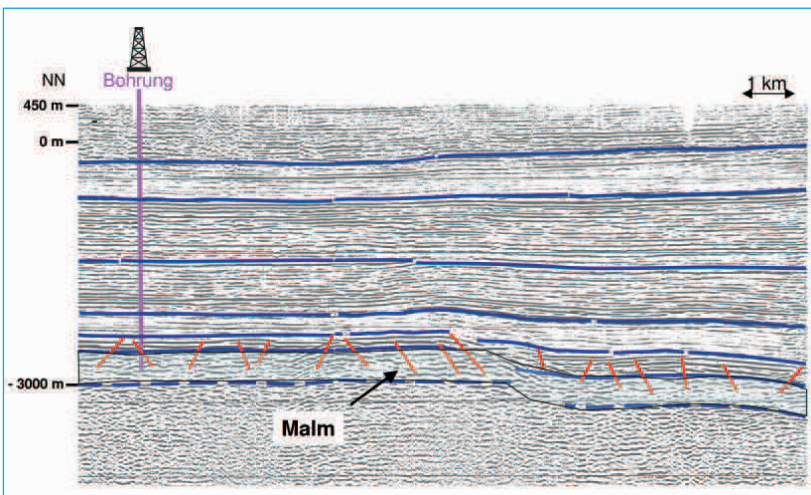
Exploration: Spezialfahrzeuge (Vibratoren) senden Wellen in den Untergrund,...

einer Vielzahl dezentraler Anlagen (3-6 MW) erzeugt werden können.

Westlich des Lechs sind Temperaturen über 100 °C in der Regel nur im Bereich der (hydraulisch dichten) helvetischen Fazies nachgewiesen. Deshalb kann dieser Bereich für eine Verstromung im regionalen Maßstab ausgeschlossen werden. Im ostbayerischen Teil des Molassebeckens werden im Malm Temperaturen von 100 °C nicht erreicht, obwohl sehr gute Reserven für die geothermische



...die von vielen kleinen Seismographen („Geophone“) empfangen werden...



...und mit Hilfe des Computers zu einem Bild des Untergrunds zusammengesetzt werden ■

Energiegewinnung vorhanden sind und auch genutzt werden, in der Anlage Simbach-Braunau in der Nebennutzung auch zur Stromerzeugung, allerdings bei 80 °C nur mit sehr geringem Wirkungsgrad.

Erst im südlichen Teil, d.h. in Oberösterreich, wird die Grenze von 100 °C überschritten und in der Anlage Altheim auch zur Stromerzeugung genutzt. ■

Geothermischer Strom aus Bayern – realisiert in Unterhaching

Die erste deutsche Anlage zur geothermischen Stromerzeugung steht in Neustadt-Glewe/Mecklenburg-Vorpommern; die erste Anlage im Molassebecken befindet sich in Altheim/Oberösterreich. Eine Bohrlochdublette erschließt dort ca. 105 °C heißes Wasser aus dem Malmkarst in 2.500 m Tiefe. Die installier-

te ORC-Anlage liefert ca. 700 KW. Gleichzeitig wird ein Großteil der Gebäude in Altheim mit Wärme versorgt. Das erste geothermische Kraftwerk auf deutscher Seite, das Heißwasser aus dem Malmkarst nutzt, ist in Unterhaching bei München errichtet worden. Beide Bohrungen in diesem Projekt waren erfolgreich: In über 3.350 m Tiefe wurde Malmwasser mit 122-133 °C und einer Fördermenge von über 100 l/s erschlossen. Die Anlage ging 2007 in Betrieb und 2008 zum ersten Mal ans Stromnetz.

Der Großraum München mit seinen 13 in Betrieb befindlichen geothermischen Heizzentralen und Kraftwerken wurde in der letzten Dekade zu einem beispielhaften Gebiet für die nachhaltige Nutzung des enormen geothermischen Potenzials im Niedrigenergie-Bereich („Lowenthalpy“ mit Thermalwassertemperaturen < 150 °C). Mit zunehmend tieferen Erschließungsbohrungen bis in 5 km Tiefe steigen die Anforderungen an die Projekte. Spezifische Anforderungen, beispielsweise weiterentwickelte Unterwassermotorpumpen, die große Schüttungsmengen bei hohen Temperaturen über 100 °C bewältigen müssen, erfordern große ingenieurtechnische Anstrengungen.

Insgesamt liefern sechzehn Anlagen im bayerischen Teil des Molassebeckens Wärme (rund 200 MW installierte thermische Leistung), vier davon auch Strom (20 MW installierte elektrische Leistung); sieben Anlagen sind in Bau, davon sind fünf für Strom- und Wärmeproduktion vorgesehen.

Einen jeweils aktuellen Überblick liefert das Internetportal www.geotis.de. Die geothermische Stromgewinnung kann auf den jahrelangen Erfahrungen mit Anlagen zur Direktwärmenutzung aufbauen. Da eine Mehrfach- oder Kaskadennutzung die Wirtschaftlichkeit der Erdwärmenutzung erhöht, werden die meisten Anlagen mit einer Kombination aus hydrothormaler Gebäudeheizung, Thermalbad, Gewäch-



Geothermische Bohrung
Unterhaching Gt 1 ■



Bohrkrone für Bohrungen bis in Tiefen
von 5 km ■



Fördertest in einer geothermischen
Bohrung ■

hausheizung oder Trinkwasserversorgung betrieben. So wird in Unterhaching das kommunale Fernwärmenetz geothermisch gespeist; die Stromproduktion ist der Wärmeabnahme nachgeordnet. Alle geothermischen Anlagen zur Direktwärmenutzung haben in jahrelangem, z. T. auch jahrzehntelangem Betrieb ihre Zuverlässigkeit nachgewiesen.

Bei jedem umweltrelevanten Eingriff in die Geosphäre stellt sich die Frage nach der Nachhaltigkeit der genutzten Technologie. Ein für den Großraum München erstelltes 3D-Rechenmodell des Thermalwasserleiters des Oberjura (Malm) liefert Prognosen für die Langzeit-Temperaturentwicklung und hydraulische Potenzialentwicklung des Reservoirs. Nach 50 Jahren Betrieb der Anlagen werden sich gemäß der Simulation signifikante Temperaturerniedrigungen der einzelnen Anlagen auf das nahe Umfeld der Reinjektionsbohrungen beschränken und die erzeugten hydraulischen Druckänderungen im Reservoir in benachbarten Anlagen meist unter 1 bar liegen. ■

Geothermie auch in Nordbayern? – die Vision

Sind auch außerhalb des Voralpenlandes geothermische Nutzungen möglich? Die in Nordbayern anzutreffenden Thermalwässer kommen für eine energetische Nutzung kaum in Betracht. Sie sind eher für balneologische Zwecke geeignet,

man denke an Bad Rodach. Bestimmt wird der Untergrund im Norden Bayerns durch das kristalline Grundgebirge, das meist direkt an der Erdoberfläche ansteht. Das gesamte mittel- und süddeutsche Kristallengebiet nimmt fast 40% der Fläche Deutschlands ein. In 3.000–4.000 m Tiefe herrschen Temperaturen von 100 °C. Damit besitzt das Gebiet das größte geothermische Strompotenzial in Deutschland, wie in einer Studie für den deutschen Bundestag 2003 festgestellt wurde: rund tausendmal mehr als das, was im Malm steckt.

Die geothermische Nutzung der Kristallgesteine ist Ziel des „Hot-Dry-Rock (HDR)-Verfahrens“ bzw. der „Enhanced Geothermal Systems (EGS)“. Mit hohem Wasserdruck werden künstliche Gesteinsrisse im Grundgebirge hergestellt oder vorhandener Rissflächen, wie Klüfte oder Störungen, aufgeweitet. Die Risse dienen als Wärmeaustauschflächen: In einer Bohrung wird kühles Oberflächenwasser verpresst, dieses erwärmt sich beim Durchlauf durch das Riss-System und wird als Heißwasser in einer zweiten Bohrung gefördert. Dass dies grundsätzlich möglich ist, hat man im europäischen HDR-Projekt Soultz-sous-Forêts im Elsass demonstriert. Hier gelang schon vor Jahren, in 3.000 m Tiefe ein ca. 3 km² großes Riss-System zu erzeugen und damit zwei Bohrungen über eine Entfernung von 500 m zu verbinden. Mittler-

weile wird dort das erste HDR-Kraftwerk weltweit betrieben. Diese Technik auf andere Standorte zu übertragen und die Erstellungskosten zu senken, ist einer der Aufgaben, die sich eine internationale Gruppe von Geowissenschaftler gestellt hat. In Australien wird erstmals eine HDR-Anlage unter wirtschaftlichen Rahmenbedingungen erstellt, auch Sachsen plant ein erstes Pilotprojekt; warum in Zukunft nicht auch in Nordbayern? ■

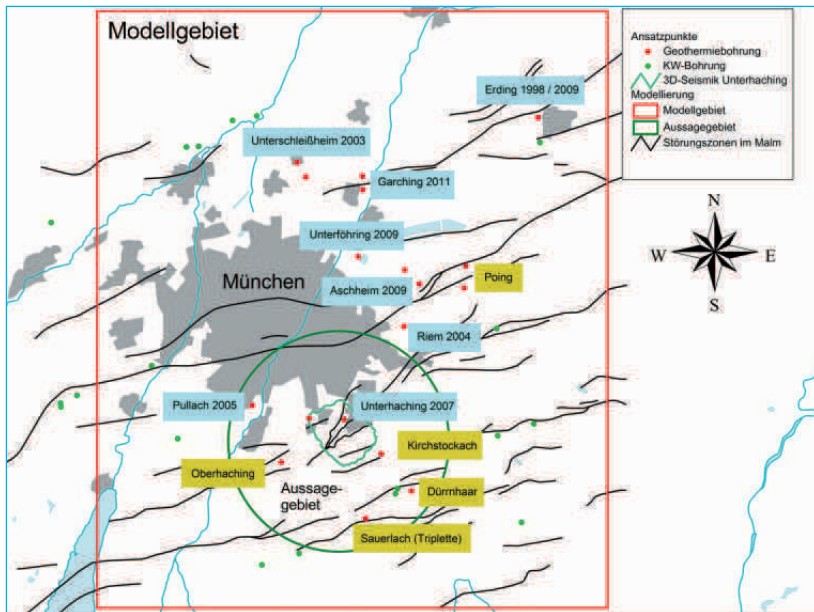
Literatur

Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie (Hrsg.) (2012): *Bayerischer Geothermieatlas*. – 92 S., Digitale Karten (CD-Rom); München.

Frisch, H., Schulz, R. & Werner, J. (1992): *Hydrogeothermische Energiebilanz und Grundwasserhaushalt des Malmkarstes im süddeutschen Molassebecken*. –

In: Schulz, R., Werner, R., Ruhland, J. & Bußmann, W. (Hrsg.): *Geothermische Energie, Forschung und Anwendung in Deutschland* : 99–118; Karlsruhe (C.F. Müller).

Lüschen E. & Thomas, R. (2012): *3D-Seismik für die geothermische Exploration in Unterhaching*. – Geothermie in Bayern: 14–19; München (mediamind).



Geothermische Heizwerke und Kraftwerke im Großraum München (gelb hinterlegt: von 2011 bis 2014 in Betrieb gegangene Anlagen) ■

Paschen, H., Oertel, D. & Grünwald, R. (2003): *Möglichkeiten der geothermischen Stromerzeugung in Deutschland*. - Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Arbeitsbericht 84: 129 S.; Berlin (TAB).

REN21 (2013): *Renewables 2013 Global Status Report*. - Paris (REN21 Sekretariat).

Schulz, R. & Thomas, R. (2012, Ed.) mit Beiträgen von Dussel, M.,

Lüschen, E. et al.: *Geothermische Charakterisierung von karstig-klüftigen Aquiferen im Großraum München* - Endbericht. - LIAG-Bericht, Archiv-Nr. 130392, 98 S; Hannover (LIAG), <http://www.liag-hannover.de/fsp/ge.html>.

Schulz, R., Thomas, R., Jung, R. & Schellschmidt, R. (2004): *Geoscientific prospect evaluation for the Unterhaching geothermal power plant*. - Z. Angew. Geol. 2/2004: 28-36; Hannover.

Internet:

www.geotis.de

Geothermisches Informationssystem für Deutschland.

Autoren:



Dr.
Rüdiger Schulz
Dir. und Prof.

Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG)

Stilleweg 2
30665 Hannover
Tel.: +49 (0) 511 643 3468
Fax: +49 (0) 511 643 3665

E-mail:
ruediger.schulz@liag-hannover.de



Dr.
Michael Dussel

Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik (LIAG)

Stilleweg 2
30665 Hannover
Tel.: +49 (0) 511 643 2845
Fax: +49 (0) 511 643 3665

E-mail:
Michael.Dussel@liag-hannover.de

PROTO
SOFT

Unsere Erfahrung ist Ihr Vorsprung!

	<p>Die ProtoSoft AG hat mehrjährige Erfahrung im Entwurf von komplexen Softwarearchitekturen, der effizienten Realisierung und der Sicherstellung des Produktivbetriebs. Durch den Einsatz moderner Technologien (CASE-Tools, J2EE) erzielen wir ein hohes Mass an Flexibilität der Software und reduzieren Ihre Kosten auf ein Minimum.</p> <p style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">Softwareentwicklung</p>		<p>Wichtige Voraussetzung für ein erfolgreiches Unternehmen ist ein IT-Umfeld, das die Geschäftsprozesse unterstützt, ohne Sie einzuschränken. Durch den Einsatz modernster Informationssysteme tragen wir zu einer Erhöhung der Schlagkraft Ihres Unternehmens maßgeblich bei.</p> <p style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">IT-Consulting</p>
	<p>Wir kennen aus eigener Erfahrung sowohl die Sorgen und Nöte Ihrer Entwickler als auch die Rahmenbedingungen, unter denen Sie als Projektleiter Entscheidungen treffen müssen. Nutzen Sie unser Know-how, damit Ihr Projekt termingerecht und im vorgesehenen Kostenrahmen zum Erfolg wird.</p> <p style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 2px; text-align: center; font-weight: bold; font-size: 1.1em;">Projektmanagement</p>	<p>Ansprechpartner: Jörg Glissmann</p> <hr/> <p>Ansprechpartner: Christian Heldwein</p> <hr/> <p>Ansprechpartner: Michael Hojnacki</p>	

www.protosoft.de



Geothermie in Kirchweidach – langer Atem zahlt sich aus

Die Projektidee, in Kirchweidach tiefe Geothermie zu nutzen, wurde bereits 2009 geboren. Nachdem die Gemeinde die offensichtlichen Vorteile für die Kommune erkannte, wurde umgehend eine 3D-Seismik-Kampagne durchgeführt, die vielversprechende Ergebnisse brachte.

2011 begannen dann die Bohrarbeiten. Diese konnten plangerecht und ohne ungewöhnliche Vorkommnisse zügig abgeschlossen werden. Leider stellte sich die zweite Bohrung zunächst als etwas förderschwächer heraus. Nach Durchführung eines zusätzlichen Sidetracks konnte jedoch eine durchweg akzeptable und wirtschaftlich tragfähige Fündigkeit erreicht werden. Die ursprünglich eingeplanten 150 l/s Fördermenge wurde mit dem Förderpotenzial von rund 130 l/s nur leicht verfehlt.

Schon früh verständigten sich alle Projektbeteiligten darauf, dass die Gemeinde Kirchweidach die Wärme möglichst kostengünstig zur Unterstützung der Errichtung eines kommunalen Fernwärmenetzes zur Verfügung gestellt werden soll. Heute befindet sich das Fernwärmenetz für die Ortschaft Kirchweidach im Bau, der voraussichtlich 2015 abgeschlossen sein wird. Der Anschlussgrad an das Fernwärmenetz wird bei rund 80% liegen, was die herausragende Akzeptanz des Projektes in der Gemeinde widerspiegelt. Hier bewährte sich eine eng mit den Kommunen abgestimmte Projektentwicklung und die diesbezügliche Strategie der Geoenergie Kirchweidach GmbH kam erfolgreich zum Tragen. Bereits im Herbst 2013 konnte ein erster Wärmeanschluss zum damals in Bau befindlichem Gewächshaus gelegt

werden, das seit Dezember 2013 mit der ersten Wärme aus den Geothermiebohrungen beliefert wird. Diese Anlage ist kein übliches Gewächshaus im herkömmlichen Sinn. Mit seiner Dimension von knapp 600m Länge und ca. 200m Breite ist es das zweitgrößte Gewächshaus Deutschlands. Neben der bereits realisierten ca. 12,0 ha Gewächshausfläche wurden zusätzlich weitere 9,5 ha baurechtlich genehmigt und einer möglichen Erweiterung der Anlage steht nichts im Wege. Heute arbeiten dort knapp 90 Mitarbeiter und produzieren täglich 20 Tonnen emissions- und pestizidfrei Tomaten und Paprika.

Von Kirchweidach aus wird nun erstmals, geothermisch und regional gezogenes Gemüse an bayerische Konsumenten geliefert. Der Selbstversorgungsgrad Bayerns mit heimischen Tomaten verdoppelte sich ausschließlich durch diese Produktion von 8 % auf 15%. Ein Erfolg für die Geothermie und für die Firma Gemüsebau Steiner GmbH & Co. KG, die Eigentümerin der Anlage und Hauptkunde der Gemeindewerke Kirchweidach bzw. der Geoenergie Kirchweidach GmbH ist.

Auch die Einbindung der Wärme aus einer benachbarten Biogasanlage macht das Geothermieprojekt zur Besonderheit. Das Thermalwasser wird in mehreren Temperaturstufen so energieeffizient wie irgend möglich genutzt. Das Thermalwasser, das nach der Stromproduktion und aus dem Rücklauf des Ortsnetzes Kirchweidach noch so hoch temperiert ist, dass eine weitere Nutzung der Energie möglich ist, wird ein zweites Mal zur Beheizung des Gewächshauses

genutzt. Diese Kaskadennutzung ermöglicht allen Parteien eine sehr kostengünstige und absolut umweltverträgliche Wärmeversorgung.

Die durch das Geothermieprojekt getätigten Investitionen können sich ebenfalls sehen lassen: Die Bohrungen zuzüglich des geplanten Kraftwerks liegen bei weit über 40 Mio. Euro, in das Gewächshaus flossen ca. 16 Mio. Euro und das Fernwärmenetz der Gemeinde wird voraussichtlich bei ca. 11 Mio. Euro liegen.

Bedingt durch den Erfolg des Geothermieprojekts kamen bereits mehrere ansiedlungswillige Gewerbebetriebe auf die Gemeinde zu, die aufgrund gesicherter und kostengünstiger Wärme großes Interesse daran haben, sich in Kirchweidach niederzulassen. Insgesamt kann festgehalten werden, dass trotz manchmal auch widriger Umstände in der Entwicklung eines Projekts dieser Größenordnung alle Zeiger „auf Erfolg“ stehen. Speziell in Kirchweidach konnte das enorme Potenzial der Geothermie für den ländlichen Raum aufgezeigt werden und zum Nutzen der heimischen Wirtschaft und Bevölkerung Großes beitragen. Wünschenswert wäre, dass die Politik weiterhin klare Anreize schafft, in diese Formen der nachhaltigen und generationenübergreifenden Infrastruktur zu investieren. ■

Autoren:

*Johannes Falk, Bernhard Gubo
(Geschäftsführer der Projektgesellschaft)
Geoenergie Kirchweidach GmbH
Blumenstraße 16
D-93055 Regensburg
Tel.-Nr.: +49 (0)9 41/591896-830
Fax-Nr.: +49 (0)9 41/591896-850
E-Mail:
bernhard.gubo@geoenergie-bayern.com*

Das Geothermieprojekt Unterhaching



Paradebeispiel eines hydrothermal kombinierten Heiz- und Kraftwerks

Geothermieprojekt Unterhaching

Die Geothermie Unterhaching ist ein in 2002 gegründetes, 100%tiges Unternehmen der Gemeinde Unterhaching und liefert seit 2007 zuverlässig CO₂-freie Fernwärme aus einer Tiefengeothermiequelle an mittlerweile mehr als 5.700 Haushalte im Gemeindegebiet. Nebenbei erzeugt die Geothermie Unterhaching Produktions-GmbH & Co. KG mit einer der modernsten und leistungsfähigsten Anlagen für die Tiefengeothermie in Europa Strom für ebenfalls mehrere tausend Haushalte, welcher in das öffentliche Netz eingespeist wird. Die innovative Anlage hat Pilotcharakter und wurde durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) und vom Bayerischen Staatsministerium gefördert. Seit Beginn des Projekts haben mehr als 10.000 Besucher aus 25 Nationen die innovative Anlage in Unterhaching besucht und das mehrfach ausgezeichnete Pilotprojekt zu einem Vorzeigekraftwerk auf internationalem Niveau gemacht. ■

Projekthistorie

Das Projekt blickt auf eine längere Entstehungsgeschichte zurück an deren Anfang die Entwicklung eines Energiekonzeptes für die Gemeinde Unterhaching stand. Im Rahmen dieser Konzeptplanung wurde kurz vor der Jahrtausendwende ein Wärmeatlas erstellt und beschlossen, bis 2015 mindestens die Hälfte des ört-

lichen Energiebedarfs durch effizientere Systeme abzudecken. Im Vergleich zu Erdgas, als begrenzt verfügbare fossile Ressource, mit hohen CO₂ Emissionen und steigenden Importabhängigkeiten, schien die Nutzung des im Untergrund von Unterhaching vorhandenen geothermalen Potenzials langfristig die bessere Energiequelle zu sein. Für die Gemeinde Unterhaching standen von Anfang an zwei wesentliche Ziele im Vordergrund. Die technische Qualität des Projektes und dessen Wirtschaftlichkeit. Die größten ökonomischen Vorteile versprach eine kombinierte Nutzung des geothermischen Potenzials zur Strom- und Wärmeversorgung. Auf der Grundlage einer Machbarkeitsstudie wurde schließlich im September 2001 der Beschluss im Gemeinderat gefasst, das Geothermieprojekt in Angriff zu nehmen. Der Abschluss einer Fündigkeitsversicherung wurde hierfür zu einer zentralen Bedingung gemacht. Zu diesem Zeitpunkt gab es jedoch auf dem freien Markt keine Angebote und so musste die geforderte Versicherung, welche das geologisch-ökonomische Risiko für die Gemeinde Unterhaching absichern sollte, erst neu entwickelt werden. Der notwendige Abschluss wäre beinahe gescheitert, denn der Genehmigungsbescheid für das Aufsuchungsfeld, enthielt eine Expertise des Bayerischen Geologischen Landesamts, die höhere

Temperaturen als 95° C und eine Schüttung von mehr als 50 l/s ausschloss. Dies war ein Ausschlusskriterium für die geforderte Fündigkeitsversicherung zur Absicherung von mehr als 100 l/s, die für die Wirtschaftlichkeit des Projektes notwendig waren. Mit Hilfe des Instituts für Geophysikalische Gemeinschaftsaufgaben in Hannover, dem heutigen LIAG und der Münchner Rück, konnte das Bayerische Staatsministerium nach monatelangen Verhandlungen zum Glück überzeugt und die erwartete Schüttung im November 2003 doch noch versichert werden.

Für die Bewältigung dieser und vieler weiterer Herausforderungen im Rahmen der Projektplanung, entschied sich die Kommune für die Zusammenarbeit mit einem externen Projektmanager (s. S. 22 *Rödl & Partner*). Im September 2012 erfolgte die Gründung der Projektgesellschaft Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG, auf die alle bis dahin von der Gemeinde abgeschlossenen Verträge übergeleitet wurden.

Zur technischen Unterstützung wurden von der Geothermie Unterhaching Geologen, Ingenieure, Gutachter und weitere Berater beauftragt, welche die Vorarbeiten für das umfangreiche Projekt leisteten und die Planungen für die Anlagen und Bohrungen erstellten. (s. Seiten von 25 bis 29).

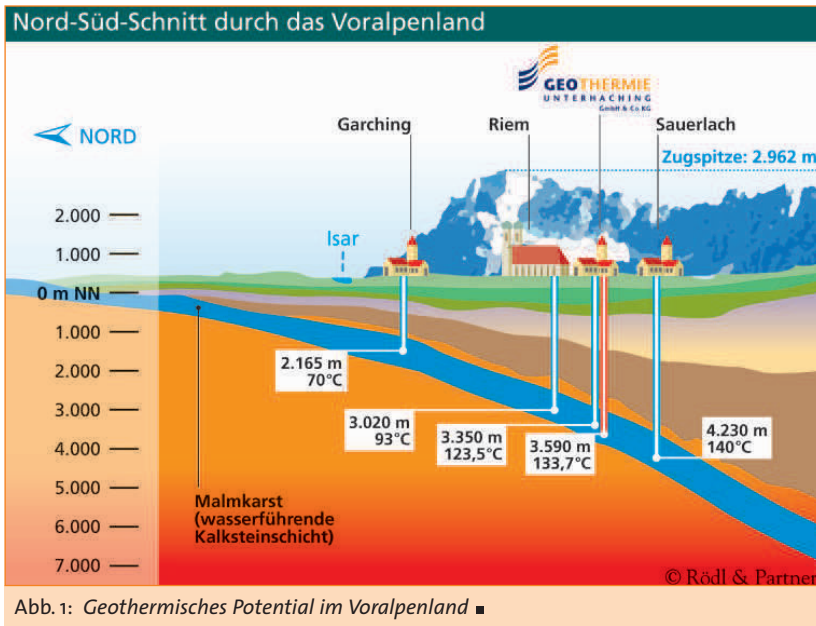


Abb. 1: Geothermisches Potential im Voralpenland ■

Das Geothermieprojekt in Unterhaching stieß von Anfang an auf großes Interesse in der Öffentlichkeit. Durch öffentliche Diskussionen und eine transparente Kommunikation wurde das Projekt der Bevölkerung näher gebracht. Der ehemalige Bürgermeister und Projektinitiator Dr. Erwin Knapek spielte dabei eine wichtige Rolle. Mit dem nötigen Fachwissen und als begeisterter Kommunikator trieb er das Geothermieprojekt in Zusammenarbeit mit verschiedenen lokalen Organisationen und Multiplikatoren voran. Die freiwillige Feuerwehr besuchte z.B. die Tiefenbohrung in Windischeschenbach, um mehr über die komplexe Bohrtechnologie zu erfahren. Die Lokale Agenda 21 programmierte für die Unterhachinger Bürger in Freiwilligenarbeit ein Programm zur Wirtschaftlichkeitsberechnung bei Hausanschlüssen an das geplante Fernwärmenetz der Geothermie. Diese Beispiele zeigen, dass das Projekt in Unterhaching aus einer lokalen Initiative entstanden ist, an welcher die Basis der Bevölkerung beteiligt wurde. ■

Geologie

In den 70er Jahren wurde in Südbayern nach Erdöl und Erdgas gebohrt und heißes Thermalwasser gefunden. Seither ist man sich über das thermische Potenzial im Bayri-

schen Voralpenland bewusst, welches im Süddeutschen Molassebecken verborgen liegt. Die Erdschichten des Oberjura (auch Malm genannt) wurden vor über 150 Millionen Jahren gebildet und weisen viele Klüfte und Karsthöhlen auf, was sie besonders durchlässig macht. Nördlich der Donau liegen diese Schichten an der Erdoberfläche und tauchen nach Süden unter die Alpen ab.

In Unterhaching liegt das Aquifer in über 3.000 m Tiefe und erreicht somit Temperaturen über 120° C. Diese Temperaturen stellen sicher, dass neben der Fernwärme- auch eine Stromerzeugung möglich ist.

In Unterhaching befinden sich die am besten geeigneten Schichten in einer Tiefe zwischen 3.000 m - 3600 m und bestehen hauptsächlich aus geklüfteten Kalkstein und Dolomit. Die Bohrungen liegen in Unterhaching ca. 3,5 km auseinander und laufen nach unten hin noch weiter auseinander. Bei der zweiten Bohrung wurde eine so genannte Störzone erschlossen, bei der die Schichten um ca. 240 m vertikal gegeneinander versetzt liegen. Dies ermöglicht einen längeren Verlauf der Bohrung innerhalb des Malms und bietet somit einen sehr guten hydraulischen Anschluss an das Aquifer. ■

Bohrungen

Aufgrund der längeren Wartezeit bis zum Abschluss der Fündigkeitsversicherung, erfolgte erst 2003 die europaweite Ausschreibung für die Erste Bohrung. Zur Bestimmung des Standortes der Förderbohrung (Gt1) wurden ein Reprocessing und eine Reinterpretation der aus den Jahren der Öl- und Gasexplorationen vorhandenen Seismik durchgeführt. Dies wurde durch das ZIP-Programm des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert. Als besonders geeignet wurde ein gemeindeeigenes Grundstück am Grünwalder Weg (direkt neben der A995) ausgemacht, auf dem später auch die Geothermieanlage zur Wärme- und Stromerzeugung errichtet werden sollte.

Am 6. Februar 2004 wurde die erste Bohrung offiziell im Beisein von Bundesumweltminister Jürgen Trittin gestartet. Mitte September konnten die ersten Leistungstests durchgeführt werden. Sowohl die vorgefundene Wassertemperatur von 123,5° C als auch die erreichbare Fördermenge von 150l/s übertrafen die ursprünglichen Erwartungen der 3.350 m tiefen Bohrung bei Weitem.

2002 hatte der Gemeinderat Unterhaching, wegen der damaligen Überkapazität am Bohrmarkt beschlossen, nur eine Bohrung zu bestellen. Die zweite Bohrung wurde erst nach erfolgreicher Fündigkeit der ersten Bohrung ausgeschrieben. Zwischenzeitlich gab es jedoch einen Kapazitätsengpass am Bohrmarkt, welcher durch die strengen Zertifizierungsvorgaben ausländischer Bohrtürme durch das Bergamt noch verstärkt wurde. 18 Monate musste Unterhaching auf den zweiten Bohrturm warten, bevor am 22. Juni 2006 mit der Reinjektionsbohrung (Gt2) begonnen werden konnte. Auch diese Bohrung übertraf alle Erwartungen hinsichtlich Temperatur und Schüttung. Die Temperatur in 3.580 m Tiefe liegt bei über 133° C und

weist somit ein noch höheres geothermisches Potenzial auf, als die Förderbohrung (Gt1). Kurzfristig wurde ein Wechsel der Fließrichtung in Betracht gezogen, wegen des finanziellen Mehraufwands wurde diese Idee jedoch wieder verworfen. ■

Wirtschaftlicher Parallelbetrieb

In Bezug auf das geplante Nutzungskonzept, stellte sich ein Wechsel der Prioritäten hingegen als eine durchaus sinnvolle Entscheidung heraus. Angesichts der damals enorm gestiegenen Preise für fossile Energieträger, wurde das ursprünglich auf die Stromerzeugung ausgerichtete Nutzungskonzept durch ein wärmegeführtes ersetzt. Die Versorgung der Gemeinde mit umweltfreundlicher Fernwärme steht seither im Vordergrund. Eine automatische Steuerung übernimmt in der Anlage die Aufteilung des Thermalwassers für die Fernwärme- bzw. Stromproduktion, wobei der Energiebedarf aus dem Fernwärmenetz den Takt vorgibt. Die geothermale Wärme wird über zwei parallel installierte Wärmetauschergruppen für die Wärmeversorgung und die Stromerzeugung ausgekoppelt. Anschließend fließt das auf ca. 60° C abgekühlte Thermalwasser über eine 3,5 km lange Trasse zur Reinjektionsbohrung und dort zum Er-

halt der Aquifere wieder in die Tiefe. Durch den Parallelbetrieb wird das zur Verfügung stehende Thermalwasser optimal und wirtschaftlich genutzt.

Unabhängig von Wind, Sonne oder sonstigen Einflüssen, stehen heute rund 100 MWth für die Produktion von umweltfreundlicher Fernwärme zur Verfügung. Neben 35 MWth, welche aus der Förderbohrung (Gt1) gewonnen wird, zusätzlich 20 MWth über den 2013 in Betrieb gegangenen Wärmeverbund mit der Erdwärme Grünwald (EWG). In einem auf Gegenseitigkeit basierenden Wärmesicherungsvertrag hatten die beiden Geothermie-Gemeinden Grünwald und Unterhaching bereits 2012 vereinbart, sich bei Bedarf und zu definierten Konditionen gegenseitig Fernwärme zu liefern. Durch den Verbund erhöhen beide Gemeinden Ihre Leistungsfähigkeit in der Wärmeversorgung und begrenzen bzw. vermeiden den Bedarf an fossiler Zuheizung in Redundanz- oder Spitzenlastzeiten (*weitere Informationen zum Wärmeverbund Grünwald und Unterhaching finden Sie ab S. 40*).

Um eine möglichst hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten, stehen in Unterhaching weitere 45 MWth über das Spitzenlast- und Redundanzheizwerk zu Verfügung. Dieses wird fossil, also mit Heizöl oder ggf. auch mit Erdgas beheizt und beherbergt außerdem die Wasserkonditionierung für das Heizwasser und die notwendige Druckhaltung im Fernwärmenetz. Die Umwälzpumpen für das Fernwärmenetz sind redundant ausgeführt, befinden sich also hier im Heizwerk wie auch im Geothermiekraftwerk am Grünwälder Weg. ■

Stabile Fernwärmeversorgung

Mit dem Geothermieprojekt und der damit verbundenen Fernwärmeversorgung entstand erstmalig ein großes Fernwärmenetz in Unterhaching. Dabei orientiert sich das Verlegen der Fernwärmeleitungen nach technischen und wirtschaftli-

chen Gegebenheiten sowie dem Kundeninteresse. Bei den Fernwärmeleitungen handelt es sich um isolierte Stahlrohre, so genannte KMR-Rohre, mit einem Durchmesser von DN 20 bis DN 450 sowie einem Leckagewarnsystem. Im Rahmen des 1. Bauabschnitts im Jahr 2006 wurden allein 12 Kilometer Fernwärmeleitungen mit einer Anschlussleistung von 22 MW verlegt. Das Fernwärmenetz der Gemeinde wurde seitdem kontinuierlich ausgebaut. Heute sind bereits rund 41,5 km Fernwärmeleitung mit einer Gesamtanschlussleistung von knapp 57 MW verlegt. Dies entspricht einer Versorgung von ca. 5.700 Haushalten und einem Marktanteil von 45%. Dieser Ausbaustand liegt deutlich über allen Prognosen der Vergangenheit zur Ausbaugeschwindigkeit des Fernwärmenetzes in Unterhaching und zeigt die Beliebtheit der gemeindeeigenen Fernwärmeversorgung bei Bürgern und Unternehmen. Zu den ersten größeren Objekten, die an das Fernwärmenetz angeschlossen wurden, gehörten neben einer Reihe von großen Wohnanlagen auch viele öffentliche Liegenschaften wie z.B. Schulen, der Sportpark, das KUBIZ oder auch das örtliche Freibad. Die Geothermie Unterhaching ist heute ein wichtiger Standortfaktor für die Gemeinde geworden und ermöglicht ortsansässigen Firmen, zukunftsorientiert zu handeln und mit dem Bezug von geothermaler Fernwärme einen signifikanten Schritt in Richtung Nachhaltigkeit zu unternehmen. Jährlich können durch das Geothermieprojekt bereits mehr als 30.000 Tonnen CO₂ eingespart werden. Auch bei den Unterhachinger Privathaushalten ist die umweltfreundliche Fernwärme sehr beliebt. Dies wird deutlich durch den Anteil von 75% am Gesamtkundenstamm, den der private und gewerbliche Wohnungsmarkt heute ausmacht. Dem Auftrag, als kommunales Versorgungsunternehmen für möglichst viele Bürger nachzukommen, wird die Geothermie Unterhaching damit umfassend gerecht. ■

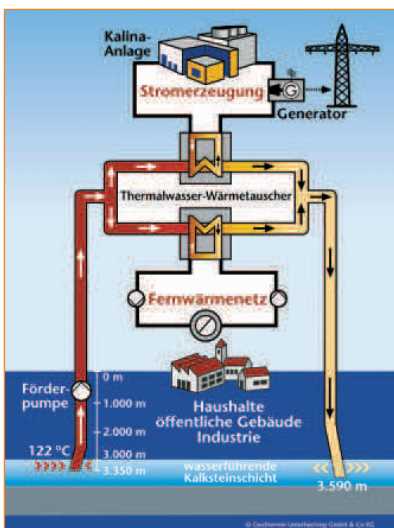


Abb. 2: Projektschema der Geothermie Unterhaching ■

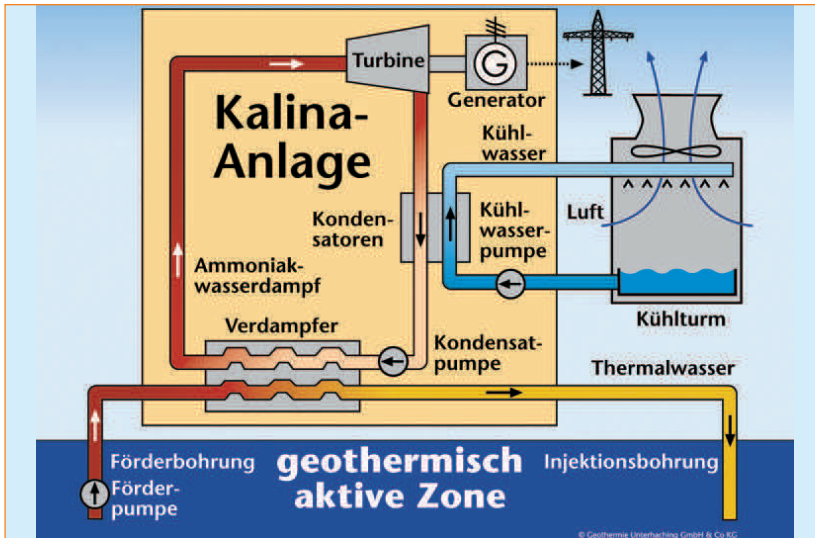


Abb. 3: Prinzip des Kalina-Prozesses ■

Stromerzeugung mit dem Kalina-Prozess

Für die Stromerzeugung im Nieder-temperaturbereich stand zu Projektbeginn, neben dem bereits häufig eingesetzten Organic-Rankine-Verfahren (ORC), welches mit einem einzigen Arbeitsmittel arbeitet, auch das Kalina-Verfahren zur Auswahl. Um die Voraussetzungen des BMU für die Förderung als Demonstrationsvorhaben zu erfüllen, entschieden sich die Projektverantwortlichen in Unterhaching für die Kalina-Technologie. Bei diesem Prozess wird eine Mischung aus Wasser und Ammoniak verwendet. Im Gegensatz zu reinen Arbeitsmedien, wie z. B. Wasser oder Pentan, siedet und kondensiert dieses Gemisch bei konstantem Druck über einen weiten Temperaturbereich. Dies ermöglicht eine besonders effiziente Wärmeübertragung von der Wärmequelle in das Kraftwerkssystem und somit einen hohen Wärmenutzungsgrad. Die Leistung des Kraftwerkes (3,36MW) kann je nach jahreszeitlichen Temperaturschwankungen und Abnahmemenge aus der Fernwärme flexibel angepasst werden. Der erzeugte Strom wird gegen Vergütung in das öffentliche Netz eingespeist. Das gesamte Kraftwerk wurde von der Firma Siemens AG (I&S) schlüsselfertig errichtet und individuell auf die Bedürfnisse vor Ort zugeschnitten. ■

Innovationen für die Branche

Das Geothermieprojekt in Unterhaching gilt heute als Paradebeispiel eines hydrothermal kombinierten Heiz- und Kraftwerks und genießt internationalen Vorzeigecharakter. Zu Projektbeginn wurden in Unterhaching viele Musterlösungen für die Branche erarbeitet. Neben der privatwirtschaftlichen Fündigkeitsversicherung und komplexen Bohrverträgen waren dies auch die Entwicklung einer Tarifgestaltung für die Fernwärme aus Tiefengeothermie. Seit Jahren werden in Unterhaching wichtige Betriebserfahrungen gesammelt, die der noch jungen Branche helfen sich weiterzuentwickeln. Neben dem Einsatz der innovativen Kalina-Technologie werden vor allem in Unterhaching auch wesentliche Erfahrungen im Bereich der Pumpentechnologie gewonnen. Die eingesetzten Förderpumpen kommen ursprünglich aus der Erdölindustrie und mussten für den Gebrauch in der Tiefengeothermie erst umgerüstet werden. Um mit den hohen Volumenströmen von heißem Thermalwasser zu recht zu kommen, mussten die Pumpen technisch weiterentwickelt werden. Derzeit ist in Unterhaching die größte, weltweit je für den Einsatz in heißem Thermalwasser gebaute Tiefpumpe im Einsatz. Es handelt sich um einen 22m langen Wechselstrommotor mit einem aufgesetzten Öldichtungspaket, das die enorm ho-

hen Druckunterschiede zwischen der Erdoberfläche und dem Einsatzort in ca. 870 m Tiefe ausgleichen muss. In Verbindung mit dem eigentlichen Pumpenkörper und weiteren Zubehörteilen misst das Gesamttaggregat 34m. Um die Lebensdauer der Pumpe zu schonen wird von einem max. möglichen Vordruck von 100 bar max. 70 % in Anspruch genommen. Zur Absicherung einer hohen Verfügbarkeit der Thermalwasserproduktion, wird am Standort der Förderbohrung eine zweite Pumpengarnitur in einem extra hierfür angelegten 40 m tiefen Bohrschacht vorgehalten. Neben den laufenden Forschungsprojekten im Bereich Maschinen- und Pumpentechnik arbeitet die Geothermie Unterhaching regelmäßig mit Instituten und Forschungseinrichtungen zu unterschiedlichsten Themen zusammen und stellt hierfür ihre Betriebsdaten zur Verfügung. Erfahrungen die in Unterhaching gewonnen wurden, wirken stimulierend auf die gesamte Branche. Dies wird auch deutlich durch die hohe Anzahl von neuen Projekten im Münchner Süden. Immer häufiger wird trotz hoher Investitionskosten und Fündigkeitsrisiken auf die klimafreundliche und heimische Energiequelle gesetzt. Aber auch international ist das Interesse an Tiefengeothermie in den letzten Jahren gestiegen. Regelmäßig kommen Besuchergruppen aus aller Welt, um sich in Unterhaching über das innovative, kommunale Geothermieprojekt zu informieren. Die erfolgreiche Projektumsetzung in Unterhaching trägt somit entscheidend zur Akzeptanz der Geothermie als alternative Energiequelle bei. ■

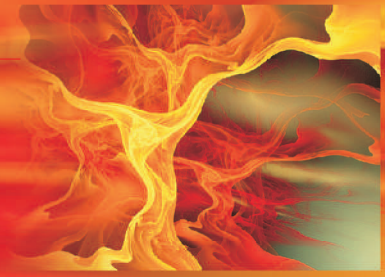
Kontakt:



Wolfgang Geisinger
Geschäftsführer

Geothermie Unterhaching
Produktions-GmbH & Co. KG
Bahnhofsweg 8, 82008 Unterhaching
Tel: 089 6659 826 0, Fax: 089 6659 826 22
Email: info@geothermie-unterhaching.de
Web: www.geothermie-unterhaching.de

Innovative Wärmelieferung aus Tiefengeothermie



Die nach menschlichem Ermessen unerschöpflich zur Verfügung stehende Wärmeenergie der Erde kann einen wichtigen Faktor im Energiemix darstellen, da sie rund um die Uhr zur Verfügung steht und somit grundlastfähig und steuerbar ist. Zusätzlich zu einer brennstofffreien Warmegewinnung ist in besonders geeigneten Regionen auch die Gewinnung von elektrischer Energie möglich.

Die erfolgreiche Niederbringung der ersten Bohrung in Unterhaching, die eigens auf die Stromerzeugung aus Wärmeenergie ausgelegt war, gab bereits im Jahr 2004 den Startschuss für eine beeindruckende Entwicklung der Branche. Bis 2014 gibt es im Süddeutschen Molassebecken 26 laufende Projekte im Bereich Tiefengeothermie, in Summe wurden 45 weitere Bohrungen realisiert. Im Sommer 2014 existierten im Molassebecken zusätzlich 33 entsprechende bergrechtliche Erlaubnisfelder zur Aufsuchung von Erdwärme.

Während die Stromproduktion unabhängig von der Existenz von direkten Kunden jederzeit möglich ist, muss für den Wärmeabsatz zunächst nach entsprechenden Kunden gesucht werden. Üblicherweise werden dabei umliegende Gebäude über ein Fernwärmenetz direkt mit Wärme und ggf. auch Kälte versorgt. Sofern es die örtlichen Gegebenheiten zulassen, ist aber auch die Ansiedlung von wärmeintensiven Industriekunden möglich, um diese mit dem Angebot von wettbewerbsfähiger Wärmelie-



Abb. 1: Gewächshausanlage Kirchweidach, am rechten Rand der Bohrplatz ■

ferung an den Standort zu binden. Gerade in strukturschwachen Gebieten entstehen somit zusätzliche Arbeitsplätze und Gewerbesteuer-einnahmen für die Gemeinden. Im hier dargestellten Beispiel Kirchweidach konnte über die Ansiedlung und Versorgung eines 11,5 ha großen Gewächshauses für die Produktion von Tomaten und Paprika der Bau eines gemeindeweiten Fernwärmenetzes realisiert werden. Weiterhin sind über 100 Vollzeit Arbeitsplätze entstanden und eine CO₂-Einsparung in Höhe von 21,5 Mio. kg pro Jahr.

Bei dem Projekt hat die Gemeinde nicht selber die Bohrungen erstellt, sondern ein privater Projektentwickler, die GEOenergie Kirchweidach GmbH. Um die Schnittstellen möglichst klar zu halten, wurde vereinbart, dass in der Phase vor Kraftwerksbau die gemeindliche Wärmegesellschaft die Wärmelieferung inkl. Thermalwasser-

kreislauf über die Tiefpumpe in eigener Verantwortung übernimmt. Die Gesamtanlage der KiwE ging im Dezember 2013 in Betrieb, damit begann auch die Versorgung des Gemüsebaubetriebs.

Mit der Errichtung des gemeindlichen Fernwärmenetzes wurde im Jahr 2014 begonnen. Im Endausbau soll es eine Anschlussleistung von bis zu 5.100 kW mit einer Wärmeabnahme von bis zu 13 GWh pro Jahr haben und nachhaltig Fernwärme für bis zu 300 Kundenanlagen bereitstellen. Das technische Konzept ist in *Abb. 2* schematisch dargestellt.

Die gewollte Wärmeauskopplung vor der Stromerzeugungsanlage sollte dementsprechend kein Nachteil für den entsprechenden Betreiber darstellen. Jedoch ist die Leistung der Stromerzeugungsanlage direkt abhängig von der Auskopplungsrate. Um die Wirtschaftlichkeit des Projektes für alle Akteure zu gewährleisten, hat Rödl & Part-

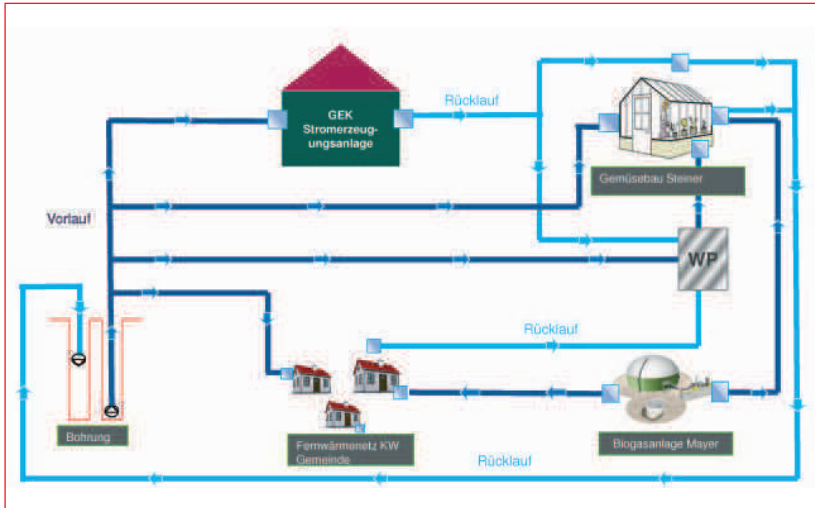


Abb. 2: Schematische Darstellung des Netzaufbaus in Kirchweidach ■

ner einen in vielen Bereichen innovativen Wärmeliefervertrag entwickelt. Insbesondere die Preisberechnung im Parallelbetrieb von Wärme und Strom sollen im Weiteren vorgestellt werden.

Die Leistung einer Stromerzeugungsanlage aus der Tiefengeothermie ist von mehreren Faktoren abhängig. Diese gliedern sich in externe und interne Faktoren. Die externen Faktoren sind durch die Umweltbedingungen am Standort vorgegeben und lassen sich nicht beeinflussen. Zu ihnen zählen beispielsweise die spezifische Wärmekapazität und die Temperatur des Thermalwassers sowie die Außentemperatur im Kühlturm. Diese Parameter beeinflussen maßgeblich den Wirkungsgrad der Umwandlung von Wärmeenergie in mechanische Energie. Der höchstmögliche Wirkungsgrad ist durch den Carnot-Wirkungsgrad definiert.

$$\eta_{Carnot} = 1 - \frac{T_{Kühlturm}}{T_{Thermalwasser}}$$

Anhand der Formel wird ersichtlich, dass beispielweise bei einer höheren Temperatur des Thermalwassers oder einer niedrigeren Außentemperatur des Kühlturms

der Wirkungsgrad des Systems ansteigt. Zu den internen Faktoren zählt beispielsweise der Volumenstrom des Thermalwassers, dessen Wärme in der Stromerzeugungsanlage in Strom umgewandelt wer-

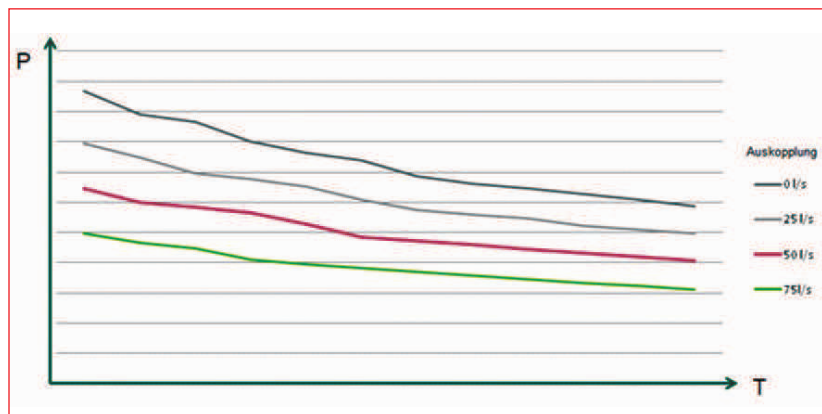


Abb. 3: Abhängigkeit der Leistung von der Außentemperatur und Volumenstrom ■

den soll. Er ist einerseits abhängig von der Förderleistung der Tiefpumpe und andererseits von der Auskopplung des Thermalwassers zur Bereitstellung von Fernwärme. Der maximale Volumenstrom des Thermalwassers kann wie folgt abgebildet werden.

$$Q_{Geothermie} = c^1 \cdot \dot{m}^2 \cdot (1 - x_{Auskopplung}) \cdot \Delta T^3$$

Durch eine höhere Auskopplung des Volumenstroms zur Fernwärme, reduziert sich die mögliche

übertragbare Energiemenge des Thermalwassers und somit die erzeugbare Leistung der Stromerzeugungsanlage. Die Abhängigkeit der Leistung der Stromerzeugungsanlage von der Außentemperatur sowie der Auskopplung ist in Abb. 3 schematisch dargestellt.

Um den Betreiber der Stromerzeugungsanlage bei einer Auskopplung nicht schlechter zu stellen, muss der Preis die Auskopplung des Thermalwassers vor der Stromerzeugungsanlage sowie die Außentemperatur berücksichtigen. Der eigentliche Preis wird also erst nach Vorlage des Kennlinienfeldes an Hand von Messungen festgelegt. Im Wärmeliefervertrag kann allerdings bereits die entsprechende Berechnungsmethodik verbindlich vereinbart werden. Vorab wird die von der Außentemperatur und vom Volumenstrom abhän-

gige Kennlinie in Anlehnung an die DIN 1943 ermittelt. Dazu wird aus entsprechenden Messdaten mit Hilfe einer linearen Regression die Funktion der Leistung der Stromerzeugungsanlage in Abhängigkeit von entzogener Wassermenge und Außentemperatur ermittelt. Der Preis für das geförderte Thermalwasser ist wie folgt bestimmt:

$$P_{Thermalwasser} = \frac{P_0^4(T_{Kühlturm}) - P_1(T_{Kühlturm}, x_{Auskopplung})}{ThW^5 \cdot P_{EEG}^6}$$

Die elektrische Leistung der Stromerzeugungsanlage sinkt bei steigender Außentemperatur oder abnehmendem Volumenstrom und

¹ c [J/(kg·K)]: Spezifische Wärmekapazität
² \dot{m} [kg]: geförderter Volumenstrom des Thermalwassers
³ ΔT [°C]: Temperaturdifferenz des Thermalwassers zwischen Injektion und Reinjektion
⁴ $P_{0,1}$ [kW]: Elektrische Leistung der Stromerzeugungsanlage ohne und mit Auskopplung
⁵ ThW [l]: Thermalwassermenge

somit auch der Preis für das Thermalwasser. Der Zähler bildet den Leistungsverlust der Stromproduktion ab. Das bedeutet,

$$P_1(T_{\text{Kühlturm}}, x_{\text{Auskopplung}})$$

definiert die Leistung der Stromerzeugungsanlage bei einer gegebenen Außentemperatur mit einem definierten Volumenstrom zur Bereitstellung von Fernwärme. Dieser Leistungsverlust wird zu Opportunitätskosten berechnet in Form der vorliegenden tatsächlichen EEG-Vergütung.

Das heißt, dass dem Betreiber der Stromerzeugungsanlage der entgangene Verlust, durch die Auskopplung von Thermalwasser, zu Opportunitätskosten in Form eines geringeren Preises vergütet wird.

Mit einem innovativen Wärmeliefervertrag schafft es Rödl & Partner, eine variable Wärmeauskopplung vor der Stromerzeugungsanlage ohne Benachteiligung des Betreibers und zu günstigen Konditionen für den Fernwärmenetzbetreiber zu ermöglichen. Weiterhin berücksichtigt der Vertrag die Außentemperatur, die einen signifikanten Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hat. Dieser Wärmeliefervertrag bildet die Grundlage für weitere Investitionen in die Geothermie mit Fernwärmeauskopplung und gibt den Betreibern von Stromerzeugungsanlagen die benötigte Sicherheit. Mithilfe des innovativen Ansatzes wird es in der Zukunft möglich sein, die Nutzung von Wärme aus der Tiefengeothermie für alle beteiligten Akteure wirtschaftlich zu gestalten.

Als einzige große deutsche Prüfungs- und Beratungsgesellschaft in Deutschland beschäftigen wir uns bereits seit mehr als 12 Jahren mit Fragen der Entwicklung, Umsetzung und Finanzierung von Tiefengeothermieprojekten. Wir haben als Pionier maßgebliche

Meilensteine für die gesamte Branche in den Bereichen Projekt- und Risikomanagement, Optimierung der Wirtschaftlichkeit und innovativem Vertragsmanagement gesetzt.

Unser interdisziplinäres Team aus spezialisierten Betriebswirten, Rechtsanwälten, Steuerberatern und Wirtschaftsprüfern übernimmt unter anderem folgende Aufgaben in Bezug auf Tiefengeothermieprojekte:

- Businessplanung
- Finanzierungsberatung / Financial Modeling
- Projektbewertung / Due Diligence-Prüfungen
- Risiko- und Vertragsmanagement
- Unterstützung bei Eigenkapital- und Fremdkapitalbeschaffung
- Fördermittelberatung und -beschaffung
- Abschätzung und Einbringung von Risikobudgets und Versicherungskosten
- Darstellung möglicher Renditen und Gestehungskosten/ Sensitivitätsanalysen
- Kalkulation von Wärmepreisen / Entwicklung von Preisgleitklauseln gemäß AVBFernwärmeV
- Beratung zu Bohrverträgen z. B. bei der Auswahl der optimalen Vertragsform und Abstimmung mit einem passenden Versicherungskonzept
- Ausschreibungsmanagement z. B. Erstellung von rechtssicheren Ausschreibungs- und Vergütungsunterlagen

- Optimale Rechts- und Organisationsformen sowie Projektstrukturen
- Gesellschaftsrechtliche Beratung
- Energiewirtschaftliche Verträge
- Baurechtliche Beratung
- Beratung in Fragen des Genehmigungswesens
- Steuergestaltung / steuerlicher Querverbund
- Projektcontrolling

www.roedl.de/erneuerbare-energien
www.geothermieprojekte.de

Autoren:



Anton Berger
Partner

Rödl & Partner GbR
 Äußere Sulzbacher Str. 100
 90491 Nürnberg
 Tel.: +49-911-91 93-3601
 anton.berger@roedl.de



Benjamin Richter
Associate Partner

Rödl & Partner GbR
 Denninger Str. 84
 81925 München
 Tel.: +49-89-92 87 80-350
 benjamin.richter@roedl.de

⁶ $P_{EEG} \left[\frac{\text{€}}{\text{MWh}} \right]$: EEG-Einspeisevergütung für Strom aus der Tiefengeothermie

Schmidt-Bretten 
An **API Heat Transfer** Company

Plattenwärmeübertrager in der Geothermie

Plattenwärmeübertrager werden im Bereich der Geothermie sowohl für die Auskopp- lung der Wärme in Fernwär- menetze als auch als Ver- dampfer bei der Stromgewin- nung eingesetzt.



Je nach Thermalwasserkonsis- tenz müssen die Werkstoffe der Wärmeübertragerplatten und der Dichtungen ausge- wählt werden. Bei niedriger Salzfracht können normale Edelstähle zum Einsatz kommen ansonsten müssen höherwertigere Werkstoffe wie 1.4539 oder auch Titan ver- wendet werden.

Nachdem Gase und öltartige Substanzen im Thermalwasser enthalten sein können, sollte man bei der Auswahl des Dichtungswerkstoffes beson- dere Sorgfalt walten lassen. Unter Umständen sollten ab- weichend vom Standardwerk- stoff EPDM Fluorelastomere eingesetzt werden, um die Beständigkeit der Dichtungen

über einen längeren Zeitraum sicherstellen zu können.

Die gelösten Gase und der hohe Kalkgehalt des Ther- malwassers führen dazu, dass sowohl der Betriebsdruck als auch der Druckabfall über den Plattenwärmeübertrager überwacht werden sollten. Fällt der Druck plötzlich ab, würden die gelösten Gase so- fort ausgasen und sich ein Gaspolster im Apparat bil- den, was den weiteren Be- trieb beeinträchtigen könnte. Je nach Bauart des Wärme- übertragers sollte dann eine Entgasungsmöglichkeit vor- gesehen werden. Aber auch das allmähliche Verkalken der Thermalwasserseite sollte mit einer Druckverlustüberwachung kontrolliert werden, um die Thermalwasserspalte frühzei- tig zu spülen, bevor es zu Blockaden kommen kann.

Daher ist es sinnvoll, ge- eignete Spülanschlüsse am Plattenwärmeübertrager vor- zusehen.

Sollten diese Empfehlungen schon bei der Planung und Umsetzung der Anlage vor- gesehen werden, steht einem sicheren und effizienten Betrieb eines Plattenwärme- übertragers nichts im Weg, und es können die wesentlichen Vor- teile dieser Bauart von Wärme- übertragern wie z.B. Kompakt- heit, Reinigbarkeit und ther- mischer Wirkungsgrad voll aus- genutzt werden. ■

Kontakt:

*API Schmidt-Bretten
GmbH & Co. KG*

*Langenmorgen 4
75015 Bretten
Tel. +49 7252 53-0
Fax +49 7252 53-200
info@apiheattransfer.de
www.apiheattransfer.de*



ARNDT seit über 90 Jahren Ihr Partner für hochwertige Sicherheitsdienstleistungen.

Unser Leistungsportfolio ist breit gefächert und wird indivi- duell auf Ihre Bedürfnisse ab- gestimmt. Auf unsere klassi- schen Sicherheits- und Schutz- leistungen können Sie jeder- zeit vertrauen, genauso wie auf unsere Lösungen rund um Ihre Immobilie.



Neben den vielfältigen Dienst- leistungen von A wie Alarm- anlagen bis Z wie Zugangssi- cherung, die Sie bei ARNDT in Anspruch nehmen können, steht bei uns die intensive, per- sönliche Sicherheitsanalyse und Beratung im Vordergrund. Sie bildet die Grundlage für eine auf Ihr Unternehmen zuge- schnittene und entwicklungs- fähige Sicherheitskonzeption und natürlich auch für unsere vertrauensvolle Partnerschaft und getreu unserem Selbst- verständnis für eine optimale Leistung im Dienste des Kun- den und das rund um die Uhr, an 7 Tagen in der Woche. Unsere Notruf- und Service-Leit- stelle ist dabei unser Herzstück. ■

*ARNDT – Sicherheit und Service
GmbH & Co. KG*

*Ihr Ansprechpartner im Vertrieb
Thomas Speil, Tel: 089 4370 77 30*

*Carl-von-Linde Straße 42
85716 Unterschleißheim
E-Mail: thomas.speil@arndt-gruppe.de
www.arndt-gruppe.de*

auma®

Solutions for a world in motion

Elektrische Stellantriebe spielen bei der Automatisierung prozesstechnischer Anlagen eine wichtige Rolle. Mit ihnen werden die installierten Armaturen fernbetätigt. Zur Steuerung und Regelung der Wasser- und Dampfströme in den Rohrleitungen geothermischer Kraftwerke sind sie unverzichtbar.

AUMA entwickelt und produziert seit 50 Jahren elektrische Stellantriebe für Armaturen jeder Bauform und



Baugröße. Alle Antriebe werden auf Bestellung hergestellt und sind für die speziellen Anforderungen jedes Einsatzfalls angepasst. Über das dichte globale Vertriebsnetzwerk stellt AUMA den Anwendern im Vorfeld detaillierte Beratung und danach umfangreichen Service zur Verfügung. ■

AUMA Riester GmbH & Co. KG
 Büro Bayern

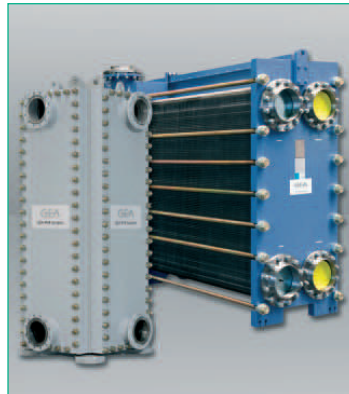
Robert Hofmann
 Nüchternbrunnweg 5
 83627 Warngau
 Robert.Hofmann@auma.com
 www.auma.com

GEA

GEA Ecoflex

Effizienzsteigerung mit Plattenwärmetauschern

Der Einsatz von Ecoflex Plattenwärmetauschern steigert die Effizienz von Geothermieanlagen entscheidend. Im Vergleich zu anderen Wärmetauschern können sehr enge Temperaturprofile realisiert werden; Grundvoraussetzung für höhere Anlagenwirkungsgrade.



Neben den bei Geothermie Unterhaching erfolgreich installierten gedichteten Apparaten zur Fernwärmeauskopplung bietet Ecoflex ein umfangreiches Produktportfolio mit unterschiedlichsten Bauarten und Materialien für den maßgeschneiderten Einsatz in geothermischen Anlagen sowie in anderen Anwendungsbereichen. ■

GEA Ecoflex GmbH
 Application Management
 Industry

Rebecca Friedrich
 Karl-Schiller-Str. 1-3
 31157 Sarstedt
 Tel.: +49 5066 601-447
 Email: rebecca.friedrich@gea.com

igmPLAN

Planung und Beratung in der Energie- und Umwelttechnik

Die IGMPLAN mit Ihren Partnern ist ein Team mit langjähriger Planungserfahrung und hoher Fachkompetenz. Im Bereich Geothermieanlagen zur Wärmeversorgung und Stromerzeugung zählen zu unseren Tätigkeitsgebieten Standortanalysen und Genehmigungsverfahren.



ren, die Planung und Umsetzung von Obertageanlagen und Thermalwassertrassen sowie Reserveheizwerke und BHKW-Anlagen. Die Geothermie Unterhaching, die Geothermie Grünwald sowie der Wärmeverbund zählen zu unseren aktuellen Projekten.

Für die Geothermie Unterhaching und Kirchweidach betreuen wir maßgeblich die Planung von Fernwärmenetzen. ■

IGMPLAN GmbH
 Planungsgesellschaft für
 Energie- und Umwelttechnik
 Ein Unternehmen in der

INGENIEURGRUPPE 

Herr Jens Kötting
 Tel +49 / (0)89 / 724 68 61-0
 Fax +49 / (0)89 / 724 68 61-29
 Email: info@igmplan.de
 www.igmplan.de



Kompetenz und Erfahrung

Die Josef Weiß Elektrotechnik GmbH trägt seit 2004 dazu bei, dass die Geothermieanlagen Unterhaching und Grünwald eine Erfolgsgeschichte werden. In Partnerschaft mit Baker Hughes gewährleisten wir eine leistungsfähige und sichere Funktion von Geothermieförderanlagen. Als Familienunternehmen mit über 40 Mitarbeitern bieten wir technische Lösungen, planmäßig nach DIN ISO 9001, bei Erstellung, Betrieb und Wartung der Anlagen. Schaltanlagen für Energie und Steuerung werden in der eigenen Werkstatt hergestellt. Der Einsatz von Mittelspannungsfrequenzrichtern optimiert den Wirkungsgrad der Anlagen, Prozessleitsysteme und die Verfahrenstechnik steuern die Anlagen und Prozesse automatisch. Wir verstehen uns als Vertragspartner für eine umweltfreundliche und zukunftsweisende Energieversorgung in Bayern und dem ganzen deutschsprachigen Raum. Dafür setzen wir unsere Kompetenz und Erfahrung ein. ■



Josef Weiß Elektrotechnik
GmbH & Co KG
Ringstraße 10
94551 Hunding
Telefon: 09904 - 81 10 68 - 0
E-Mail: info@et-weiss.de
www.et-weiss.de



Ein starkes Team für Sie!

Seit über 110 Jahren sind die Lechwerke als regionaler Energieversorger in Bayern und Teilen Baden-Württembergs aktiv. Wir verbinden Tradition und Zukunft. Mit innovativen Projekten und Angeboten treiben wir den Umbau der Energieversorgung voran. Für unsere Kunden sind wir ein zuverlässiger und kompetenter Partner in Sachen Strom und Gas. Der Großkundenvertrieb der Lechwerke wurde 2014 in der



Exzellenzgruppe mit dem Siegel "Deutschlands kundenorientierteste Dienstleister" ausgezeichnet. Kraftwerksbetreibern und Großkunden bieten wir ein breites Spektrum an Leistungen:

- Individuelle Beschaffungsmodelle für Strom und Gas
- Direktvermarktung
- Regelleistungsvermarktung
- Grünstromhandel
- Energie- und Netzdienstleistungen ■

Lechwerke AG
Andreas Remmele
Schaezlerstraße 3
86150 Augsburg
Tel.: 0821/328 1554
Mobil: 0172/8939707
E-Mail: andreas.remmele@lew.de



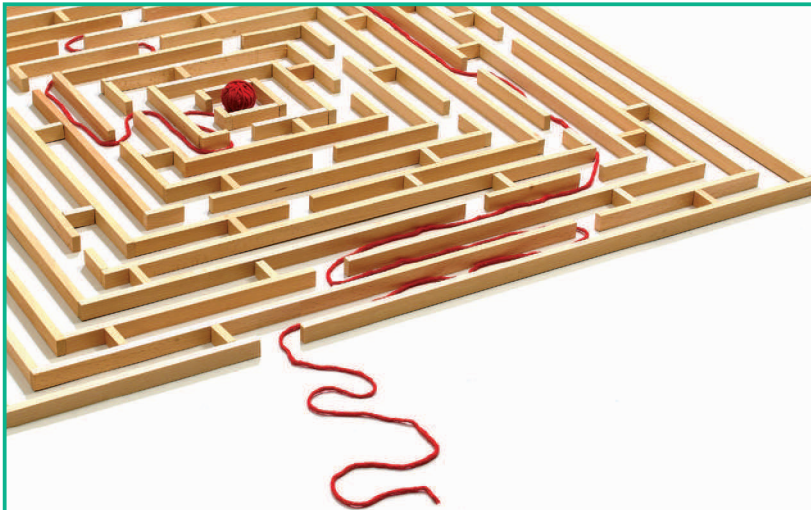
Software für Geothermieprojekte

Wir sind bereits seit über zehn Jahren in der Softwareentwicklung und Dienstleistung für Geothermie- und Fernwärmeprojekte tätig. Mit unserer Software netCADcrn konnten wir die Geothermie Unterhaching seit 2009 in verschiedenen Bereichen von der Planung, über die Kundenakquise und die Vertragserstellung bis hin zur Abrechnung unterstützen.

flexRM, die Weiterentwicklung unserer Software, zeichnet sich durch ihren modularen und flexiblen Aufbau aus. flexRM energy, die Komplettlösung für regionale Energieversorger, deckt alle Bereiche wie z.B. die Pflege von Kundenkontakten, Verträge, Abrechnung und Auswertung ab. Eine Schnittstelle zum GIS rundet die Funktionalität ab. ■



netCADservice GmbH
Augustinerstr. 3
83395 Freilassing
Tel.: 0049 8654 8940
www.netcadservice.de



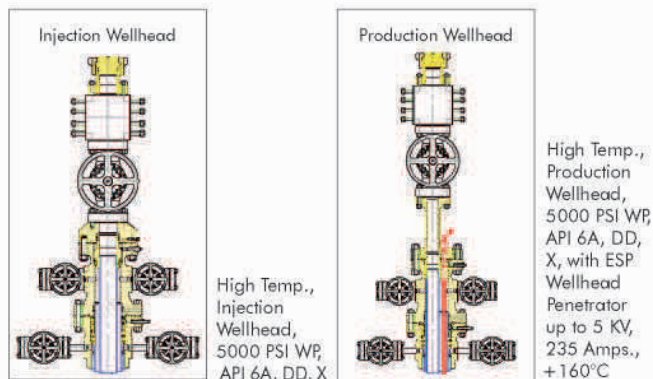
Intelligent Cooperation

Das Ergebnis zählt! Kompetente Projektberatung und individuelle Lösungen. Wellheads, Ausrüstungen und Ersatzteile für Bohranlagen und für tiefe Geothermie-Bohrungen.

The result is the key! Competent project consulting and individual solutions. Wellheads, equipment and spare parts for drilling rigs and deep geothermal drilling.

WELLHEADS

Beispiel für tiefe Geothermie-Bohrungen
 example for deep geothermal wells



NORMEC®

Oilfield Products
Sales and Services GmbH

Bruchkampweg 14
 29227 Celle · Germany

Telefon +49 (0) 5141 / 90059-0
 Fax +49 (0) 5141 / 90059 29

normec@normec.de
 www.normec.de

Tuboscope

One Company... Unlimited Solutions

Korrosionsschutz geothermischer Förder- und Versorgungsleitungen

Wir sind ein innovativer Beschichtungsbetrieb und applizieren Epoxidharz-Pulverbeschichtungen für höchste Anforderungen (bis zu 200°C) auf: Tubing, Casing, Line Pipe, Bohrgestänge, Passstücke, Armaturen. Unsere marktführende Technologie setzt die Standards für lebensverlängernde Maßnahmen von Rohrleitungen in der Erdöl- und Erdgasindustrie. Als Gründungsmitglied der Vereinigung GeoEnergy Celle e.V. sind wir ebenfalls im geothermischen Beschichtungsbereich erfahren.



Wir garantieren Ihnen, den hydraulischen Wirkungsgrad in allen Rohren zu erhöhen und ihre Förderleistung zu verbessern. Unsere Beschichtungen reduzieren Ihre Kosten durch Verhinderung von Korrosion und Ablagerungen.

Wir beraten Sie kompetent in allen Fragen rund um Korrosionsverhinderung, Isolationschutz sowie verbesserte Leitfähigkeiten in den Bereichen Erdöl-, Erdgas- und Erdwärme-förderung. ■

Vetco Coating GmbH
 Beisenstraße 32
 45964 Gladbeck
 Tel: +49-5141-802-0
 Fax: +49-5141-802-123
 VetcoCoating@nov.com
 www.nov.com

Schmidbauer: Krane und Know-how (auch) für Geothermie

Die Schmidbauer-Gruppe, ein international agierendes Unternehmen mit Sitz der Hauptverwaltung in Gräfelfing bei München, verfügt über höchste Kompetenzen im Bewegen von Schwerlasten. Mit 250 Mobilkränen und 150 Schwerttransporteinheiten hat Schmidbauer für jede Aufgabe das richtige Gerät: vom 7,5-Tonnen-Minikran bis zum 1.350-Tonnen-Raupenkrane. In über 80 Jahren Unternehmensgeschichte ist das Know-how an immer neuen Aufgaben gewachsen und weiterentwickelt worden. Flexibel und professionell nehmen sich die Spezialisten jeder technischen Herausforderung im Schwerlastbereich an, um die sicherste, effektivste und kostengünstigste Lösung zu entwickeln und umzusetzen. Die Schmidbauer-Gruppe ist heute mit 500 Mitarbeitern an 22 Standorten in ganz Deutschland vertreten und verfügt über ein internationales Partner-Netzwerk, das vielfältige Projekte in Europa und darüber hinaus ermöglicht.

Für die Geothermie Unterhaching ist Schmidbauer seit Jahren zuverlässiger Partner. Die Geothermie Unter-



haching ist ein Erdwärmekraftwerk mit einer elektrischen Leistung von knapp 3,4 Megawatt thermischer Leistung, im Endausbau sollen 70 bis 80 Megawatt möglich sein. Für die Energieerzeugung wird Thermalwasser aus über 3.000 Metern Tiefe gepumpt – bis zu 150 Liter pro Sekunde. Das ca. 130° C heiße Wasser wird auch zur Wärmeerzeugung für das Fernwärmenetz genutzt und anschließend über eine zweite Bohrung in ca. 3.500 Metern



Tiefe in die Gesteinsschicht zurückinjiziert.

Die Pumpe ist in ca. 900 Metern im Rohr installiert und muss regelmäßig gewartet werden. Dazu hievt Schmidbauer mit einem 250-Tonnen-Kran die insgesamt 65 Tonnen schwere Anlage Meter für Meter aus dem Erdinnern. Unterstützt wird der große Kran von einem kleineren 70-Tonner, der die einzelnen Rohrteile auseinanderschraubt und ablegt. Für diese Präzisionsarbeit muss das Team perfekt aufeinander eingespielt sein. Ist der Rohrabschnitt mit der Pumpe an der Oberfläche, schraubt der kleinere Kran auch diesen ab und die Techniker können die Pumpe warten und gegebenenfalls austauschen oder instand setzen. Anschließend verschrauben die Krane das Rohr Abschnitt für Abschnitt und führen es wieder sorgfältig in den Schacht ein.

Ein- und Ausbau inklusive Wartung nehmen ungefähr drei Tage in Anspruch. Damit auch im Notfall keine vermeidbare Zeit verstreicht, ist Schmidbauer sofort und zuverlässig zur Stelle, wenn die Pumpe einen Defekt aufweist und außerplanmäßig aus der Tiefe geholt werden muss – selbst mitten in der Nacht oder an Feiertagen. ■



Schmidbauer

Schmidbauer GmbH & Co. KG

Seeholzenstraße 1
D-82166 Gräfelfing
Tel. +49 (0)89-898676-0
info@schmidbauer-gruppe.de
www.schmidbauer-gruppe.de



Energiewende Grünwald – von Anfang an nah am Bürger

Im März 2006 beschließt der Kreistag des Landkreises München die Energievision für den Landkreis München: Danach soll bis zum Jahr 2050 der Energieverbrauch im Landkreis München um 60% reduziert und die verbleibenden 40% des Energieverbrauchs vollständig durch regenerative Energie abgedeckt werden. Zur Erreichung der Ziele ruft der Landkreis München alle Bürgerinnen und Bürger, Mitwirkende aus Landwirtschaft, Handwerk und Handel, Gewerbe, Industrie und Dienstleistungen sowie den Kommunen und Kirchen zur Unterstützung auf. Für die Umsetzung dieser Vision ist Geothermie eine der Handlungsempfehlungen.

Die Gemeinde Grünwald prüft umgehend, mit welchen Maßnahmen sie dazu beitragen kann, die Energievision für den Landkreis München zu erreichen. Als EINE der am nachhaltigsten wirkenden Maßnahmen identifiziert die Gemeinde die regenerative Wärmeerzeugung und -verteilung aus Geothermie. Da Grünwald nicht über einen eigenen Geothermieclaim verfügt, sucht die Gemeinde das Gespräch mit benachbarten Claiminhabern, prüft Möglichkeiten der Kooperation, die Kostenachse und die Wirtschaftlichkeit – und bereitet so ihre regenerative Zukunft vor. Parallel befragt die Gemeinde Grünwalder Bürger und Unternehmen über ihr Interesse an regenerativer Wärmeversorgung. Das Ergebnis ist eindeutig: 90% der Bürger und Unternehmen, die sich an der Befragung beteiligten, sind einem Wechsel zur regenerativen Wärme-



Das Geothermie-Heizwerk der Erdwärme Grünwald, in Betrieb seit November 2012 ■

versorgung gegenüber aufgeschlossen. Ein klares Votum. Jetzt handelt die Gemeinde.

Öffentlicher Start des Grünwalder Geothermie-Projekts ist der 8. Oktober 2008: Nach Monaten sorgfältiger Vorbereitungen und Verhandlungen entscheidet der Gemeinderat, dass die Gemeinde Grünwald das Geothermie-Unternehmen Astherm GmbH zu 100 Prozent übernimmt. Damit sichert sich die Gemeinde Grünwald eine eigene Geothermiequelle, das zugehörige Grundstück in der Nachbargemeinde Oberhaching-Laufzorn und die „Aufsuchungserlaubnis“, das Recht zur Bohrung. Die Rechte zu Exploration, Nutzung und Verteilung der geothermischen Energie an Privathaushalte und Unternehmen gehen damit vollständig in Grünwalder Hand über. Seit Juni 2009 heißt die Gesellschaft „Erdwärme Grünwald GmbH“. ■

***Erdwärme Grünwald GmbH –
ein 100% kommunales
Unternehmen***

100-Prozent-Gesellschafter der Erdwärme Grünwald GmbH ist die Gemeinde Grünwald, vertreten durch ihren 1. Bürgermeister Jan Neusiedl. Geschäftsführer sind Stefan Rothörl und, seit Oktober 2012, Andreas Lederle. Als Aufsichtsgremium fungiert der Geothermieausschuss, der mit Mitgliedern des Gemeinderates besetzt ist.

Die EWG, wie die Erdwärme Grünwald in der Kurzform genannt wird, ist also ein 100% kommunales Energieversorgungs-Unternehmen, das auf die heimische, regenerative Energie Geothermie setzt. Für die EWG hat Versorgungssicherheit oberste Priorität. Ziel ist, regenerative Energie aus der Erde zu gewinnen und als Heizenergie dauerhaft an Bürger, Unternehmen, Institutionen und kommunale Liegenschaften zu verteilen.

Eine der ergiebigsten Geothermie-Bohrungen in Bayern

Im Herbst 2009 starten die Bohrarbeiten für die Dublettenbohrung in Laufzorn, im Frühjahr 2010 sind sie abgeschlossen. Die Produktionsbohrung erreicht den wasserführenden Malm in einer Teufe von 4.083 Meter, die Reinjektionsbohrung in einer Teufe von 4.453 Meter. Im Juni 2010 steht nach mehrwöchigen Tests fest: Die Fündigkeit übertrifft noch einmal die Erwartungen: An der Bohrstelle Laufzorn sprudelt das Wasser mit einer Temperatur von 128-130 Grad Celsius, bei einer Schüttung von mindestens 140 Litern/Sekunde. Eine der ergiebigsten Geothermie-Bohrungen in Bayern. Das im November 2012 fertig gestellte EWG Geothermie-Heizwerk in Laufzorn weist folgende Leistungsparameter auf:

Gesamt-Wärmeleistung: ca. 40 MW

Fernwärmeleistung Grünwald heute,

Ende 2014: ca. 30 MW

Fernwärmeleistung Grünwald Vollausbau:

ca. 50 MW

Fernwärmeleistung Bavaria Film heute:

ca. 10 MW

Fernwärmeleistung Wärmeverbund

Unterhaching: ca. 20 MW

Redundanz-Heizkessel Laufzorn: ca. 19 MW

Hinzu kommt der Redundanz-Heizkessel Nord auf dem Gelände der Bavaria Film, der eine Leistung von ca. 10 MW hat. ■

Grüner Strom aus Laufzorn

Aufgrund der ergiebigen Fündigkeit der Bohrung entscheidet sich der Grünwalder Gemeinderat, zusätzlich zur geothermischen Wärme auch grünen Strom zu erzeugen. Das Geothermie-Stromkraftwerk in Laufzorn geht Ende 2014 in Betrieb, es basiert auf der ORC-Technologie. ORC steht für Organic Rankine Cycle – bei diesem Verfahren werden Dampfturbinen mit einem anderen Arbeitsmittel als Wasserdampf betrieben. In Laufzorn wird Isobutan verwendet werden, ein umweltfreundliches, nicht toxisches Gas, das als Grundstoff in der Industrie bewährt ist.



Das ORC-Stromkraftwerk der Erdwärme Grünwald produziert seit Ende 2014 grünen Strom - vorne links das Turbinenhaus, rechts die zur Kühlung eingesetzten Luftkondensatoren (Lukas) ■

Die Radialturbine des EWG Geothermie-Stromkraftwerks ist für eine maximale Leistung von 4,3 MW ausgelegt, der Generator besitzt eine Nennleistung von 4,75 MVA. Die verstellbare DüsenEinstellung der Turbinen garantiert einen hohen Wirkungsgrad auch bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen und Thermalwasser-Massenströmen. Mit dem ORC-Stromkraftwerk lastet Grünwald seine Geothermiequelle hocheffizient aus. ■

Vollausbau des Grünwalder Fernwärmenetzes bis Ende 2017

Die EWG startete im August 2010 mit dem Bau des Fernwärmenetzes. Seit Oktober 2011 fließt die Fernwärme, erster Kunde war der Struwelpeter-Kindergarten in Grünwald. Heute erwärmt die geothermische Fernwärme in Grünwald Haushalte, Unternehmen, Schulen, Kindergärten, Seniorenheime und den Grünwalder Freizeitpark. Ende 2014 ist das Grünwalder Fernwärmenetz rund 40 km lang - und das nach nur 4 1/2 Jahren Bauzeit.

Ab 2015 steht der geplante Vollausbau des Grünwalder Fernwärmenetzes an. Mit Ausnahme der Gemeindeteile Oberdill, Wörnbrunn und Gasteig wird Grünwald komplett mit Fernwärme erschlossen werden. Der weitere Netzausbau umfasst insgesamt 24,5 km. Die Ausbaue-

schwindigkeit wird beibehalten, das Netz bis Ende 2017 fertiggestellt. Dadurch haben alle Grünwalder Bürger in den kommenden drei Jahren die Chance, sich an die Fernwärme anzuschließen. ■

Die Kundenzahl wächst kontinuierlich

„Im Durchschnitt der ersten vier Jahre haben wir pro Jahr mehr als 150 Haushalte, Unternehmen und Institutionen an die geothermische Fernwärme angeschlossen“, sagt EWG-Geschäftsführer Andreas Lederle, „dieses Tempo planen wir auch für die kommenden Jahre.“

Unternehmens-Kunden der EWG sind unter anderem Bavaria Film (Die Wärmeleistung des rund 30 ha großen Medien- und Studiocampus beträgt 10 MW – das entspricht dem durchschnittlichen jährlichen Wärmeenergieverbrauch von 3.500 Haushalten.), die Schlosspassage Grünwald mit insgesamt 39 Mietern, KGAL, Alter Wirt, Café Fischer und Appartement-Hotel Hölzl sowie mehrere Hausverwaltungen mit verschiedenen Liegenschaften in Grünwald.

Kunden der EWG sind auch Haus Römerschanz, die Hans und Gerda Tremml-Stiftung Seniorenwohnanlage Grünwald sowie die Katholische Kirchengemeinde St. Peter und Paul. An die Fernwärme angeschlossen sind zudem folgende kommunale



Heizwerk Laufzorn von innen ■

le Liegenschaften: Rathaus, Struwelpeter-Kindergarten, Max-und-Moritz-Kindergarten, Grundschule, Freizeitpark, Musikschule und Bürgerhaus. Seit September 2014 auch das neue Grünwalder Gymnasium.

Auf großes Interesse stößt in Grünwald auch der vorverlegte Hausanschluss, der sogenannte „Hausanschluss Flex“: Dieses EWG-Vertragsmodell sieht vor, dass sich Bürgerinnen und Bürger ihren Fernwärme-Hausanschluss heute bereits legen lassen, mit dem Bezug geothermischer Fernwärme aber erst in naher Zukunft starten, weil zum Beispiel die heutige Heizung noch relativ neu ist.

Die EWG verlegt dabei die Hausanschlussleitung bis zur Gebäudeinnenwand und schließt die Leitung im Zuge des Netzausbaus an die Hauptleitung an.

So entsteht ein optimaler Betriebszustand der Versorgungsleitung für die spätere vollständige Inbetriebnahme der Leitung: Der Hausanschluss wird über ein Überströmventil bereits mit Wärme durchströmt, die Hausübergabestation wird in dieser Bauphase noch nicht montiert. ■

BHKW zur Eigenstromerzeugung

Die energietechnischen Anlagen in Laufzorn wie Tiefenpumpe, Fernwärmenetz-Umwälzpumpen, Wärmetauscher etc. erfordern eine beträchtliche Menge Strom. Daher plant die EWG ein Blockheizkraftwerk zur Eigenstromerzeugung, eine sichere, bewährte und wirtschaftliche Lösung. Die Fertigstellung ist für die zweite Jahreshälfte 2015 geplant. ■

Tauchsieder-Prinzip „Power to heat“

Die Erdwärme Grünwald wird zudem Stromüberschüsse aus dem Netz zu Wärme machen – nach dem „Tauchsieder-Prinzip“, auf englisch „Power to Heat“. Power to Heat bedeutet zunächst einmal nur die Erzeugung von Wärme aus elektrischer Energie. Im engeren Sinne meint Power to Heat die Nutzung von Überschussenergien, die entstehen, weil die Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien – insbesondere mit Windenergie und Photovoltaik – zunimmt und gleichzeitig die Stromübertragungsnetze diese Energie noch nicht vollumfänglich aufnehmen können. Zu diesen Überschussenergien wird es solange kommen, bis die Übertragungsnetze noch nicht massiv in Richtung eines europäischen „Supergrid“ ausgebaut sind.

„Power to Heat“ wird die EWG bis Ende 2015 in Laufzorn realisieren. ■

Autor:



Andreas Lederle
Geschäftsführer

Erdwärme Grünwald GmbH

Rathausstraße 3, 82031 Grünwald

Telefon: 089 / 620 30 85 16

Telefax: 089 / 620 30 85 20

E-Mail:

andreas.lederle@erdwaerme-gruenwald.de

Rohrleitungsbau Fernwärme

KMR-Systeme · SMR-Systeme
Sanierung · Unterhalt

Josef Pfaffinger Bauunternehmung GmbH
Wiener Straße 35 · 94032 Passau · Tel 0851 3 90-0
Fax 0851 3 90-29 · www.pfaffinger.com · info@pfaffinger.com



Achilles Ingenieurbüro

Auf Basis langjähriger Erfahrung bei der Aufsuchung von Kohlenwasserstoffen beschäftigt sich das Ingenieurbüro Achilles sehr früh mit der Erschließung der Geothermie. Noch als Projektleiter des Bohrunternehmens Preussag AG ist Herbert Achilles Anfang der 80er Jahre verantwortlich für das Geothermieprojekt Urach, am Rand der Schwäbischen Alb. Einige der heutigen Mitarbeiter des Ingenieurbüros sind seit Anfang der 80-er Jahre an tiefen Erdgas Explorationsbohrungen in den Bayerischen Alpen bis 7.000 m beteiligt. Diese Kenntnisse sowie Erfahrungen aus internationalen Projekten fließen seit 2006 beim Geothermieprojekt Unterhaching mit ein, seit 2007 / 2008 auch beim Geothermieprojekt der Erdwärme Grünwald in Laufzorn. Beide Dubletten-Bohrungen werden erfolgreich durchgeführt – die beiden Geothermiequellen produzieren heute verlässlich geothermische Fernwärme und grünen Strom. Derzeit ist das Büro an der Vorbereitung mehrerer neuer Geothermieprojekte in Bayern und anderen Regionen Deutschlands beteiligt. Gemeinsam mit Partnern übernimmt das Büro den gesamten Prozess – von der Aufsuchung neuer Potentiale auf Basis moderner Seismik über die Einholung der öffentlich-rechtlichen Genehmigungen bis hin zu Planung, Projektmanagement und Realisierung der Bohrung, Inbetriebnahme und Anschluss an die Infrastruktur.

Ing. Büro Achilles

Florentineweg 6
31234 Edemissen
Tel: +49 5176 9754652
Fax: +49 5176 9768172
E-Mail: info@ing-buero-achilles.de



Seit 2010 von der Erdwärme Grünwald GmbH mit dem Bau des geothermiebeheizten Fernwärmenetzes begonnen wurde, ist die bauQus GmbH mit der Koordination, Bau- und Qualitätsüberwachung betraut. Die Kunststoffmantelrohrtrassen werden mit Elektro- und Leitetchnik sowie Einbindung in die Leckwarnüberwachung verlegt. Die Umsetzung erfolgt über die Verbundtrasse Westspange, die sich über das Landschaftsschutzgebiet Oberhachinger und Perlaicher Forst ins Gemeindegebiet Grünwald zieht.



Die Verbundtrasse Ostspange verbindet den nördlichen mit dem südlichen Gemeindegebiet. Der Bau der Wärmeverbundleitung zwischen Grünwald und Unterhaching erforderte Pressungen unter der Staatsstraße, dem Bahnkörper und der Autobahn. Über die Netzverdichtung werden Ende 2014 im Gemeindegebiet Grünwald ca. 500 Hausanschlüsse versorgt sein. Für die gute Zusammenarbeit bedanken wir uns herzlich bei der Erdwärme Grünwald, den fachlich am Projekt Beteiligten und den Anwohnern. ■

bauQus GmbH

GF Stefan Seitz
Elisabethstr. 38, 80796 München
089 680 937 04
info@bauqus-gmbh.de
www.bauqus.de



Geothermie und Vergaberecht

Kommunale Energieversorger sind nach den Vorschriften des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB) öffentliche Auftraggeber (öAG) und als solche verpflichtet, die Vorschriften des Vergaberechts zu beachten. Diese finden sich für Aufträge im Zusammenhang mit Tätigkeiten auf dem Gebiet der Energieversorgung in der Sektorenverordnung (SektVO).

Ab einem Schwellenwert von aktuell € 414.000,- sind z.B. Liefer- und Dienstleistungen regelmäßig europaweit auszusuchen. Dabei führen insbesondere mit Bedacht gewählte Eignungs- und Bewertungskriterien zu wirtschaftlichen und rechtssicheren Ergebnissen, die zugleich haushaltsrechtliche Anforderungen erfüllen. Demgegenüber kann die Missachtung des Vergaberechts neben der Nichtigkeit des betroffenen Vertrages insbesondere erhebliche Schadensersatzansprüche benachteiligter Wettbewerber zur Folge haben. ■

Hans Neumeier
Fachanwalt für Verwaltungsrecht
BEITEN BURKHARDT
Rechtsanwalts-gesellschaft mbH
Ganghoferstr. 33
80339 München
Tel.: +49-89-35065-1451
mailto:
HansGeorg.Neumeier@bblaw.com
<http://www.beitenburkhardt.com>



Bay. Logistik Umwelt & Entsorgung Systeme GmbH

Ökologische Entsorgung rund um den Bohrplatz

Als zertifizierter Entsorgungsfachbetrieb verfügen wir über jahrelange Erfahrung um für unseren Kunden ein optimiertes Entsorgungsmanagement zu gewährleisten.



In enger Abstimmung mit den Serviceunternehmen vor Ort sind wir zuständig für die Verwertung von Bohrspülungen, Bohrcuttings und Zementationsschlämme.

Darüber hinaus werden anfallende Reinigungsarbeiten ebenso übernommen wie die abschließende abfallrechtliche Dokumentation. ■



BLUES Bay. Logistik Umwelt & Entsorgung Systeme GmbH

*E-Mail: info@bluesanlagen.de
Internet: www.bluesanlagen.de
Telefon: +49 (0) 89 1433232-0
Fax: +49 (0) 89 1433232-21*



BOSCH
Technik fürs Leben

Von Anfang an in Grünwald dabei – von der Konzeptphase, über die Planung, zur Realisierung bis zum Betrieb.

Als **Generalplaner** sind wir gemeinsam mit unseren Partnern verantwortlich für zwei Heizwerke, eine Stromerzeugungsanlage (ORC), hunderte Hausanschlüsse, 64 km Fernwärmenetz und den Wärmeverbund mit Unterhaching. In der Funktion als Bauüberwacher haben wir in der Realisierungsphase für die Umsetzung der Interessen des Bauherrn gesorgt und dabei auch unser Betriebs Know-how eingebracht. Die Erdwärme Grünwald beraten wir darüber hinaus in energiewirtschaftlichen Fragen, der Erstellung und Pflege eines komplexen Wirtschaftlichkeitsmodells sowie des Energieeinkaufs.

Als **Technischer Betriebsführer** sorgen wir seit 2011, also schon während der Bauphase, für eine Verfügbarkeit der Wärmeversorgung >99%. Mit Abschluss der Errichtung der ORC-Anlage werden wir auch den Betrieb der Stromerzeugung verantworten. Durch die Übernahme der Betriebsführung der Geothermie Unterhaching in 2013 werden durch uns zusätzliche Synergien realisiert. ■

Bosch Energy and Building Solutions GmbH

*Im Breitspiel 7
69126 Heidelberg
Telefon (06221) 1371-130
info.energy@de.bosch.com
www.bosch-energy.de*



Flexible Abrechnungslösung für mittelständische Energiedienstleister

Seit 2011 wird die für das Energiecontracting entwickelte Abrechnungslösung energypro 6.1 von der Erdwärme Grünwald zur Abrechnung der Versorgung eingesetzt. Die Software zeichnet sich durch eine hohe Flexibilität bei der Preis- und Tarifgestaltung und eine trotzdem einfache und übersichtliche Bedienoberfläche aus. Zur Abrechnung kommen einfache Wärmeverträge mit Endverbrauchern genauso wie komplexere Verträge mit Großkunden.



Die Anwendung unterstützt über zahlreiche Schnittstellen die Einbindung vorhandener Messdatenerfassungen und Buchhaltungssystemen. Bei der Erdwärme Grünwald wurde dazu eine Anbindung an die Samson Messdatenbank und die Datev Buchhaltungssoftware hergestellt.

Über zahlreiche Auswertungen lässt sich die Geschäftsentwicklung gut analysieren. Da energypro 6.1 die Abrechnung aller Energiearten und Dienstleistungen unterstützt, wäre z.B. auch der direkte Verkauf des Geothermiestroms denkbar. ■

energypro gmbh

*Lindenstr. 4
73265 Dettingen u. Teck
Tel.: +49 (0)7021 97222-0
Fax.: +49 (0)7021 97222-99
E-Mail: epinfo@energypro.de
www.energypro.de*

Von der Geothermie-Bohrung zum Kunden – effizienter Aufbau des Fernwärmenetzes Grünwald

Seit 2009 unterstützt die GEF Ingenieur AG den Aufbau einer Wärmeversorgung auf Basis von Geothermie in Grünwald durch Planungsleistungen. Für eine wirtschaftliche Nutzung der umweltfreundlichen Geothermie ist nicht nur ein ausreichendes geothermisches Potenzial vor Ort von hoher Bedeutung, sondern auch ein effizient ausgelegtes und errichtetes Wärmenetz, das die Wärme zu den Kunden transportiert.

Im ersten Schritt erarbeitete GEF ein Erschließungskonzept für Grünwald, das aufzeigt, wie der Fernwärme-Netzaufbau energiewirtschaftlich und technisch sinnvoll realisiert werden kann. Bei der Konzeption konnte auf einen bereits vorliegenden Wärmeatlas zurückgegriffen werden, der Abschätzungen über das Kundenpotenzial im Grünwalder Stadtgebiet bereitstellte. Mittels hydraulischer Simulation wurde ein Nennweitengerüst für das Fernwärmenetz in der Endausbaustufe (Zielnetz) ermittelt, das sicherstellt, dass die Kunden zuverlässig und wirtschaftlich mit Wärme versorgt werden können.

Aus dem Zielnetz wurde dann ein in Stufen gegliedertes Ausbaukonzept für die mehrere Jahre dauernde Bauphase abgeleitet. Anschließend erstellte GEF die konkrete Ausführungsplanung für die Fernwärmetrassen inklusive aller statischen Berechnungen und übernahm auch die Abstimmung mit den Fremdpartenträgern und den Trägern öffentlicher Belange (Bauämter, Grünflächenamt u. a.). Da in



Plan Netzausbau Grünwald
 Copyright GEF Ingenieur AG ■

Grünwald in absehbarer Zeit eine Grunderneuerung des Trinkwassernetzes erforderlich ist, galt es, bei der Trassierung der Fernwärmeleitungen einen zukünftigen Korridor für eine Trinkwassertrasse in der Planung zu berücksichtigen. In Fällen, in denen unvorhergesehen Hindernisse auftraten – typischerweise Lageabweichungen von Fremdpar-



Montage des Fernwärmeanschlusses Freizeitpark Grünwald (primärseitiger 3-Leiter-Anschluss sowie sekundärseitige Anschlüsse) Copyright GEF/Hamers ■

ten – wurde die Planung umgehend angepasst.

Das Netz in Grünwald ist in der Druckstufe PN 25 ausgelegt und wird mit einer Vorlauftemperatur von 120 °C und einer Rücklauftemperatur von 65 °C betrieben. Ende 2014 wird das Netz eine Trassenlänge von ca. 40 km erreichen und fast 500 Kunden mit einer Gesamt-Anschlussleistung von rund 30 MW versorgen, darunter auch die Bavaria Filmstudios. Die Bauleistung lag bei über 10 km Trasse im Jahr 2014.

Neben den Transport- und Verteiltrassen wurden auch Schächte und über 300 Hausanschlüsse von GEF geplant. Um eine hohe Qualität der Fernwärme-Infrastruktur zu gewährleisten, unterstützte GEF den Bauherrn Erdwärme Grünwald bei der Bauüberwachung. ■

Autoren:



Dipl.-Ing. (FH)
 Timo Banning
 Projektleiter



Dr. Stephan Richter
 Prokurist

GEF Ingenieur AG
 Ferdinand-Porsche-Straße 4a
 69181 Leimen
 Tel. 06224 / 9713-0
 Fax 06224 / 9713-40
 email: info@gef.de
 www.gef.de

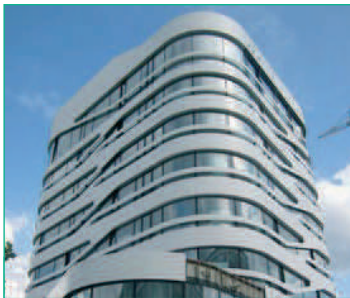


Innovationen und Ideen!

- Hochbau
- Tiefbau
- Holzleimbau und
- Ingenieurholzbau
- Schlüsselfertigbau
- Asphalt-Mischanlage

Unser Unternehmen bietet alle Bauleistungen an.

Das Besondere an Grossmann ist dabei die Unternehmensphilosophie: „Verantwortungsvoll planen, vernünftig konzipieren und menschlich realisieren – diese Ziele setzen wir täglich um.“



In der partnerschaftlichen Zusammenarbeit mit Bauherren, Architekten und Ingenieuren profitieren unsere Partner vom Engagement und der Motivation unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ■

**GROSSMANN Bau
GmbH & Co. KG**

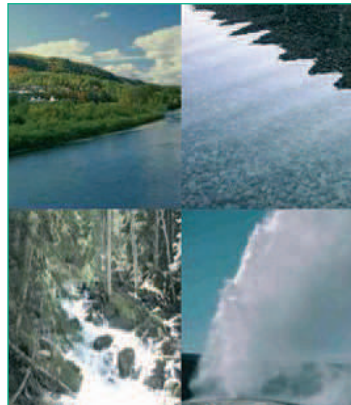
Äußere Münchener Straße 20
D-83026 Rosenheim
Tel. +49 (0)80 31/44 01-0
Fax 44 01-99
e-mail: info@grossmann-bau.de
www.grossmann-bau.de



Beratung, Analytik und Interpretation in Isotopie und Chemie in Umwelt und Hydrologie

Unsere Arbeitsbereiche umfassen unter anderem:

- Durchführung und Interpretation physikalisch-chemischer und isotopischer Untersuchungen von Grund-, Thermal-, und Mineralwasser



- Erkundung von Standorten und Betreuung von Wassergewinnungsanlagen
- Individuelle Planung, Konzeptionierung und Realisierung von Wasseraufbereitungsanlagen
- Herkunftsbestimmung und Authentizitätsuntersuchungen von Lebensmitteln



Hydroisotop GmbH

Woelkestr. 9
85301 Schweitenkirchen
Tel.: 08444 – 92 89 0
E-mail: info@hydroisotop.de
www.hydroisotop.de



**Franz KASSECKER GmbH
Bauunternehmen**

Ihr kompetenter Partner rund um den Bau!

- Tief- und Rohrleitungsbau
- Hoch- und Industriebau
- Bahn- und Ingenieurbau
- Stahl- und Metallbau
- Spezialtiefbau
- Sanierung



Auf dem Sektor Fernwärmetechnik sind wir präqualifiziert nach FW 601 Gruppe FW 1 ■



**Wir freuen uns auf Sie!
www.kassecker.de**

Franz Kassecker GmbH

Egerer Str. 36
95652 Waldsassen
Tel.: 09632 / 501-0
Fax: 09632 / 501-290
E-Mail: info@kassecker.de



Wir bringen die Wärme vom Kraftwerk zum Verbraucher

Die Kollmer Bohr und Tiefbau GmbH aus der Oberpfalz ist spezialisiert auf den Leitungsbau. Große Fern- und Nahwärmeprojekte wurden in den letzten Jahren vor allem in den Ballungsräumen Frankfurt, Stuttgart und München realisiert.

Auch auf dem Feld der grabenlosen Verlegung von Leitungen im HDD-Spülbohrverfahren, Pressbohrverfahren oder mit Verlegepflug und Grabenfräsen ist das Unternehmen führend, ebenso personell und technisch bestens ausgerüstet.

Ein weiterer Schwerpunkt der Kollmer Bohr und Tiefbau GmbH ist der Kabelleitungstiefbau und die Kabelmontage sowie der Bau von Abwasser-, Gas- und Wasserleitungen.

KOLLMER Bohr und Tiefbau GmbH
Marktplatz 8
91281 Kirchenthumbach
Tel.: 09647 9203-0
Fax: 09647 9203-26



www.KOLLMER-BAU.de



Projektsteuerung eines Geothermieprojekts

Für die Errichtung der Geothermianlage der Gemeinde Grünwald und den Aufbau des Fernwärmeleitungsnetzes ist OBERMEYER mit der Projektsteuerung beauftragt.

Das Gesamtprojekt ist aufgrund seiner Größe in folgende Teilprojekte gegliedert:

- Aufbau Fernwärmenetz
- Tiefenbohrung
- Neubau Heizwerk Laufzorn inkl. Geothermiekreislauf
- Errichtung Redundanzheizwerk Bavaria
- Neubau ORC-Kraftwerk

Die Steuerung des komplexen Vorhabens erfolgt unter der obersten Prämisse, dass zu jeder Heizperiode die Versorgungssicherheit der Gemeinde uneingeschränkt sichergestellt ist. Um dies zu gewährleisten, war die Projektsteuerung besonders intensiv in den Ausschreibungs- und Vergabeprozess einbezogen, welcher überwiegend in einem zweistufigen, europaweiten Verfahren mit vorgeschalteter Präqualifikation durchgeführt wurde. In den nächsten Jahren wird das Fernwärmenetz Grünwald weiter ausgebaut. In Vorbereitung sind ein BHKW zur Eigenstromversorgung und eine Power-to-Heat-Einspeisung.

OBERMEYER wird die Gemeinde Grünwald auch zukünftig bei der erfolgreichen Projektumsetzung unterstützen. ■

OBERMEYER
Project Management GmbH
Hansastraße 40, 80686 München
Tel. 089/57 99-530, Fax 089/57 99-586
muenchen@obermeyer-pm.de
www.obermeyer-pm.de



Von der Idee bis zur Lieferung von Wärme und Strom lag in Grünwald ein langer Weg. Er war maßgeblich durch ein rechtliches Koordinatensystem bestimmt. Am Anfang stand eine Due-Diligence-Prüfung, die sich mit den umweltrechtlichen Anforderungen, z.B. des Berg- und Wasserrechts befasste. Parallel dazu galt es, Fragen der Finanzierung unter Einbindung der Förderprogramme der Bundesregierung und des Versicherungsschutzes zu klären.

In einem nächsten Schritt waren vertragliche Abreden mit den Projektpartnern notwendig. In der Planungs- und Umsetzungsphase kamen Ausschreibungs- und Vergabeverfahren hinzu. Der Entwurf der Wärmelieferungsverträge war nur vorläufig der Schlusspunkt. Es folgte die rechtliche Konzeption des ersten gemeindeübergreifenden Verbundsystems zweier Geothermianlagen.

Kreuzungen zwischen Verbundleitung und der A 995 bzw. einer DB-Strecke verlangten Regelungen. Auch Kommunalverfassungsrecht und Haushaltsrecht musste abgearbeitet werden.

Ergebnis des erfolgreichen Managements ist ein interkommunales Vorzeigeprojekt. ■

SEUFERT RECHTSANWÄLTE
Residenzstraße 12
80333 München
Tel.: +49 - (0) 89 - 29033 115
Fax: +49 - (0) 89 - 29033 100
www.seufert-law.de



Ihre Energie-Experten im Münchner Süden

Es ist gar nicht so einfach, einen geeigneten Heizungstechniker zu finden, oder? Umso besser, wenn Sie uns kontaktieren, denn wir sind mit unserem 24-Stunden-Notdienst rund um die Uhr für Sie da. Bei uns, der Firma Waldhauser, hat Handwerk Tradition und das seit fast 130 Jahren. Wir kümmern uns fachmännisch um einen wichtigen Teil Ihres Lebens: die Wärme in Ihrem Haus. Bei uns sind Sie mit allen Fragen zur Instandhaltung und Modernisierung an der richtigen Adresse – von der Planungsphase bis zur Umsetzung. Und wir sind Ihr erster Ansprechpartner vor Ort, wenn es darum geht, Ihr Haus mit Erdwärme zu versorgen – bei der Neuinstallation als auch bei der Umrüstung. Wir helfen Ihnen, Ihre Heizkosten zu senken und Ihren Wohnkomfort zu erhöhen. Der Pluspunkt: Mit Erdwärme wird Ihr Zuhause fit für die Zukunft und unabhängig in Sachen Energieversorgung. ■



24-Stunden-Notdienst
0163 641 22 04

Waldhauser GmbH & Co.
Wärmetechnik KG
Tel. (089) 6 41 22 04
info@waldhauser.com
www.waldhauser.com



Die Lausitz übergibt an Bayern

Die YADOS GmbH gilt seit 2011 als zuverlässiger Partner der „Erdwärme Grünwald“. Hierfür setzte sich das wachsende, mittelständische Unternehmen aus der Lausitz mit seinem hohen Qualitätsanspruch gegen namhafte Unternehmen aus ganz Europa durch. Mehr als 550 Wärmekomplettstationen versorgen nunmehr eine der exklusivsten Wohngegenden Deutschlands mit Fernwärme. Die hocheffizienten Wärmeübergabestationen YADO|GIRO und YADO|PRO übertragen hierbei die vom Tiefenwasser an das Wasser im Fernwärmenetz abgegebene Wärme von insgesamt 20 MW an die gesamte Gemeinde Unterhaching. Doch damit nicht genug: Das gesamte Wärmenetz wird außerdem durch die innovative Netzleittechnik YADO|LINK des Unternehmens gesteuert.

Auch die Bavaria Film GmbH setzt auf die kompetenten Kompaktlösungen aus der Lausitz. Die hier verbaute YADOS-Übergabestation versorgt eines der größten Filmstudios Deutschlands mit einer Anschlussleistung von 10 MW. Dies entspricht dem Wärmebedarf einer Kleinstadt. ■

YADOS GmbH

Yados-Straße 1
02977 Hoyerswerda
phone: +49 3571 20932-0
fax: +49 3571 20932-999
e-mail: info@yados.de
www.yados.de

**WIR BEWEGEN BILDER
BILDER BEWEGEN MENSCHEN
MENSCHEN BEWEGEN SCHICKSALE**

Ob Imagefilm oder Messefilm - faszinierend, informativ und visuell einbindend, sorgen unsere bewegten Bilder für eine individuelle Unternehmenspräsentation und machen neugierig auf Ihre Produkte. Nutzen Sie für Ihren Auftritt im Internet oder bei Messen einen der wirkungsvollsten Wege der Kommunikation. Wir begleiten Sie gerne und freuen uns darauf!

MEDIA MIND MOTION
www.mediamindmotion.com



Gemeinsam stark. Und flexibel.

Der Wärmeverbund der Tiefengeothermie-Gemeinden Grünwald und Unterhaching im Landkreis München

Tiefengeothermie zur Wärmeversorgung von Haushalten und Unternehmen nutzen im Landkreis München zahlreiche Gemeinden. In der Nutzung der Tiefengeothermie zur Wärme- UND Stromversorgung sind die beiden Nachbargemeinden Unterhaching und Grünwald Vorreiter. Nur folgerichtig machen diese beiden gemeinsame Sache – im Wärmeverbund der beiden zu 100% kommunalen Geothermie-Projekte von Erdwärme Grünwald und Geothermie Unterhaching. Eine nachhaltige Konstellation über Gemeindegrenzen hinweg.

Wärmeverbund

2002 gegründet, versorgt das gemeindeeigene Versorgungsunternehmen Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG seit 2007 das örtliche Wärmenetz mit geothermischer Heizenergie. Das wärmegeführte Projekt nutzt 123 °C heißes Thermalwasser aus fast 3.500 m Tiefe, mit einer Schüttung von bis zu 150 Litern / Sekunde. Seit 2009 wird zudem aus der Restwärme in Unterhaching über das Kalina-Verfahren Strom erzeugt. Die installierte thermische Leistung der Anlage beträgt 38 MW, die elektrische Leistung liegt bei 3,36 MW.

Das Geothermie-Projekt in Unterhachings Nachbargemeinde Grünwald startet öffentlich am 8. Oktober 2008: An diesem Tag übernimmt die Gemeinde Grünwald das Geothermie-Unternehmen Astherm GmbH zu 100 Prozent und sichert sich damit eine eigene Geothermiequelle in der Nachbargemeinde Oberhaching-Laufzorn. Die jetzt rein kommunale Erdwärme Grünwald GmbH

(EWG) startet im Herbst 2009 die Dubletten-Bohrung, im Frühjahr 2010 ist sie abgeschlossen. Die Fündigkeit liegt bei 128 - 130 Grad Celsius und einer Schüttung von mindestens 140 Litern / Sekunde. Seit Oktober 2011 fließt Fernwärme an Haushalte, Unternehmen, Schulen, Kindergärten und den Grünwalder Freizeitpark. Seit Ende 2014 erzeugt die EWG im eigenen ORC-Geothermie-Stromkraftwerk in Laufzorn grünen Strom. ■

Seit Frühjahr 2012 – der Wärmeverbund der Nachbargemeinden Unterhaching und Grünwald

Die Verantwortlichen der beiden Geothermieprojekte Unterhaching und Grünwald sind früh im Gespräch miteinander und loten Möglichkeiten der Zusammenarbeit aus. Im Frühjahr 2012 entscheiden sie, aus Gesprächen eine Kooperation zu machen – Startschuss für den Wärmeverbund von Erdwärme Grünwald und Geothermie Unterhaching.

Die 5,3 km lange Verbundtrasse zwischen den beiden Bohrstellen Unterhaching und Laufzorn ist Ende 2012 gelegt – und seit 11. April 2013 fließt geothermisch erzeugte Wärme aus der Quelle Laufzorn nach Unterhaching. Die Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG (GUH) nutzt diese Wärme der EWG direkt für ihre Kunden oder macht Strom daraus. Über die Verbundtrasse kann eine Wärmeleistung von bis zu 20 MW bereitgestellt werden. Möglich wird der in dieser Form einzigartige Wärmetransfer durch modernste Technologien auf beiden Seiten: bi-direktionale Wärmetauscher von Sondex sowie Pumpen für die Thermalwasserförderung von Baker Hughes. Den Betrieb managt auf beiden Seiten die Bosch Energy and Building Solutions GmbH. ■

Wärme sucht Abnehmer, Abnehmer sucht Wärme

Von dem Wärmeverbund profitieren beide Geothermie-Gesellschaften und damit beide Gemeinden – denn Grünwald lastet seine

Quelle aus, solange das Fernwärmenetz in Grünwald noch im Aufbau ist, und Unterhaching deckt seinen Energiebedarf für das Kalina-Stromkraftwerk.

Außerdem macht die GUH im Winter aus der EWG-Wärme bei Bedarf auch die Spitzenlast für die Unterhachinger Fernwärme. Zudem liefern sich EWG und GUH im Bedarfsfall CO₂-freie Wärme aus Geothermie – diese Redundanz fließt, wenn z.B. Wartungsarbeiten an der Förderbohrung oder an der Obertageanlage anstehen. Vor Bestehen des Wärmeverbundes mussten Grünwald und Unterhaching ihre Wärmeerzeugung kurzzeitig auf Öl umstellen. Das war nicht regenerativ und kostspielig dazu.

So garantiert die Kooperation die Versorgungssicherheit der Bürgerinnen und Bürger in Grünwald und Unterhaching und macht die Energieerzeugung in beiden Gemeinden noch klimafreundlicher. Die Kooperation mit anderen Geothermieprojekten zur noch besseren Ausnutzung der Energieressourcen ist denkbar und sinnvoll. ■

Ausgezeichnet!

Dem Wärmeverbund von EWG und Geothermie Unterhaching verlieh der Landkreis München Ende 2013 den Energiepreis in der Kategorie „Gemeinden, öffentliche Einrichtungen und Gesellschaften“. Ausgezeichnet wurde der Verbund der beiden Geothermiequellen in Laufzorn und Unterhaching, weil durch die Erzeugung und Verteilung regenerativer Energie ein wesentlicher Beitrag zur Energievision des Landkreises München geleistet wurde. ■

Seit 1. Januar 2014 – Unterhaching und Grünwald vertiefen Zusammenarbeit

Seit 1. Januar 2014 haben die Geothermiegesellschaften der beiden Gemeinden Grünwald und Unterhaching ihre erfolgrei-



Das Team für den Wärmeverbund der beiden Geothermie-Gemeinden Grünwald und Unterhaching: v.l. Wolfgang Geisinger, Geschäftsführer der Geothermie Unterhaching Produktions-GmbH & Co. KG und der Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG, Unterhachings 1. Bürgermeister Wolfgang Panzer, Grünwalds 1. Bürgermeister Jan Neusiedl und Andreas Lederle, Geschäftsführer der Erdwärme Grünwald GmbH und der Geothermie Unterhaching Produktions-GmbH & Co. KG. ■

che interkommunale Zusammenarbeit vertieft. Denn seit diesem Tag beteiligt sich die Erdwärme Grünwald GmbH (EWG) zu 50% an der Geothermie Unterhaching Produktions-GmbH & Co. KG und deren Komplementärin, der Geothermie Unterhaching Produktions-Beteiligungs-GmbH. Um diese Beteiligung zu ermöglichen, wurde die bisherige Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG umstrukturiert: In die neue Geothermie Unterhaching Produktions-GmbH & Co. KG werden die Thermalwasserförderung, das Geothermie-Heizwerk, das Kalina-Stromkraftwerk, das Spitzenlast- und Redundanzheizwerk sowie alle zugehörigen Mitarbeiter eingebracht; in der Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG verbleiben das Unterhachinger Fernwärmenetz mit allen Endkundenbeziehungen sowie der Fernwärmevertrieb.

Geschäftsführer der Geothermie Unterhaching Produktions-GmbH & Co. KG sind Andreas Lederle, der weiterhin auch EWG-Geschäftsführer ist, und Wolfgang Geisinger, der auch zukünftig Geschäftsführer der Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG bleibt. ■

Wärmeliefervertrag über 30 Jahre

Die Geothermie Unterhaching Produktions-GmbH & Co. KG schließt einen Wärmeliefervertrag mit der Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG ab. Gegenstand des Wärmeliefervertrages ist die Belieferung der Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG, damit diese weiterhin ihre Kunden sicher und preisgünstig mit Wärme versorgen kann. Der Wärmeliefervertrag hat eine Laufzeit von 30 Jahren. Um einen wirtschaftlich soliden Produktionsbetrieb auf Dauer sicherzustellen, verpflichtet sich die Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG zur Abnahme einer Wärmemindestmenge. ■

„Eine Konstellation, von der beide Seiten profitieren“

„Wir haben mit den beiden wärmegeführten Geothermie-Projekten gemeinsame Interessen und machen jetzt auch gemeinsame Sache“, sagen Unterhachings 1. Bürgermeister Wolfgang Panzer und Grünwalds 1. Bürgermeister Jan Neusiedl übereinstimmend: „Die enge Zusammenarbeit in der Geothermie



Ausgezeichnet vom Landkreis München mit dem Energiepreis in der Kategorie „Gemeinden, öffentliche Einrichtungen und Gesellschaften“ – der Wärmeverbund von EWG und Geothermie Unterhaching. Im Bild v.l. EWG-Geschäftsführer Andreas Lederle, Grünwalds 1. Bürgermeister Jan Neusiedl und EWG-Geschäftsführer Stefan Rothörl. ■

Unterhaching Produktions-GmbH & Co. KG stärkt die Versorgungssicherheit in beiden Gemeinden und sichert beiden Gesellschaftern auf Dauer stabile Wärme- und Stromerlöse. Unterhaching bringt seine Produktionsanlagen mit ein, Grünwald seine Finanzmittel und beide Gesellschafter ihr langjähriges Know-how im Anlagenbetrieb. So entsteht ein gemeinsamer Unternehmensverbund, der einen wesentlichen Beitrag zur Energievision für den Landkreis München leisten wird.“

Aus Sicht der Gemeinde Grünwald bedeutet die Investition über die Aspekte von Versorgungssicherheit und Umweltschutz hinaus eine sinnvolle und nachhaltige Anlage freier finanzieller Mittel. Auch das Risiko gilt als gut einschätzbar und begrenzt - denn die Geothermiequelle und das Kraft-

werk in Unterhaching sind bereits seit Jahren in Betrieb und versorgen über das Fernwärmenetz Haushalte in Unterhaching.

Unterhachings 1. Bürgermeister Wolfgang Panzer betont, dass das Geothermie-Projekt Unterhaching jetzt auf eine zukunftsfähige Basis gestellt sei: „Die Geothermie Unterhaching ist weit über die Grenzen des Landkreises hinaus bekannt. Seit 2009 erzeugen wir verlässlich grünen Strom und über unser Geothermie-Heizwerk regenerative Wärme für die Bürgerinnen und Bürger Unterhachings. Durch die gemeinsame Produktions-Gesellschaft mit der Erdwärme Grünwald haben wir eine stabile Basis für die Unterhachinger Energiewende geschaffen.“

Grundüberzeugung der Verantwortlichen in Unterhaching wie in Grünwald ist: Geothermie ist

für Gemeinden ein hochsinnvolles Betätigungsfeld, da damit lokal erzeugte, saubere, regenerative, sichere und grundlastfähige Energie erzeugt wird. Gleichzeitig ist das wirtschaftliche Risiko eines laufenden Geothermie-Projektes beherrschbar: Denn beide Quellen in Unterhaching und Laufzorn sprudeln seit Jahren. Natürlich müssen ein Wärmetauscher oder eine Pumpe mal ausgetauscht werden, ein für technologiegetriebene Unternehmen völlig normaler Vorgang. Die gemeinsame Gesellschaft bringt starke Synergien – zum Beispiel Kosteneinsparungen durch gemeinsames Claim-Management, das gemeinsame Vorhalten des technischen Equipments wie Ersatzteile / Pumpe, den gemeinsamen Betriebsführer Bosch Energy and Building Solutions GmbH, die gemeinsame Strombeschaffung etc. ■

Autoren:



Andreas Lederle
Geschäftsführer

Erdwärme Grünwald GmbH und Geothermie Unterhaching Produktions-GmbH & Co. KG

Rathausstraße 3, 82031 Grünwald
Telefon: 089 / 620 30 85 16
Telefax: 089 / 620 30 85 20

E-Mail:
andreas.lederle@erdwaerme-gruenwald.de



Wolfgang Geisinger
Geschäftsführer

Geothermie Unterhaching Produktions-GmbH & Co. KG und Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG

Bahnhofsweg 8
82008 Unterhaching
Telefon: 089 / 6 65 98 26 - 13
Telefax: 0 89 / 6 65 98 26 - 22

E-Mail:
w.geisinger@geothermie-unterhaching.de



Die Wärmepumpen im EWG Geothermie-Heizwerk - für Vorlauf und Rücklauf nach Grünwald sowie Vorlauf und Rücklauf der Verbundleitung nach Unterhaching ■



Die Gebäude-, Energie- und Anlagentechnik ist unser Expertengebiet. Zuverlässigkeit ist unser Markenzeichen. Mit solidem Handwerk, Topqualität und Termintreue sorgen wir für den Erfolg der Projekte, an denen wir mitwirken. Die Zufriedenheit unserer Kunden ist die Basis unserer gemeinsamen Entwicklung.

Referenzbeispiele:

SWM Geothermieanlage Sauerlach



Lieferumfang:

- Generaunternehmer (Schlüsselfertige Errichtung)

EWG Grünwald



Lieferumfang:

- Thermal- und Heißwasserkreislauf
- Redundanzkessel
- Wärmeverbund

Geothermie Unterhaching



Lieferumfang:

- Thermal- und Heißwasserkreislauf
- Wasser-Dampfkreislauf Reserveheizwerk
- Wärmeverbund

**Karl Lausser
GmbH**

Hauptstraße 20

94372 Pilgramsberg

Tel. +49 (0) 99 64 / 650 -0

Fax +49 (0) 99 64 / 650 -144

lausser@lausser.de

www.lausser.de

Münchens Vision: Fernwärme aus regenerativen Energien



Bis 2040 soll München die erste deutsche Großstadt werden, in der Fernwärme zu 100 Prozent aus Erneuerbaren Energien gewonnen wird. Um diese Vision zu realisieren, setzen die Stadtwerke München (SWM) in erster Linie auf die weitere Erschließung der Erdwärme.

Geothermieschatz unter München

München und das südliche Umland sind dank ihrer günstigen Lage im bayerischen Molassebecken privilegiert für die Nutzung der hydrothermalen Geothermie. Hier sind die Voraussetzungen so gut wie in nahezu keiner anderen Region Deutschlands: Unter der Erdoberfläche befindet sich in einer Tiefe von 2.000 bis 3.000 Metern ein riesiger Vorrat an umweltfreundlicher Energie – ein Heißwasservorkommen mit Temperaturen von 80 bis über 140 Grad Celsius. Die Wärme dieses Thermalwassers lässt sich optimal zum Heizen nutzen, bei hoher Temperatur auch zur Stromgewinnung. ■

SWM Fernwärme-Tradition

Die Stadtwerke München setzen bei der Energieversorgung seit jeher auf höchste Effizienz und Ressourcenschonung. Über ein Viertel des Wärmebedarfs von München wird über umweltschonende Fernwärme gedeckt. Das Münchner Fernwärmenetz zählt mit rund 800 Kilometern Länge zu einem der größten Europas. Die SWM treiben den Ausbau der Fernwärme weiter massiv



Geothermie-Anlage der SWM in München-Riem: Sichere und ökologische Wärmeversorgung für die Messestadt Riem seit 2004 ■

voran. In den nächsten Jahren ist ein Ausbauprogramm mit einem Neuanschlusswert in einer dreistelligen Megawatthöhe geplant. ■

SWM Fernwärme-Vision

Aber die SWM gehen einen Schritt weiter und wollen die ohnehin schon sehr gute Klima- und Ressourcenbilanz der Fernwärme noch einmal erheblich verbessern. Die Vision der SWM ist, München bis 2040 zur ersten deutschen Großstadt zu machen, in der Fernwärme zu 100 Prozent aus regenerativen Energien gespeist wird.

Um diese ambitionierte Vision umzusetzen, setzen die SWM in den nächsten Jahrzehnten in erster Linie auf die weitere Erschließung der Erdwärme. Dieser Geothermieschatz wird den wesentlichen Beitrag leisten.

Nachdem sie vollständig erschlossen ist, könnte auch auf die beiden „grünen Brennstoffe“ Biogas bzw. in einem letzten Schritt auch Windgas zurückgegriffen werden – abhängig von der technischen Entwicklung und Verfügbarkeit. Einen weiteren Beitrag kann der erneuerbare (biogene) Anteil im Restmüll liefern.



Technische Dienstleistungen der SWM als Partner der Geothermie... ■

Bei der Vision kommt den SWM zugute, dass der Energiebedarf zu Heizzwecken langfristig nach und nach zurückgehen wird, während der Warmwasserbedarf relativ konstant bleiben wird. Der Grund dafür sind Energieeinsparungen und Energieeffizienzmaßnahmen wie die Sanierung von Gebäuden. Damit erhöht sich in den nächsten Jahrzehnten der Anteil der einsetzbaren Geothermie an der Gesamtnachfrage. ■

SWM Erfahrung seit Jahrzehnten

Die SWM sind einer der führenden deutschen Experten für

Fernwärme und Tiefengeothermie und verfügen über eine jahrelange Erfahrung.

Eine besondere Vorreiterrolle haben die SWM mit dem Geothermie-Pilotprojekt Riem übernommen.

Dort wurde bereits ab 1994 für einen neu entstehenden Stadtteil mit der Planung der Geothermie begonnen; fünf Jahre vor der Inbetriebnahme der ersten Geothermie-Anlage in Bayern. Seit 2004 versorgt die Anlage die Messestadt Riem mit ihren ca. 16.000 Einwohnern zuverlässig mit ökologischer Fernwärme. Dadurch werden jährlich ca. 12.000 Tonnen CO₂ eingespart. Seit 2012 wird auch die Messe München in Riem als erste Messe weltweit mit Geothermie versorgt.

In Sauerlach begannen die SWM 2007 mit der Realisierung ihres ersten Geothermie-Heizkraftwerks. Die Anlage produziert 5 MW Strom und 4 MW Fernwärme für das lokale Netz in Sauerlach und spart pro Jahr 35.000 Tonnen CO₂ ein.

Das nächste Erdwärme-Projekt wird in München-Freiham realisiert werden. ■

SWM – Partner der Geothermie

Die SWM bieten ihr in zahlreichen Projekten gewonnenes Know-How



...z.B. Pumpenwechsel durch erfahrenes Personal der SWM ■

auch als Dienstleistung an. Das reicht von der Beratung im frühen Stadium eines Projekts bis hin zur Unterstützung bei Planung, Realisierung, Inbetriebnahme sowie Betriebsführung.

Hierzu gehört die Fernüberwachung, regelmäßige Begehung, Entstörung und Instandhaltung der Erzeugungsanlage bei kontinuierlicher technischer Optimierung. Als spezielle Dienstleistung haben die SWM seit neuestem auch den Ein- und Ausbau von Thermalwasserpumpen im Angebot. ■

Autoren:



Dr.-Ing. Christian Pletl
Konzeption Erzeugungsanlagen, Koordinator Geothermie



Dipl.-Ing. Stefan Birle
Leiter Betrieb Standort Mitte

SWM Services GmbH

Emmy-Noether-Str. 2
80287 München
Tel.: 089/2361-9213
Fax.: 089/2361-709213
E-Mail: birle.stefan@swm.de
www.swm.de



Münchens modernstes Wärmekraftwerk liegt tief unter der Erde.



www.swm.de

M-Wärme: zukunftsweisend dank umweltfreundlicher Erdwärme.

Besser leben mit M.



Saisonale Wärmespeicherung in tiefen Aquiferen

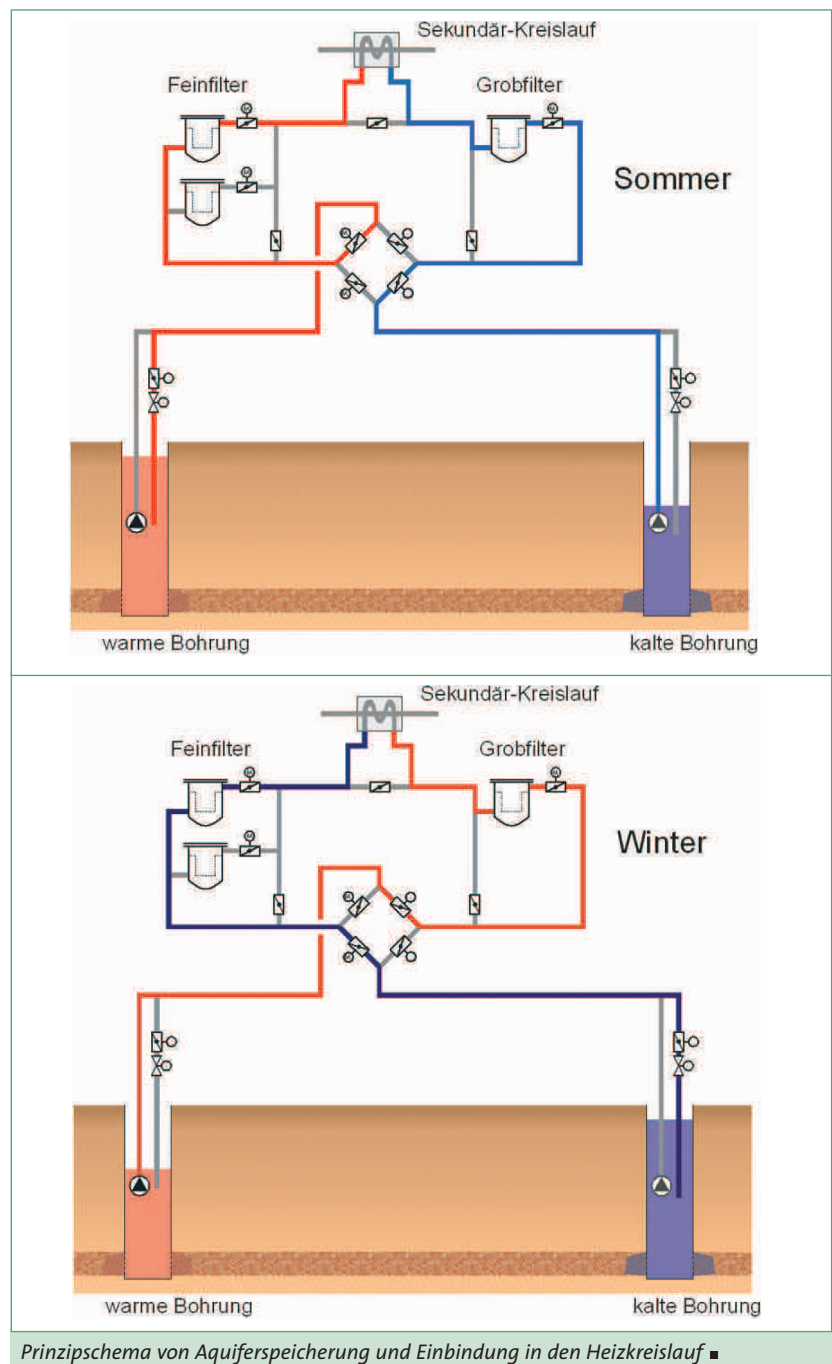
Mehr KWK für die Berliner Parlamentsbauten und Fernwärmenetz der Neubrandenburger Stadtwerke

Saisonale Wärmespeicherung

Energiespeicherung in Aquiferen bietet die Möglichkeit, eine unterschiedliche Saisonalität von Wärmedargebot und Wärmebedarf zu überbrücken, und dafür sehr große Speichervolumina bereitzustellen. Typische Jahresenergiemengen derartiger Speicher liegen zwischen 5.000 und 20.000 MWh aber auch deutlich darüber. Dafür werden pro Jahr hundertausende Kubikmeter Grundwasser zwischen den Speicherbohrungen zirkuliert. Im Vergleich dazu kann die Speicherung durch konduktiven Wärmeein- und -austrag über Erdwärmesonden, Energiepfähle oder andere erdbeherrte Bauteile nur für deutlich kleinere Bedarfsmengen in Betracht gezogen werden.

Bei der Wärmespeicherung in Aquiferen wird das dort vorhandene Grundwasser als Transportmedium zur Ein- bzw. Auslagerung und zu einem Teil auch selbst als Speichermedium verwendet. Darüber hinaus erfolgt die Speicherung in der Gesteinsmatrix des Aquifers. Besonders geeignet sind abgedeckte, homogene Porenspeicher ohne oder mit geringer natürlicher Grundwasserströmung.

Der Speicher besteht aus zwei Bohrungen bzw. Bohrungsgruppen, die in einem zuvor optimierten Abstand einen Aquifer erschließen. Beide Bohrungen sind mit Pumpen sowie einem Injektionsstrang ausgestattet, die das Durch-



Prinzipisches Schema von Aquiferspeicherung und Einbindung in den Heizkreislauf ■

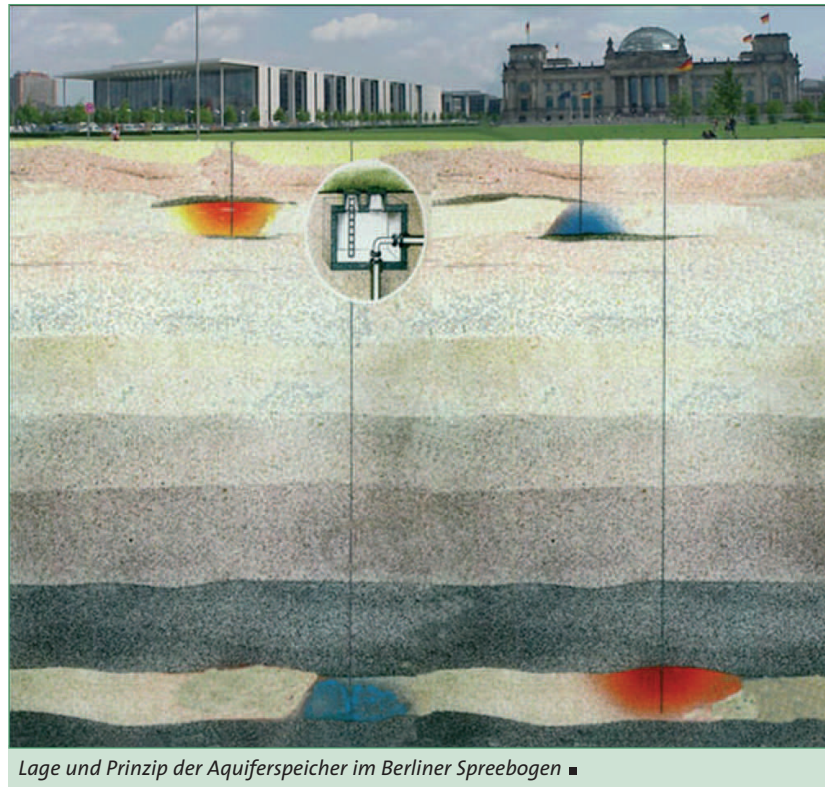
strömen der Anlage in beiden Richtungen erlauben. Wärmetauscher, die in das die Bohrungen verbindende übertägige Rohrleitungssystem integriert sind, ermöglichen das Ein- und Auslagern von Energie. Das aus der „kalten“ Bohrung entnommene Wasser wird im Sommer zum Beispiel mit Überschusswärme einer Kraft-Wärme-Kopplung oder Solarwärme erwärmt und in die eigentliche, „warme“ Speicherbohrung injiziert, wo sich im Aquifer eine erwärmte Zone bildet. Im Winter wird diese dann mit umgekehrter Strömungsrichtung abgefördert. ■

Der Wärmespeicher für die Parlamentsbauten im Berliner Spreebogen

Das Versorgungssystem der Berliner Parlamentsbauten im Spreebogen enthält zwei Aquiferspeicher, einer davon ist ein Wärmespeicher, der andere dient der Kühlung. Der Wärmespeicher besteht im Kern aus zwei 320 m tiefen Bohrungen. Er hat die Aufgabe, den Anteil der Kraft-Wärme-Kopplung verschiedener BHKW (3.200 kWe) an der Gesamtenergiebereitstellung zu steigern.

- *Nutzhorizont*
Hettang-Untersinemur
- *Tiefe*
320 m
- *ungestörte Thermalwassertemperatur*
20 °C

1999 wurden die beiden Aquiferspeicher am Berliner Spreebogen von der Bundtagsverwaltung in Betrieb genommen. Der Wärmespeicher wurde dann bis zum Herbst 2002 ausschließlich beladen und erfuhr im Winter 2002/2003 die erste Entladung. Die Energieumsätze (1.500 bis 3.000 MWh/a) und Rückgewinnungsgrade des Speichers sind in erster Linie von der Bedarfs-Über-

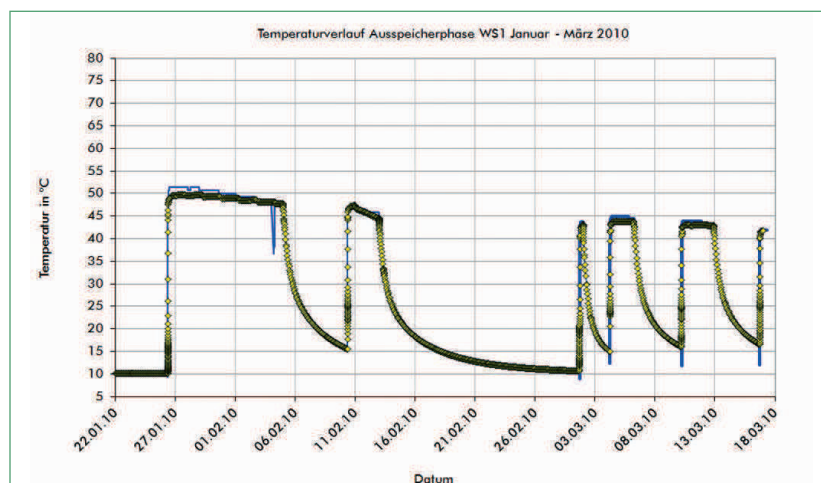


Lage und Prinzip der Aquiferspeicher im Berliner Spreebogen ■

schuss-Situation des jeweiligen Jahres abhängig, jedoch wurden mehrfach Werte zwischen 60 % und 80 % erreicht.

Das System ist auf eine maximale Zirkulationsrate von 100 m³/h ausgelegt. Die Beladung (Sommerbetrieb) erfolgte anfangs mit 70 °C. In den letzten Einspeicherphasen wurde diese Temperatur betriebsbedingt auf 55 - 60 °C gesenkt, da dies ausreicht, die Niedertemperaturheizungen im Reichstagsgebäude und im Paul-Löbe-Haus (45 °C/30 °C) im direkten Wärmeübergang zu

bedienen. Die thermische Beeinflussung des Grundwassers bei einer Nutzung als Wärmeträgerfluid eines Aquiferspeichers kann potenziell einige chemische und mikrobiologische Veränderungen hervorrufen, die Einfluss auf die Betriebssicherheit und die Lebensdauer der Speicheranlagen haben. Darum wurde der Speicherbetrieb im Rahmen von Forschungsprojekten von einem kontinuierlichen Monitoring der chemischen und mikrobiologischen Fluidparameter begleitet. Nachhaltige Änderun-



Vergleich von gemessener (blau) und mit einem kombinierten Bohrungs-Aquifer-Modell simulierter Ausspeichertemperatur (schwarz/gelb) ■

gen im Chemismus des Tiefenwassers konnten dabei nicht festgestellt werden. Mineralneubildungen beeinträchtigen nicht den Betrieb.

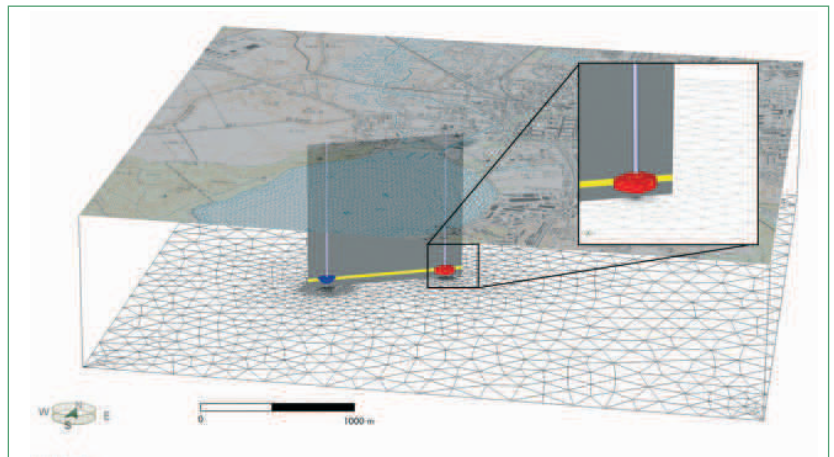
Die numerische Simulation mit 3-dimensionalen Modellen des Aquifers ermöglicht eine sehr gute Vorhersage des Speicherhaltens. Im Unterschied zu geothermischen Dubletten besteht bei Aquiferspeichern durch die Messung der Ausspeichertemperatur eine Möglichkeit der thermischen Modellkalibrierung und damit einer Erhöhung der Zuverlässigkeit der Prognose. Die Abbildung zeigt die hervorragende Übereinstimmung der gemessenen Ausspeichertemperatur mit dem Simulationsresultat sowohl im Kurzzeit- als auch im Langzeitverhalten. Für die konkrete geologische Situation an einem potenziellen Standort und die jeweilige Bedarfssituation können mit einem numerischen Modell verschiedene Betriebsweisen simuliert und so die energetisch oder betriebswirtschaftlich optimale Variante ermittelt werden. ■

Der Wärmespeicher im Neubrandenburger Fernwärmenetz

Ein Großteil der Gebäude der Stadt Neubrandenburg (Mecklenburg-Vorpommern) ist an ein Hochtemperatur (130°C/60°C)-Fernwärmenetz angeschlossen. In dessen Grundlast arbeitet ein Gas- und Dampfturbinenheizkraftwerk mit 77 MW elektrischer und 90 MW thermischer Leistung.

Im Sommer wurde früher das Effizienzpotenzial dieser Kraft-Wärme-Kopplung nicht ausgenutzt. Der Wärmeabsatz ist in dieser Zeit recht gering. Er liegt weit unterhalb der Minimallast des Kraftwerkes und die Differenz wurde über Kühltürme abgeführt.

Die Neubrandenburger Stadtwerke betreiben darüber hinaus ein weiteres, kleineres Fernwärmenetz von 12 MW auf Niedertemperaturniveau (80 °C/45 °C), das von



Bohrungen des Neubrandenburger Speichers und thermisch beeinflusste Bereiche im Untergrund ■

1987 bis 1998 hydrogeothermisch aus einem tiefen Aquifer mit folgender Charakteristik versorgt wurde:

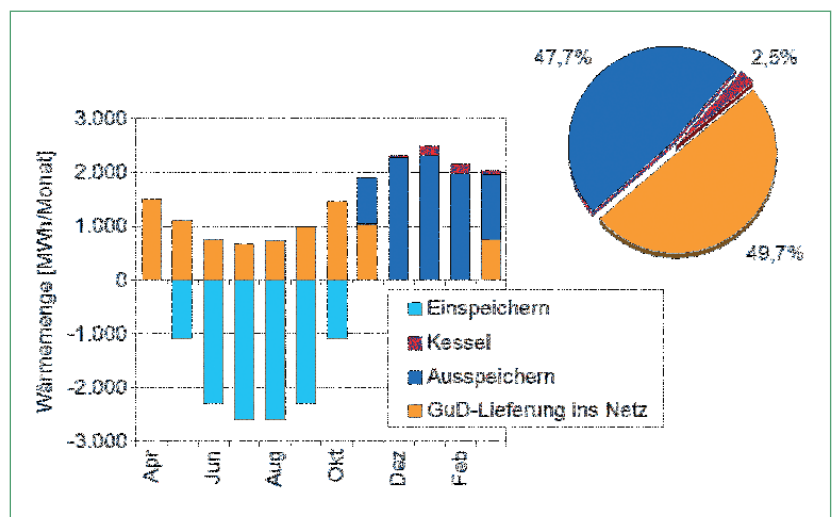
- *Nutzhorizont*
Hettang/Oberer Postera
- *Tiefe*
1.200 m – 1.300 m
- *ungestörte Thermalwassertemperatur*
53 °C – 55 °C

Die Geothermieanlage wurde später in einen Aquiferspeicher mit einer Zirkulationsrate von 100 m³/h überführt. Überschusswärme aus dem Kraftwerk dient dazu, das im Untergrund existierende Wärmepotenzial um 40 K auf bis zu 90 °C aufzuwerten.

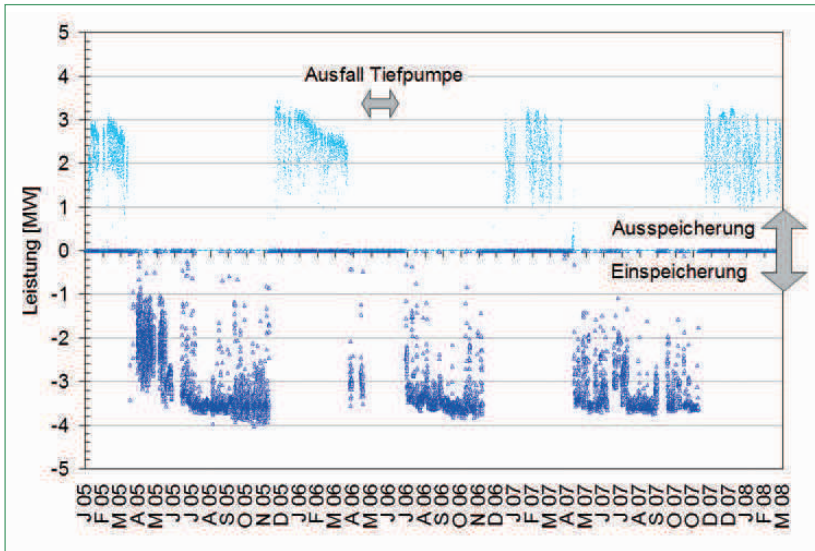
Das Ergebnis der numerischen Simulation des Untergrundes in der folgenden Abbildung gibt eine Vorstellung der Größenverhältnisse und der Lage des Speicherbereiches.

Seit 2005 läuft der Wärmespeicherbetrieb faktisch ohne gravierende speicherbedingte Probleme, nur gesteuert durch die Wärmeüberschuss-/Wärmebedarfssituation und unterbrochen durch die jährliche Kraftwerksrevision und einige Tiefpumpenausfälle. Mittlerweile sind also zehn vollständige Jahreszyklen absolviert.

Nach der Stilllegung der hydrothermalen Geothermieanlage entstammten ca. 50 % der benötigten Wärme aus der Kraft-Wärme-Kopplung. Die restlichen 50 % (ca. 9.000 MWh/a) lieferten konventionelle Spitzenlastkessel. Plangemäß sollte dieser Einsatz von fossilen



Anteile verschiedener Erzeuger an der Bedarfsdeckung – Planwerte mit Aquiferspeicher ■



Typische Wärmeleistungen in den Ein- und Ausspeicherphasen 2005-2008 ■

Energieträgern auf 2,5 % vermindert werden. Dazu waren 12.000 MWh Überschusswärme aus dem Kraftwerk saisonal zu verschieben und von diesen, nach Abzug von Speicherverlusten, ca. 8.800 MWh in das Versorgungssystem einzuspeisen.

Beispielhaft sind Betriebsdaten des Aquiferspeichers zwischen 2005 und 2008 dargestellt. Heizleistungen der sommerlichen Wärmeein-

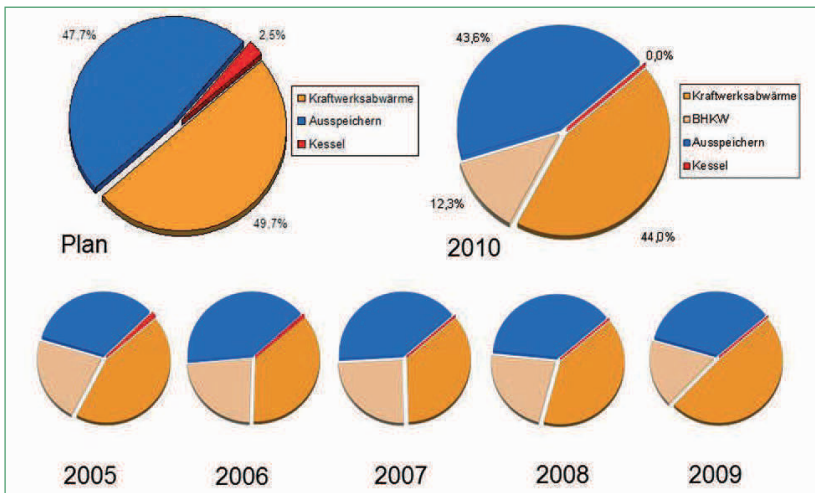
lagerung mit 80 °C ... 90 °C im Bereich von 3 bis 4 MW stehen bedarfsgesteuerten winterlichen Entnahmen in die Grundlast des Fernwärmenetzes zwischen 3,5 und 2 MW und mit über die Heizperiode abfallenden Temperaturen zwischen 78 °C und 72 °C gegenüber.

Letztlich gelingt es mit der Anlage, das auf energetischem Gebiet gesetzte Ziel zu erreichen und

bzgl. des Restanteils konventioneller Kesselwärme sogar zu überbieten. Die Abbildung unten zeigt darüber hinaus, dass dieser Erfolg auch auf der zwischenzeitlich erfolgten Installation eines kleinen Klärgas-BHKW beruht. ■

Fazit

Die vorgestellten Projekte zeigen, dass Aquiferspeicher über viele Betriebsjahre erfolgreich, kontinuierlich und sicher betrieben werden können. Derartige Großspeicher erfordern in der Planungsphase besondere Aufmerksamkeit bei der Vorhersage der Energiebedarfs-/überschuss-situation und müssen im Betrieb zwingend einem umfassenden Monitoring unterzogen werden. In Kombination mit schnell reagierenden Kurzzeitspeichern bieten Sie zukünftig ein Werkzeug, die Energiewende mit ihren Flexibilisierungszwängen zu bewältigen. ■



Betriebsergebnisse und Kontinuität des Anteils der verschiedenen Erzeuger über mehrere Betriebsjahre ■

Autoren:



Dr. Frank Kabus



Dr. Jörn Bartels

Geothermie Neubrandenburg GmbH

gtn@gtn-online.de
www.gtn-online.de



Wir stellen die Zukunftstechnologien aus Bayern noch mehr ins Rampenlicht, damit mehr interessierte Menschen mehr zukunftsweisende Informationen aus Forschung, Entwicklung und Anwendung erhalten.

Unsere Magazine stehen Ihnen auch elektronisch zur Verfügung.

Nehmen Sie einen echten "Mehrwert" in Anspruch!



www.media-mind.info

media mind GmbH & Co. KG
 80992 München, Hans-Bunte-Str.5
 Tel.: 089/23 55 57-3, Fax: 089/23 55 57-47
 E-Mail: mail@media-mind.info

Geothermieranlagen konform in Verkehr bringen, in Betrieb nehmen und sicher betreiben

Kein Tiefengeothermie-Projekt gleicht dem anderen, die Stromerzeugungsanlagen arbeiten beispielsweise mit unterschiedlichen Medien (z.B. Ammoniak, Isopentan). Schlussendlich stehen jedoch immer das Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme der Anlagenkomponenten an. Verzögerungen, Zusatzkosten und Sicherheitsmängel können Folgen sein – und den wirtschaftlichen Betrieb gefährden. TÜV SÜD zeigt, was bei Planung, Errichtung und Inbetriebnahme von Geothermieranlagen zu beachten ist.

Sind die Tiefenbohrungen erfolgreich abgeschlossen, dann benötigt der Betreiber ein geeignetes Anlagenkonzept. Doch welches kann die Möglichkeiten voll ausschöpfen? Hohe Drücke und Temperaturen, korrosives Thermalwasser und mechanische Belastungen strapazieren Pumpen, Kessel und Rohrsysteme, die bei jedem Projekt präzise auf die spezifischen Gegebenheiten abgestimmt werden müssen – gewissermaßen einem Prototyp gleich. Bei der Realisierung stellt das Betreiber und Hersteller vor vielfältige Herausforderungen.

Das technische Equipment wird heute weltweit eingekauft, fernab der lokalen Märkte hergestellt, zusammgebaut und dann geliefert. Das birgt projektkritische Risiken. Beispielsweise stellt sich oft erst auf der Baustelle heraus, dass die Konformitätserklärung fehlt, sodass zweifelhaft ist, ob die sicherheitsrelevanten Mindestanforderungen der EU erfüllt sind. Oder Spezifikationen zu Anlageanteilen wurden von den Herstellern unterschiedlich ausgelegt. Oft fehlen auch wichtige Doku-



Abb. 1: Die Kräfte aus dem Erdinneren sicher beherrschen: Kommunikation zwischen allen Projektbeteiligten ist der Schlüsselfaktor für ein stimmiges Anlagenkonzept (Ich/Pixelio) ■

mente für Inbetriebnahme, Instandhaltung und zu Sicherheitskonzepten. ■

Hersteller und Betreiber in der Pflicht

Von Beginn an sollte deshalb ein besonderes Augenmerk auf die relevanten Richtlinien und Verordnungen gelegt werden. Für Hersteller und das Inverkehrbringen ihrer Produkte sind die Richtlinien der europäischen Union

von Bedeutung, beispielsweise die Druckgeräterichtlinie, die Maschinenrichtlinie und die ATEX-Richtlinie. Sie legen die Mindestanforderungen fest und übertragen die Verantwortung für die Produktsicherheit an die Hersteller bzw. autorisierte Händler. Konforme Produkte versehen sie mit dem CE-Kennzeichen, dem Symbol für EU-Konformität und Produktsicherheit. Es dokumentiert, dass das Produkt den Min-

destanforderungen zum Zeitpunkt des Inverkehrbringens genügt.

Mit dem Erwerb geht die Verantwortung an den Betreiber über, der den ordnungsgemäßen Zustand prüfen und die spätere, bestimmungsgemäße Betriebsweise sicherstellen muss. Wichtig für die korrekte Inbetriebnahme und den sicheren Arbeitsbetrieb sind nationale Vorgaben wie die Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV) und die Technischen Regeln für Betriebssicherheit (TRBS). Auch weitere Vorschriften sind wichtig, denn jedes einzelne Projekt erfordert spezifische Maßnahmen – wegen dem erhöhten Gefahrenpotenzial, wenn beispielsweise eine Kalina-Anlage zur Stromerzeugung vorgesehen ist.

Daraus folgt, dass die Grenzen zwischen Herstellung, Inverkehrbringen und Inbetriebnahme oftmals fließend sind: In der Realität kommt es häufig vor, dass Komponenten und Baugruppen erst auf der Baustelle zu funktionalen Systemen zusammengesetzt und einem ersten Probetrieb unterzogen werden. Und schon zu diesem Zeitpunkt müssen die Anforderungen an den Arbeits- und Gesundheitsschutz in vollem Umfang gewährleistet werden. Es stellt sich fortwährend die Frage

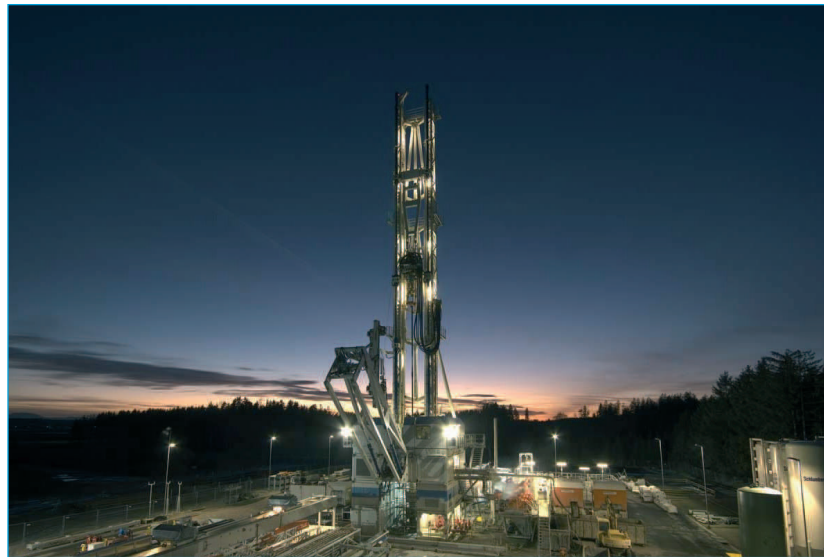


Abb. 2: Sind die Tiefenbohrungen erfolgreich abgeschlossen, dann geht es um die Frage: Wie muss das Geothermiekraftwerk konstruiert und beschaffen sein? (Herrenknecht Vertical) ■

nach der Verantwortung: Wofür ist der Hersteller verantwortlich, wofür der Betreiber, der Dienstleister, die Drittfirma? ■

Wer ist wann für was verantwortlich?

Auch wird deutlich, dass die Richtlinien nur die allgemeinen Mindestanforderungen decken. Darüber hinaus müssen alle technischen Spezifikationen präzise festgelegt werden. Wichtig sind deshalb das Lastenheft, konkrete Vereinbarungen und detaillierte Verträge. Denn Missverständnisse und Fehler können effektiv nur im Vorfeld mit einem gesicherten

Informationsfluss und funktionalen Kommunikationskanälen unterbunden werden.

Bei Geothermie-Projekten arbeiten Experten aus verschiedenen Fachrichtungen zusammen (z.B. Konstrukteure, Verfahrenstechniker, Betriebspersonal, usw.). Deshalb ist eine systematische Vorgehensweise empfehlenswert. Die „Leitwort“-Methode hat sich als geeignetes Hilfsmittel erwiesen, die sogenannte HAZOP-Analyse. Damit können zielgerichtet Risiken des Projektes identifiziert und Strategien zur Vermeidung entwickelt und nachvollziehbar dokumentiert werden.

Kern der HAZOP-Analyse (englisch für Hazard and Operability, zu Deutsch Gefahr und Bedienbarkeit) ist die fachliche Diskussion beteiligter Experten, die von einem erfahrenen und technisch versierten Moderator geleitet wird. Vor dem Hintergrund der gesetzlichen Vorgaben und dem Stand der Technik diskutieren die Teilnehmer kritische Schnittstellen und Projektpunkte sowie mögliche Störungen, die den späteren, planmäßigen Betrieb negativ beeinflussen können

So bieten HAZOP-Analysen bereits in der Planungsphase die Möglichkeit, potenzielle Betriebsrisiken zu qualifizieren, die An-



Abb. 3: Geothermiekraftwerke (hier das Kraftwerk in Unterhaching) sind komplexe Anlagen, bei denen es auf das sichere Zusammenspiel zahlreicher Komponenten ankommt (Geothermie Unterhaching) ■

lagensicherheit systematisch zu bewerten und diese aktiv zu verbessern. Ein erfahrener, unabhängiger TÜV SÜD-Moderator leitet dazu ein interdisziplinäres Team aus internen und externen Experten, die anhand von ausgewählten Leitfragen Schwachstellen in der Konzeption aufdecken. ■

Projekt perfekt durch HAZOP-Analyse

Ein sachverständiger Schriftführer fixiert die Ergebnisse und fasst sie für alle Teilnehmer in einem Protokoll zusammen. Offene Punkte werden in einer Aktionsliste zusammengefasst. Im weiteren Projektverlauf kann dann gezielt auf die Ergebnisse der Diskussion zurückgegriffen und so Planungsfehler frühzeitig aufgedeckt werden. Nicht zuletzt bilden die gesammelten Daten und Fakten aus der Expertenrunde eine solide Ausgangsbasis für Verträge, Verhandlungen mit Versicherungen und die Formulierung präziser Lieferspezifikationen im Lastenheft. Durch die offene Diskussion wird das Verfahren den vielfältigen Aspekten gerecht, die zu Missverständnissen bei Planung und Projektierung führen können. Welche Normen, Regelwerke und Gesetze sind unter den gegebenen Bedingungen zu beachten? Welche Verfahren, Materialien und Baustoffe



Abb. 4: Die Richtlinien decken nur die allgemeinen Mindestanforderungen. Darüber hinaus müssen alle technischen Spezifikationen präzise festgelegt werden (TÜV SÜD) ■

können für welchen Zweck überhaupt verwendet werden? Welche formellen Abläufe und bürokratischen Prozesse sind für den Probebetrieb von Teilanlagen und die ordnungsgemäße Inbetriebnahme essenziell?

Die HAZOP-Analyse ist gesetzlich nicht vorgeschrieben. Sie wird aber als Gefahren- und Risikoanalyse in verschiedenen Regelwerken und Normen explizit genannt. An entscheidenden Punkten der Projektphasen ist die HAZOP-Analyse überaus sinnvoll (z.B. Basis-HAZOP, Design-HAZOP). Alle Beteiligten profitieren von einem verbesserten Sicherheitsniveau durch gezielten Informationsaustausch, konkrete Absprachen und präzise Spezifi-

kationen. Die Dokumentation kann Konformitätsbewertungsverfahren erleichtern und wichtige Hinweise zu Prüfungen bei der Inbetriebnahme liefern. Da sie auch einen detaillierten Überblick über den Sicherheitsstand gibt, kann sich die HAZOP-Analyse auch positiv auf Genehmigungsverfahren und Versicherungskonditionen auswirken. ■

Autoren:



Dipl.-Ing.
Günter Hein



Dipl. Ing
Roland Salomon

TÜV SÜD Industrie Service GmbH-
Niederlassung München
Abteilung Dampf- und Drucktechnik
Anlagensicherheit und Störfall-
vorsorge

Westendstr. 199
80686 München

Herr Hein:
Telefon: +49 (0) 89 - 57 91 - 25 83
E-Mail: guenter.hein@tuev-sued.de

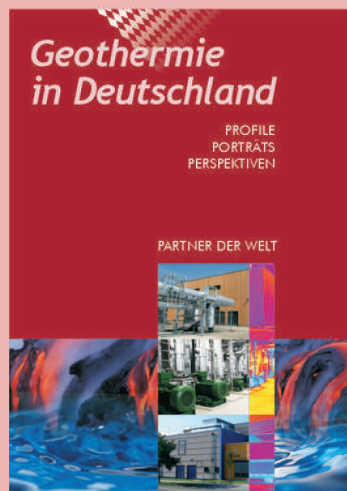
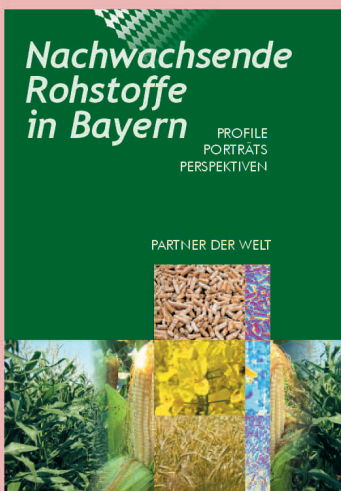
Herr Salomon:
Telefon: +49(0) 89 - 57 91 - 27 57
E-Mail: roland.salomon@tuev-sued.de
www.tuev-sued.de/is



Abb. 5: Bei der HAZOP-Analyse kommen Experten unterschiedlicher Fachgebiete zusammen, um Sicherheitsfragen und Anlagenkonzepte zu diskutieren (Stephanie Hofschlaeger/Pixelio) ■

Magazinreihe

Zukunftstechnologien in Bayern

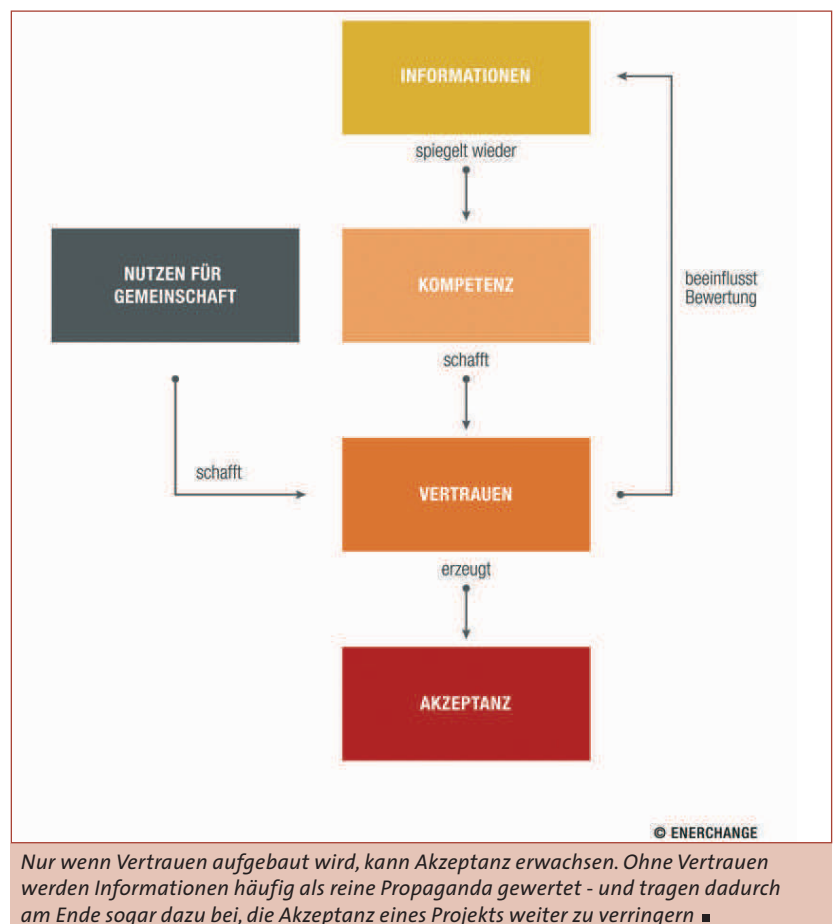


Analysen und Maßnahmen zur Verbesserung der Öffentlichkeitsarbeit für Geothermieprojekte

Ergebnisse eines Forschungsprojekts

Die Nutzung der geothermischen Ressourcen bleibt in Deutschland hinter ihren Möglichkeiten zurück. Dies liegt unter anderem an den oft erheblichen Widerständen in der Bevölkerung und bei lokalen Entscheidungsträgern – die nicht zuletzt aus der teilweise mangelhaften Kommunikation der Projektbetreiber mit der Bevölkerung resultieren. Ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördertes Forschungsvorhaben der Agentur Enerchange hat im Zeitraum 2011 bis 2013 untersucht, wie die Öffentlichkeitsarbeit von Projektbetreibern in Deutschland zu bewerten ist, welche Erkenntnisse man aus der Analyse ziehen kann und wie diese zur Verbesserung der PR und damit der Akzeptanz von Geothermieprojekten beitragen können. Ein PR-Leitfaden bildet das Fazit dieser Untersuchungen und verdichtet die Erkenntnisse zu praxisnahen Empfehlungen für eine wirkungsvolle Öffentlichkeitsarbeit speziell für Geothermieprojekte.

Ziel der ersten Projektphase war es, Zusammenhänge zwischen Öffentlichkeitsarbeit und Wahrnehmung von Geothermieprojekten bei Bürgern und Medien zu untersuchen. Vier Projekte wurden dabei detaillierter untersucht: Die Geothermieanlagen in Bruchsal, Unterhaching und Landau sowie das Geothermieprojekt in Brühl. Mit einem Drittel aller Berichte aus regionalen und überregionalen Zeitungen sowie Fachzeitschriften aus den Jahren 2010 und 2011 stand insbesondere die Geothermieanlage in Landau unter intensiver Beobachtung der Medien – vor allem bedingt durch die Erschütterungen, die das Kraftwerk 2009 ausgelöst hatte und die daraus erwachsenden Konflikte mit Gegnern vor Ort. Ganz anders die Presseberichterstattung zu Brühl, über das überregional wenig und fast ausschließlich in Baden-Württemberg berichtet wird. Dabei ist das in der Bevölkerung umstrittene





Die Kalina-Anlage des Geothermiekraftwerks in Bruchsal.

Foto: Marcus Brian, Enerchange ■

Projekt ein Beispiel dafür, dass Risikokommunikation mehr ist, als nur Informationen verständlich zu vermitteln. Denn obwohl der Projektbetreiber seine Öffentlichkeitsarbeit mit der zunehmenden Dynamik des Konflikts zeitweise erheblich ausgebaut hatte, zeigte die Stakeholderanalyse, dass die Bevölkerung darin fast nur Propaganda sah. Eine inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Projekt fand nicht mehr statt, da kein wechselseitiges Vertrauen aufgebaut und nicht ausreichend um Zustimmung in der Bürgerschaft geworben worden war. Stattdessen lag der Schwerpunkt, wie bei allen Projekten, auf der politischen Beziehungspflege – eine Überbetonung, die häufig zulasten der Bevölkerung geht. Auch das Forschungskraftwerk in Bruchsal wurde von den Projektbe-



Im Inneren des Kraftwerks in Unterhaching. Foto: Geothermie Unterhaching GmbH & Co. KG ■

treibern nicht aktiv positioniert; die Öffentlichkeitsarbeit beschränkte sich auf wenige Maßnahmen, zum Beispiel einer Feier zur offiziellen Inbetriebnahme. Vor Ort ist das Kraftwerk kaum bekannt, da es relativ versteckt im Industriegebiet liegt und die jahrzehntealten Bohrungen keinerlei Probleme bereiten. Eine Garantie, dass es in Bruchsal weiterhin ruhig bleibt, ist das aber nicht. So könnte es Kritik geben, wenn beispielsweise das Kraftwerk ausgebaut werden soll und dafür neue Bohrungen erforderlich sind. In einer solchen Situation ist es von Vorteil,

Analyse zeigt Verbesserung der PR aber noch viel Luft nach oben

In der Gesamtschau der Analysephase zeigte sich, dass die Öffentlichkeitsarbeit bei allen Projektbetreibern zwar in den vergangenen Jahren ausgebaut wurde, aber überall noch optimiert werden kann. Festzustellen ist zum Beispiel, dass es bislang häufig an konzeptionellen Überlegungen zur PR mangelt und so eine vorausschauende Öffentlichkeitsarbeit kaum möglich ist. Statt selbstinitiativ Themen zu besetzen, wird



Der Dreischritt der PR-Konzeption im Überblick: Auf einer ausführlichen Analyse baut die Strategie auf, die meist zwingend zu bestimmten Maßnahmen führt ■

wenn man im Vorfeld Vertrauen aufgebaut und Identifikationsangebote geschaffen hat.

Mit der Nahwärme verfügt das Kraftwerk in Unterhaching über einen für die Bevölkerung ganz unmittelbaren Nutzen. Dementsprechend wurde in den Interviews mit den Stakeholdern vor allem die lokale Energieversorgungssicherheit hervorgehoben. Obwohl mit professioneller PR erst spät aus der Notwendigkeit des Fernwärmeabsatzes heraus begonnen wurde, genießt das Kraftwerk eine hohe Akzeptanz verbunden mit einer sehr geringen Risikowahrnehmung. Indem die lokal stark verankerten Initiatoren das Projekt den Menschen im persönlichen Kontakt nahegebracht und in Zusammenarbeit mit lokalen Organisationen vorangetrieben haben, ist das Kraftwerk aus der Mitte der Gesellschaft heraus entstanden. Auf informellem Weg waren die Bürger an der Entstehung beteiligt und konnten so Vertrauen aufbauen. Die mediale Ausstrahlung des Vorzeigeprojekts bleibt weitgehend auf Bayern beschränkt. ■

meist nur reagiert. Der öffentliche Raum bleibt dadurch oft unbesetzt, was es in konfliktreichen Situationen schwierig macht, mit der eigenen Deutung von Ereignissen ausreichend Gehör zu finden. Zudem gibt es die Tendenz, sich zu sehr den Gegnern von Projekten zu widmen, statt die Befürworter sichtbar zu machen und die neutral eingestellten Bevölkerungsgruppen für sich zu gewinnen. In diesem Zusammenhang wird oft versäumt, Bündnispartner aus Verbänden, Vereinen und anderen Institutionen der Zivilgesellschaft, die als Multiplikatoren fungieren, einzubinden.

Positiv zu vermerken ist, dass zunehmend professionell gemachte Projektinformationen zur Verfügung stehen. Allerdings sind sie häufig noch textlastig und zu sehr darauf fokussiert, die Geothermie zu erklären, statt sich primär mit den für die Bevölkerung relevanten Fragen zu beschäftigen – beispielsweise welchen Lärm man zu erwarten hat



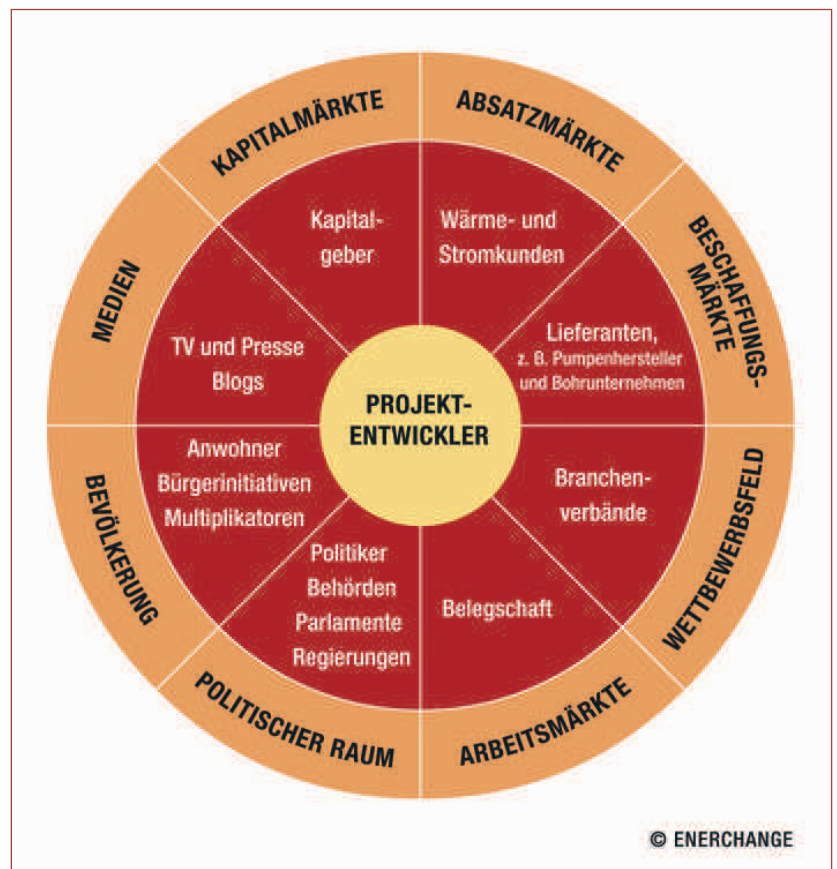
Bürgerbeteiligung gehört zumindest im Oberrheingraben zum Pflichtprogramm der Öffentlichkeitsarbeit. Foto: Marcus Brian, Enerchange ■

oder wie Flurschäden bei seismischen Voruntersuchungen in Ordnung gebracht werden. Bei den Online-Auftritten hat sich die Situation ebenfalls verbessert, essentielle Dinge wie zum Beispiel ein eigener Bereich für die Presse fehlen aber teilweise immer noch. Zudem werden die Inhalte nur selten über Bilder, Video- oder Audioangebote vermittelt. Social Media werden nur in Ausnahmefällen genutzt, spielen aber bei dem doch vorwiegend lokalen Kommunikationsprozess ohnehin eine bislang nur untergeordnete Rolle.

Die lokalen Gegebenheiten gilt es ganz generell in der Kommunikation von Geothermieprojekten zu berücksichtigen und in die Planung der PR einfließen zu lassen. So gehören Bürgerbeteiligung und öffentliche Veranstaltungen für Vorhaben im Oberrheingraben zumindest momentan zum Pflichtprogramm der Öffentlichkeitsarbeit, während dies im Molassebecken von Fall zu Fall entschieden werden muss. Wenn Veranstaltungen geplant werden, so zeigen die Erfahrungen und Erkenntnisse im Rahmen der PR-Analyse, empfiehlt es sich, einen

neutralen und geschulten Moderator hinzuziehen, statt Vertreter der Lokalpolitik oder des Projektinitiators moderieren zu lassen. Wichtig für das Selbstverständnis der Kommunikation für Geother-

mieprojekte ist: Seit den Erschütterungen in Basel und Landau und den Hebungen in Staufen, die im Rahmen einer oberflächennahen Bohrung auftraten, nimmt die Bevölkerung vor allem im Oberrheingraben die tiefe Geothermie als Risiko wahr. Projektbetreiber sollten daher auch Risikokommunikation betreiben. Entscheidend ist dabei nicht, wie sie selbst die Technologie sehen, sondern wie die Menschen sie beurteilen. Ihre Sorgen und Bedenken müssen ernst genommen und in der Kommunikation adäquate Antworten darauf gefunden werden. Wie Bürger ein Risiko wahrnehmen, hängt vor allem von der Beziehungsqualität zum Projektbetreiber ab. Jegliche Risiken im Vorfeld zu negieren, geht an der Realität vorbei und ist deshalb nicht ratsam. Kriseninterventionspläne und Pläne darüber, wie ein Störfall bewältigt werden soll, sind integraler Bestandteil der Risikokommunikation. ■



© ENERCHANGE

Die für Projektentwickler und Betreiber von Geothermieanlagen relevanten Zielgruppen auf einen Blick ■

Erfahrungen und Erkenntnisse aus erster Phase fließen in zwei PR-Konzepte ein

Um die in der ersten Phase gewonnenen Erkenntnisse zeitnah in eine praktische Anwendung einfließen lassen zu können, wurde in der zweiten Phase des Forschungsvorhabens je ein PR-Konzept für ein Projekt in der Startphase und ein Projekt im Betrieb entwickelt. Hierfür wurde ein noch nicht öffentlich bekanntes Projekt im Oberrheingraben ausgewählt sowie das Geothermiekraftwerk in Landau. Insbesondere die Situationsanalyse für ein noch nicht bekanntes Projekt stellt eine gewisse Herausforderung dar, da der Erkenntnisgewinn sich auf die Desktoprecherche und Gespräche mit den wenig „Eingeweihten“ begrenzt (z. B. dem Bürgermeister). Aufschlussreichere Quellen wie etwa ausführliche Interviews mit den wichtigsten Stakeholdern vor Ort scheiden aus. Der PR-Leitfaden beinhaltet deshalb einen speziell auf diese Situation abgestimmten Exkurs, der auf den Erfahrungen aus der Erstellung des PR-Konzepts für beruht.

Neben der Recherche und der darauf aufbauenden Situationsanalyse beinhalten konzeptionelle Überlegungen immer auch die Frage nach den Zielen und Zielgruppen, die man mit seiner Kommunikation erreichen will. Für Initiatoren von

Geothermieprojekten oder Betreibern von Anlagen kommen als Zielgruppen neben den Anwohnern, der Bevölkerung im Allgemeinen, der Lokalpolitik und den Medien insbesondere auch die wichtigen Stakeholdern vor Ort, die Wissenschaft oder Behörden in Frage. Die Analyse der Zielgruppen ist für eine wirkungsvolle PR wichtig – denn wer seine Zielgruppen nicht kennt, kann Botschaften und Maßnahmen nicht passgenau zuschneiden und kommuniziert unter Umständen an ihren Bedürfnissen vorbei.

Erst am Ende der Überlegungen, wie die Öffentlichkeitsarbeit für ein Projekt ausgerichtet sein sollte, stellt sich die Frage nach den passenden Maßnahmen. Sie sind per se projektspezifisch und müssen entsprechend der Situation vor Ort ausgerichtet werden. Dennoch lassen sich eine Reihe von Maßnahmen identifizieren, die in der Regel Bestandteil der Projekt-PR sein sollten. Diese werden in dem PR-Leitfaden vorgestellt und erläutert – unterteilt in allgemeingültige Maßnahmen, Maßnahmen zur Bekanntmachung des Projekts und PR-Aktivitäten für eine Seismik-Kampagne. Die Form der Bürgerbeteiligung ist dabei ein besonders wichtiger Bereich im Maßnahmenpaket – deshalb wird diesem Thema ein eigenes Kapitel gewidmet.

Unterm Strich zeigt sich, dass die Akzeptanz von Geothermieprojek-

ten vor allem eine Frage des Vertrauens ist. Öffentlichkeitsarbeit kann deshalb nur dann erfolgreich sein, wenn es ihr gelingt, eine Vertrauensgrundlage zu schaffen, auf deren Basis Informationen zu einem Projekt als solche angenommen und nicht etwa als bloße Propaganda aufgefasst werden.

Frühzeitige, ehrliche und strategisch ausgerichtete Kommunikation hilft ebenso, dieses Vertrauen zu schaffen wie das Bewusstsein, dass Öffentlichkeitsarbeit immer als erstes Hörrohr und Seismograph ist, dann Kompass und schließlich erst Sprachrohr. ■

Autor:



Marcus Brian

ENERCHANGE
agentur für erneuerbare energien
PR | Veranstaltungen | Publikationen |
Beratung

Goethestraße 4
D-79100 Freiburg
T +49 761-38 42 10 01
Durchwahl: 38 42 10 02
F +49 761-38 42 10 05
marcus.brian@enerchange.de
www.enerchange.de
twitter: @enerchange



Das im Juni 2011 gestartete Forschungsvorhaben „Evaluation der Öffentlichkeitsarbeit für Geothermieprojekte in Deutschland und Erarbeitung von praxisbezogenen Hilfestellungen für Entwickler und Betreiber von geothermischen Anlagen“ umfasste drei Phasen: Im ersten Schritt wurde die Öffentlichkeitsarbeit, Medienberichterstattung und Akzeptanz für die Geothermieanlagen in Bruchsal, Unterhaching und Landau sowie für das Projekt in Brühl untersucht. Phase 2 beinhaltete die Erstellung eines PR-Konzepts für das Kraftwerk Landau und für ein geplantes Geothermieprojekt. Die Erstellung des PR-Leitfadens (siehe nebenstehende Abbildung) bildete den dritten und letzten Teil des Forschungsvorhabens. Wesentliche Projektpartner waren das Europäische Institut für Energieforschung (Eifer), die Stiftung Risiko-Dialog St. Gallen sowie die EnBW Energie Baden-Württemberg AG.

Alle im Rahmen des Forschungsprojekts veröffentlichten Unterlagen sowie der PR-Leitfaden finden sich unter www.pr-geothermie.de

Oberflächennahe Geothermie – eine Technik mit vielen Facetten

Nachhaltiger Klimaschutz ist nur durch die Umsetzung einer sofortigen Energiewende zu realisieren. Diese Forderung wird auch von der Internationalen Energie-Agentur (IEA) nachdrücklich angemahnt. Die oberflächennahe Geothermie bildet dabei zusammen mit anderen Erneuerbaren Energien einen wichtigen Eckpfeiler einer zukünftigen Wärme- und auch Kälteversorgung. Diese Rolle verdankt sie nicht zuletzt der Vielfalt möglicher Technologien und Anwendung.

Geothermische Energie ist nach der VDI-Richtlinie 4640 definiert als die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde, wobei nur die obersten 10 – 20 m von einem Wärmeeintrag über die Oberfläche beeinflusst werden. Der begriffliche Übergang von oberflächennaher auf Tiefe Geothermie wurde auf etwa 400 – 500 m Tiefe festgelegt.

Der Wärmefluss aus dem Erdinneren stammt einerseits aus der Entstehungszeit der Erde und andererseits aus dem natürlichen radioaktiven Zerfall in der Erdkruste und ist mit $0,03 - 0,20 \text{ W/m}^3$ relativ niedrig. Die häufig geäußerte Auffassung es handle sich um „gespeicherte Sonnenenergie“ ist nicht korrekt.

Nahe der Erdoberfläche liegt in Deutschland die mittlere Temperatur des Erdbodens im Bereich $7 - 11 \text{ }^\circ\text{C}$. Unterhalb der neutralen Zone von 10 – 20 m (Abb. 1), das

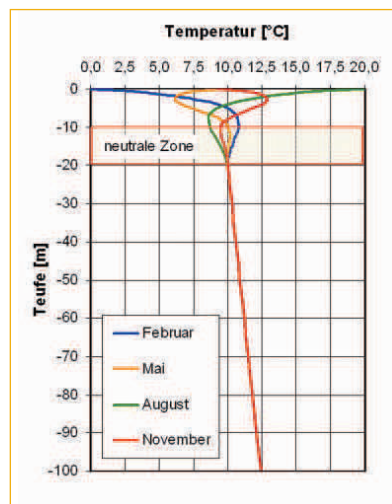


Abb. 1: Jahreszeitlicher Verlauf der Bodentemperatur in unterschiedlicher Tiefe ■

ist der Bereich, der noch jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, nimmt die Temperatur mit der Tiefe um etwa $3 \text{ K je } 100 \text{ m}$ stetig zu. Zeitliche Schwankungen sind hier nicht mehr vorhanden. Die oberflächennahe Geothermie fasst als Begriff folgende Möglichkeiten der thermischen Nutzung des Untergrundes zusammen:

- Als Wärmequelle oder Wärmesenke für erdgekoppelte Wärmepumpen über Grundwasser, Erdreichkollektoren, Erdwärmesonden, etc. zum Heizen oder Kühlen
- Als unterirdische thermische Energiespeicher – Aquifer- und Erdwärmesonden-Speicher
- Direkte Nutzungen – Heizen und Kühlen mit Grundwasser, Lufterwärmung und Luftkühlung im Untergrund.

Auf Grund der historischen Entwicklung sind heute erdgekoppelte

Wärmepumpen weit verbreitet, in der Bundesrepublik schätzt man den Bestand auf ca. 350.000. Nach dem Boom in den Jahren 2005 bis zur Wirtschaftskrise 2009 mit einem jährlichen Zuwachs von rund 30.000 Anlagen ist seit 2010 ein Rückgang des jährlichen Zuwachses auf etwa 22.000 Anlagen zu verzeichnen. Dabei wird die Wärme dem Erdreich meist über vertikale Erdwärmesonden, horizontale Erdreichkollektoren oder Grundwasserbrunnen entzogen.

Nach einem ersten Boom in den frühen 80er Jahren bedingt durch den Preisanstieg fossiler Brennstoffe folgte mit sinkendem Ölpreis auch ein nahezu vollständiger Zusammenbruch des Marktes. Aber nicht alleine der Ölpreis war die Ursache sondern auch die teils zweifelhafte Qualität der Anlagen. Der allmähliche Anstieg in den 90er Jahren wurde gegen Ende dieses Jahrzehnts unterstützt durch die VDI 4640 „Thermische Nutzung des Untergrundes“, eine Richtlinie, deren Ziel es ist die Qualität der Anlagen auf ein hohes Niveau zu heben.

Zu den verschiedenen Wärmequellentechniken werden heute leider noch keine zuverlässigen Daten für statistische Auswertungen erhoben, so dass eine Verteilung nur geschätzt werden kann. Bei den erdgekoppelten Wärmepumpen ist in jüngerer Zeit ein deutlicher Trend weg von der Grundwassernutzung hin zu indirekten Systemen festzustellen. Etwa $1/3$ der jährlich installierten Anlagen nutzen Erdwärmesonden,



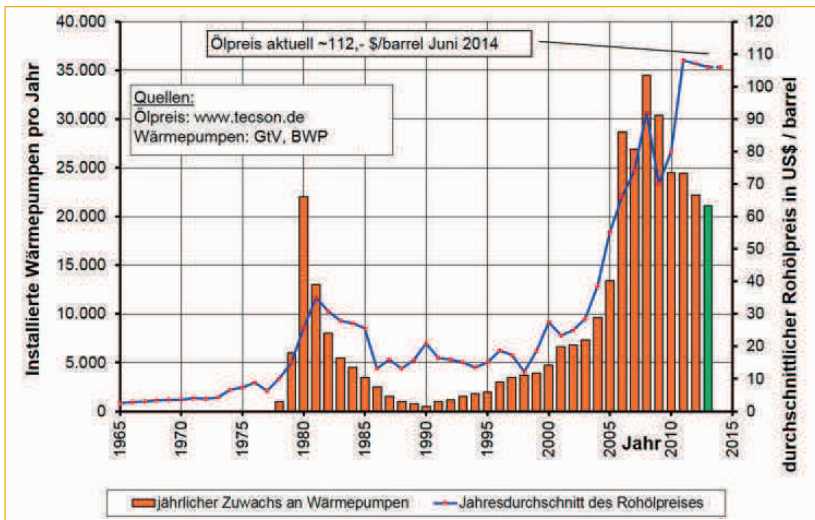


Abb. 2: Entwicklung des Marktes für erdgekoppelte Wärmepumpen ■

20 % Erdwärmekollektoren und nur 13 % verwenden Grundwasser.

Während in der Vergangenheit diese Technik vorwiegend in Kleinanlagen bei Ein- und kleinen Mehrfamilienhäusern eingesetzt wurde, steigt in den letzten Jahren die Nachfrage auch für größere Anlagen und für den gewerblichen Bereich stark an. Gerade bei Bürogebäuden und im gewerblichen Bereich setzen sich z.B. Erdwärmesonden immer mehr durch, da sie sich beim richtigen Konzept nicht nur zum Heizen, sondern auch zum kombinierten Heizen und Kühlen eignen. ■

Erdwärmekollektoren

Bei dieser Technik werden in 1,2 – 2,0 m Tiefe horizontale Rohrschleifen verlegt, durch die ein Wärmeträgermedium zirkuliert und so die entzogene Energie zur Wärmepumpe transportiert. Gelegentlich wird auch das Kältemittel der Wärmepumpe durch den Erdwärmekollektor geführt und dort direkt verdampft.

Da diese Form der Wärmequellenanlage nur knapp unter der Erdoberfläche liegt, koppelt sie thermisch noch sehr stark an die Umgebung an. Sie nutzt den von oben kommenden Wärmestrom, der von den darüberliegenden Bodenschichten aus der direkten oder indirekten Sonnenenergie (Strahlung, Regen, etc.) aufgenom-

men wird, der geothermische Wärmefluss ($0,1 \text{ W/m}^3$) kann hier vernachlässigt werden. Bei der Auslegung und Planung sind damit nicht nur die thermischen Bodeneigenschaften maßgebend, sondern auch die Lage der Fläche mit ihrem Umfeld. Deshalb dürfen Erdwärmekollektoren weder überbaut noch die Oberfläche darüber versiegelt werden. In der Regel ist der Platzbedarf relativ hoch, was bei kleiner Grundstücksgröße leicht zum Ausschlusskriterium wird. ■

Erdwärmesonden

Vertikale Systeme, die so genannten Erdwärmesonden, haben insgesamt den größten Anteil, an den realisierten Anlagen. Bei ihnen werden die Rohre des Wärmeübertragers in senkrechte Bohrlöcher eingebaut oder im Lockergestein gelegentlich auch eingerammt. Erste Vorschläge zur Konstruktion von Erdwärmesonden gehen zurück auf das Jahr 1946 in den USA. In Europa wurden die ersten Anlagen um 1980 in Deutschland und in der Schweiz gebaut.

Insbesondere in der Schweiz und in Schweden, aber auch Österreich und Deutschland haben sie in den letzten Jahren eine weite Verbreitung gefunden.

Wie bei Erdreichkollektoren zirkuliert auch bei Erdwärmesonden ein Wärmeträgermedium im

geschlossenen Kreislauf und transportiert die Wärme zum Verdampfer der Wärmepumpe. Als Wärmeträger wird meist ein Gemisch aus Wasser mit einem umweltverträglichen Frostschutzmittel verwendet.

Im Laufe der technischen Entwicklung wurde eine ganze Reihe von Sondenkonstruktionen vorgeschlagen und gebaut. Als gebräuchlichste Bauform hat sich die U-Sonde durchgesetzt. In einem Schenkel des U-Rohrs strömt das Wärmeträgermedium nach unten, im anderen Schenkel wieder nach oben. Zur Vergrößerung der Wärmeübertragungsfläche werden insbesondere bei reinem Wärmeentzug meist Doppel-U-Sonden verwendet. Um eine gute thermische Ankopplung an das Gebirge zu bekommen, aber auch um die Bohrung abzudichten muss sie fachgerecht verfüllt werden. Heute, nach einer Entwicklung von fast 25 Jahren, stehen spezielle Bohrtechniken, industriell gefertigte Sondenrohre und geeignete Füllmaterialien einschließlich Misch- und Einbringtechnik zur Verfügung. Damit sind die Voraussetzungen für qualitativ hochwertige und sichere Wärmequellenanlagen geschaffen.



Abb. 3: Doppel-U-Erdwärmesonde mit Abstandhaltern ■

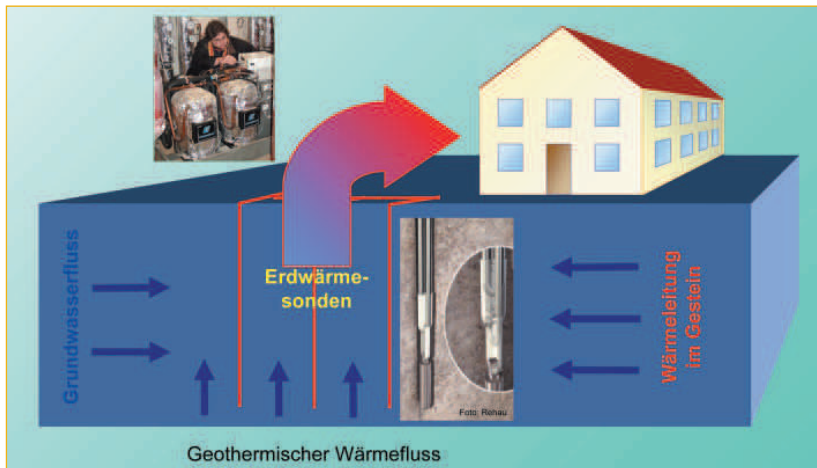


Abb. 4: Erdwärmesonde zum Heizen ■

Beim Heizen wird dem Untergrund über die Erdwärmesonden Niedertemperatur-Wärme entzogen und zur Wärmepumpe geführt. Diese hebt dann das Temperaturniveau auf das des Heizungsverlaufs. Die zum Antrieb der Wärmepumpe erforderliche mechanische Energie wird meist über Elektromotoren bereitgestellt. Mit dem architektonischen Trend zu großen Glasfassaden, einer besseren Wärmedämmung und zunehmenden internen Wärmequellen ist die Nachfrage nach Kühlung stark gestiegen. Dies gilt nicht nur für Wohngebäude sondern ganz besonders für den Büro- und Gewerbebau mit seinem hohen internen Wärmeanfall. Hier kann der Untergrund direkt als Wärmesenke oder zur Aufnahme der Abwärme einer Kältemaschine dienen. Kombiniert man in einem System das Heizen und Kühlen dient der Untergrund praktisch als Wärmespeicher. ■

Unterirdische thermische Energiespeicher

Die saisonale Wärmespeicherung im Temperaturbereich bis 90°C ist eine Schlüsseltechnologie für die Einbindung von Wärme aus erneuerbaren Energiequellen zur Gebäudeheizung, deren Verfügbarkeit von der Jahreszeit abhängt, sowie zur rationelleren Verwendung fossiler Energiequellen dar. Zum Beispiel haben sich in mehreren sola-

ren Nahwärmeprojekten unterirdische Wärmespeicher gut bewährt. Unter den klimatischen Bedingungen in Mitteleuropa ist es interessant nicht nur „Wärme“ vom Sommer in den Winter sondern auch „Kälte“ vom Winter für den Sommer zu speichern.

Zur Speicherung großer Mengen Wärme über längere Zeiträume ist aus technischer und wirtschaftlicher Sicht die Untergrundspeicherung sehr günstig. Die einzelnen Systeme unterscheiden sich durch die Art der Speichermedien – Wasser, Gestein oder beides – und die Art der Wärmeübertragung. Sie lässt sich in drei Kategorien einteilen:

- Wasser als Medium (Konvektiv-Speicher): Erdbeckenspeicher.
- Medium Erdreich/Gestein (Konduktiv-Speicher): Erdwärmesonden-Speicher.
- Medium Untergrund (Misch-Speicher): Aquifer-, Kies- / Wasserspeicher.

Alle Speichertypen haben ihren speziellen Anwendungsbereich, der durch

- Charakteristiken von Wärmequelle und -bedarf, z.B. Temperaturen, Energiemengen, zeitliche Verteilung
- systemtechnische Überlegungen, z.B. Erweiterbarkeit, und
- geologische Bedingungen, z.B. Lockergestein, Festgestein, ungesättigter oder wassergesättigter Untergrund, Fließgeschwindigkeit des Grundwassers vorgegeben wird.

Die unterirdischen thermischen Energiespeicher lassen sich als Wärme-, Kälte- oder kombinierter Wärme-/Kältespeicher betreiben. Die Bezeichnung Wärme- oder Kältespeicher bezieht sich dabei nicht auf eine bestimmte Temperatur sondern auf das Einsatzziel des Speichers zum Heizen oder zum Kühlen. ■

Erdbeckenspeicher

Bei den Erdbeckenspeichern (Konvektiv-Speicher) handelt es sich in der Regel um eingegrabenen Behälter mit Wasser als Speichermedium. Solche Erdbecken werden gut wärmedämmend, um die Verluste niedrig zu halten, und haben somit nur eine sehr geringe thermische Ankopplung an den Untergrund. Erdbeckenspeicher werden heute im Volumenbereich von 100 m³ - 20.000 m³ gebaut und vorwiegend als Hochtemperatur-Wärmespeicher eingesetzt. Es gibt sie in unterschiedlichen konstruktiven Ausführungen. Im Solaren Nahwärmeprojekt Ackermannbogen in München wurde ein 6000 m³ großer, unterirdischer Heißwasserspeicher realisiert. Er ist wegen des hohen Grundwasserspiegels etwa zur Hälfte in den Boden eingebaut. Die obere Hälfte wurde mit Erdreich überdeckt und als Rodelhügel gestaltet. Die relativ hohe Wärmekapazität von Wasser, die Verfügbarkeit und die ökologische Unbedenklichkeit sind neben dem dynamischen Verhalten als wesentliche Vorteile zu sehen. Nachteil dieser Speicher sind noch immer die relativ hohen Kosten für das Bauwerk selbst. ■



Abb. 5: Erdbeckenspeicher der Solaren Nahwärme Am Ackermannbogen in München ■

Erdwärmesonden-Speicher

Weit kostengünstiger können bei geeigneter Geologie Erdwärmesonden-Speicher (Konduktiv-Speicher) gebaut werden. Speichermedium ist in diesem Fall der natürliche Untergrund. Ihr Einsatzgebiet sind Wärme-, Kälte- oder kombinierte Wärme-/Kältespeicher. Die prinzipielle Konstruktion von Erdwärmesonden wurde bereits bei den erdgekoppelten Wärmepumpen beschrieben.

Erdwärmesonden-Speicher können sowohl im Fest- als auch im Lockergestein errichtet werden. Charakteristisch für diesen Speichertyp ist der Wärmeübergangswiderstand, der Speicherlade- und -entladevorgänge nur über deutliche Temperaturdifferenzen möglich macht. Erdwärmesonden-Speicher sind vielfältig einsetzbar und unterliegen weniger Beschränkun-

gen durch die geologischen Gegebenheiten. Sie können bei geeignetem Systemkonzept auch in einem weiten Größenbereich $10.000 \text{ m}^3 - 1.000.000 \text{ m}^3$ errichtet werden. Dabei zeigt sich eine gewisse Abnahme der Baukosten mit zunehmender Größe. Dieser Speichertyp kann auf eine über 25-jährige Entwicklung zurückblicken. In Deutschland wurde 1983 mit ersten Versuchen begonnen.

Einer der größten Erdwärmesonden-Speicher in Deutschland mit 528 Sonden und einem Volumen von 63.360 m^3 wurde im Solaren Nahwärmesystem in Neckarsulm realisiert. Hier wird im Sommer Wärme von rund 5050 m^2 Solar Kollektoren saisonal bis in den Winter gespeichert und dann zur Gebäudeheizung wieder entladen. In der Solaren Nahwärme in Attenkirchen wurde ein unterirdi-

scher Wasserspeicher aus Beton mit einem Erdwärmesonden-Speicher kombiniert. Beide Systeme sind konzentrisch ineinander gebaut und thermisch gekoppelt. Damit konnten die technischen Vorteile beider Systeme mit den wirtschaftlichen Vorteilen verknüpft werden.

Erdwärmesonden-Speicher eignen sich sehr gut für die Langzeitspeicherung und können wesentlich kostengünstiger errichtet werden als Behälterspeicher. Der Wasserspeicher dagegen weist eine wesentlich höhere Dynamik auf. ■

Aquiferspeicher

Der Aquiferspeicher zählt ebenso wie der Kies-/Wasserspeicher zur Kategorie der Mischspeicher. Der Aquiferspeicher wird in wassergesättigtem, durchlässigen Untergrund eingesetzt. Das Speichermedium ist hier sowohl die Gesteinsmatrix als auch das darin befindliche Wasser, das zusätzlich noch als Wärmeträgermedium genutzt wird. Be- und Entladen erfolgt mit Brunnen, über die das Wasser aus dem Aquifer entnommen, aufgeheizt oder abgekühlt und wieder zurückgeleitet wird.

Dieser Typ wird häufig als Kälte- bzw. kombinierter Wärme- / Kältespeicher seltener als Hochtemperaturspeicher eingesetzt. Grundvoraussetzungen für einen solchen Speicher sind geeignete hydrogeologische und hydrochemische Verhältnisse. Die Wasserqualität beeinflusst dieses System maßgeblich.

Aquiferspeicher müssen eine bestimmte Mindestgröße aufweisen, um kostengünstig gebaut und technisch einwandfrei betrieben werden zu können. Diese liegt bei etwa 50.000 m^3 . Große Aquiferspeicher stellen von allen Varianten die preisgünstigste Lösung dar. Sie haben sich international vor allem als Kälte- oder kombinierter Wärme-/Kältespeicher durchgesetzt, da hier ihr wirtschaftlicher Vorteil besonders zur Geltung kommt.

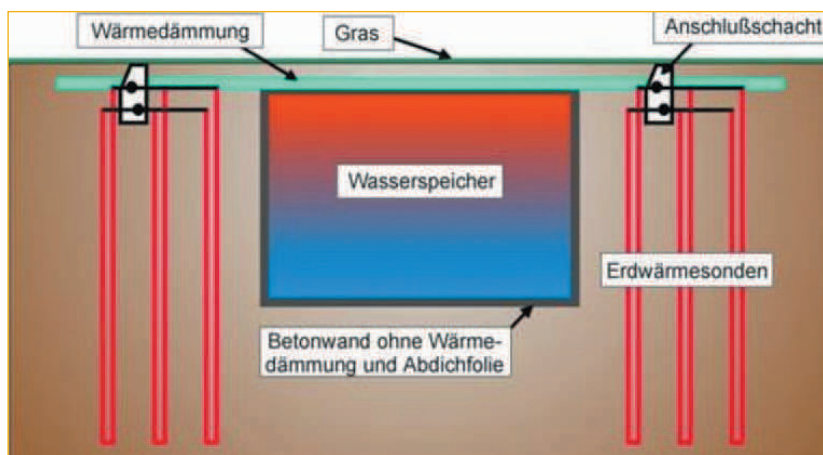


Abb. 6: Schema: Kombiniertes Erdwärmesonden-/Erdbecken-Speicher der Solaren Nahwärme Attenkirchen ■



Abb. 7: Bau des Erdbecken-Speichers in Attenkirchen ■

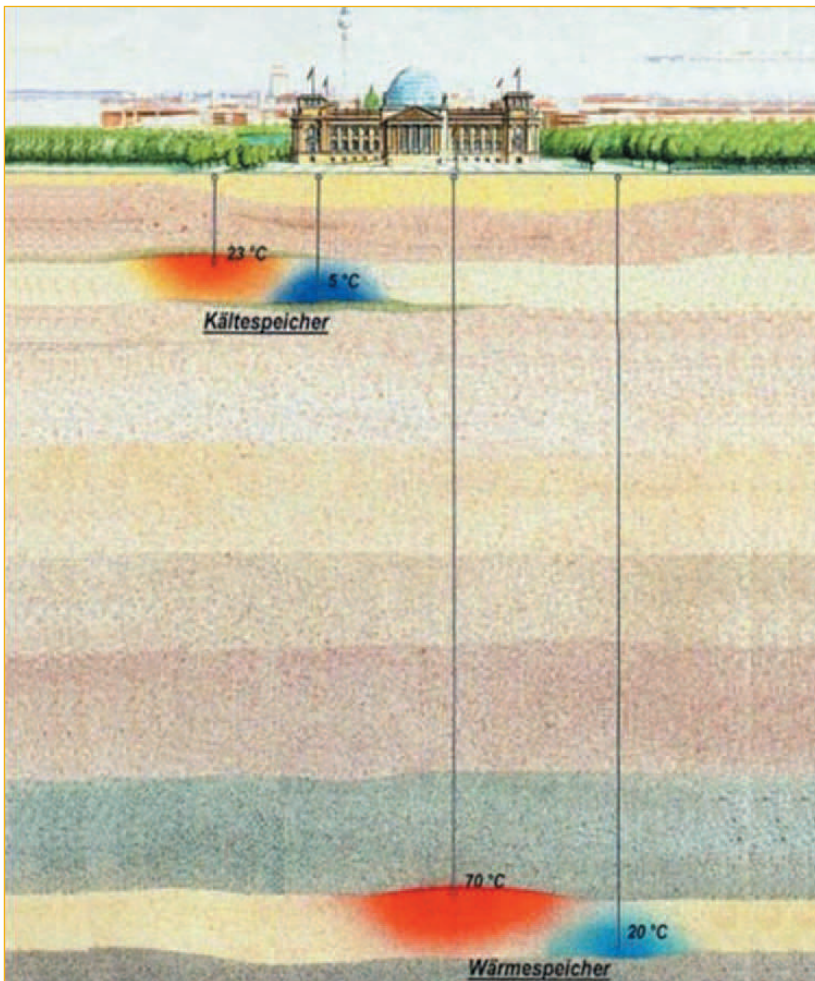


Abb. 8: Aquiferspeicher am Reichstag in Berlin (Bild: Geothermie Neubrandenburg) ■

Eine Reihe von Anlagen wurden in Schweden, Belgien, USA, Kanada, China und Japan aber vor allem in den Niederlanden realisiert. Auch in Deutschland wurden einige Projekte umgesetzt. Das bekannteste ist der Reichstag in Berlin. Hier werden zwei Aquiferspeicher betrieben, einer im oberflächennahen Bereich in ca. 60 m Tiefe als Kältespeicher (6 Brunnen) im Temperaturbereich von 10 – 30 °C zum Kühlen und Heizen des Reichstags und der benachbarten Abgeordnetengebäude. Der zweite Speicher nutzt einen Aquifer in etwa 300 m Tiefe als Hochtemperaturspeicher (25 – 70 °C). Dieser wird im Sommer mit Abwärme aus der Kraft/Wärme-Kopplung geladen, im Winter wird die gespeicherte Wärme zur Gebäudeheizung wieder entzogen. ■

Kies-/Wasserspeicher

Der Kies-/Wasserspeicher ist von der Funktionsweise dem Aquiferspeicher ähnlich. Allerdings handelt es sich um

ein künstliches Bauwerk. Im Gelände wird ein Erdbecken ausgehoben, mit einer Folie ausgekleidet, mit Kies einer definierten Korngrößenverteilung und Wasser gefüllt. Von diesem Speichertyp wurden in Deutschland inzwischen mehrere Anlagen unter anderem in Chemnitz, Augsburg, Steinfurt-Borghorst und Leopoldshafen-Eggenstein realisiert. ■

Resümee

Die Oberflächennahe Geothermie umfasst eine Vielzahl von Nutzungsmöglichkeiten, die von der Beheizung eines Einfamilienhauses über Kühlung von Bürogebäuden bis hin zur saisonalen Wärmespeicherung reicht. Auch wenn momentan die Investitionen in derartige Systeme noch über denen konventioneller Anlagen liegen, ist diese Technik bereits bei geringfügig höheren Preisen für fossile Energieträger bereits wirtschaftlich. Erdgekoppelten Wärmepumpen wurden

in den letzten 20 Jahren qualitativ erheblich verbessert und haben sich nach anfänglichen Startschwierigkeiten inzwischen auf dem Markt etabliert. Potenzialabschätzungen gehen für diese Systeme langfristig von einem Anteil von etwa 10 % des Endenergieverbrauchs aus.

Die unterirdischen thermischen Energiespeicher stellen eine technisch und wirtschaftlich interessante Variante der oberflächennahen Geothermie dar insbesondere dort wo große Wärmemengen über lange Zeiträume also saisonal gespeichert werden müssen. In vielen europäischen Ländern haben sich vor allem die saisonalen Kältespeicher durchgesetzt.

Die Marktentwicklung mit ihrer steigenden Nachfrage nach dieser Technik erfordert es ein besonderes Augenmerk auf Qualitätssicherung zu legen, damit die langfristige Etablierung der oberflächennahen Geothermie gesichert wird. Technische Richtlinien wie die VDI 4640 – Thermische Nutzung des Untergrundes mit ihren Hinweisen zu Umweltfragen, Konstruktion und Auslegung sollen helfen den Einsatz dieser Technik nachhaltig zu gestalten. ■

Autor:



Dipl.-Phys.
Manfred Reuß
Gruppenleiter
Solarthermie /
Geothermie

Bayerisches Zentrum für Angewandte
Energieforschung e.V. – ZAE Bayern
Bereich Energiespeicherung

Walther-Meißner-Str. 6
85748 Garching
Tel.: +49 89 329442-30
Sekretariat: 089 329442-11
Fax: +49 89 329442-23
reuss@muc.zae-bayern.de
<http://www.zae-bayern.de>

Manfred Reuß ist unter anderem Obmann im VDI Richtlinienausschuss der VDI 4640 – Thermische Nutzung des Untergrundes und Leiter der internationalen Arbeitsgruppe „Quality Management in Design, Construction and Operation of Borehole Thermal Energy Storage Systems“ Annex 27 im Implementing Agreement „Energy Conservation through Energy Storage“ (ECES) der Internationalen Energie-Agentur (IEA)



100 % regenerativ mit oberflächennaher Geothermie

Die geothermische Weichenheizung von Pintsch Aben geotherm

Weichen müssen während der Wintermonate frei von Eis und Schnee gehalten werden, um einen reibungslosen und sicheren Betrieb von Schienennetzen sicherzustellen. Dafür werden die beweglichen Teile der Weichen in der Regel beheizt. Hierzu wurde ein innovatives Weichenheizsystem entwickelt, das allein mit Erdwärme betrieben werden kann. Zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit des neuentwickelten Systems, wurden eine Pilotanlage in Hamburg und eine weitere in Grünberg errichtet, wobei in beiden Fällen Wärmerohre zur Energieversorgung eingesetzt wurden, die ohne zusätzliche Hilfsenergie auskommen. Seit 2010 wird die neue Technik erfolgreich im regulären Bahnbetrieb getestet.

Die PINTSCH ABEN geotherm GmbH hat zusammen mit dem Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. eine geothermische Weichenheizung entwickelt, die ohne jegliche externe Energiezufuhr autark arbeitet und deshalb keinen CO₂-Ausstoß während des Betriebes verursacht. Möglich wird dies durch ein Wärmerohrsystem, welches als einzige Energiequelle die im Untergrund vorhandene thermische Energie verwendet. Der Schlüssel hierzu ist ein thermisch angetriebener Transportprozess, der sogenannte Zweiphasen-Thermosiphon. Die natürliche Zirkulation des Arbeitsmediums z. B. CO₂ wird allein durch die Temperaturdifferenz zwischen Weiche und Untergrund angetrieben und sorgt damit ganz ohne Umwälzpumpen und Steuerelemente für die Beheizung der Weichen.

Diese pfiffige Konzeption hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Lebenszykluskosten (LCC) des Systems. Den größten Anteil der Betriebskosten von konventionellen Weichenheizungen haben die Ener-

giekosten, die bei dieser Art der geothermischen Weichenheizung entfallen. Zudem werden durch den Verzicht von aktiven Steuerelementen und Förderpumpen die Instandhaltungskosten sowie die Wartungskosten gering gehalten. Damit ist die neue Technik der konventionellen Technik mittel- bis langfristig überlegen. ■

Technik

Prinzip eines Thermosiphons

Eine Thermosiphon ist ein Wärmeübertrager der ohne Hilfsenergie

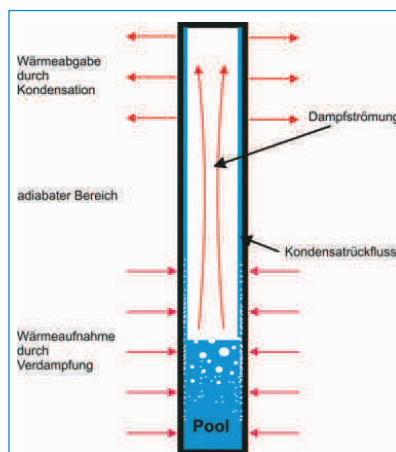


Abb. 1: Prinzip eines Thermosiphons
(Quelle: ZAE Bayern) ■

bei sehr geringen Temperaturdifferenzen große Wärmeströme übertragen kann. *Abb. 1* zeigt den prinzipiellen Aufbau. Der Wärmeträger befindet sich in zwei Phasen (gasförmig/flüssig) in einem geschlossenen Behältnis z.B. einem Rohr bei dem das untere Ende als Verdampfer und das obere Ende als Kondensator dient. Wird das obere Ende dieses Systems gekühlt so beginnt das Arbeitsmedium dort zu kondensieren wobei sich sein Volumen erheblich verringert. Dadurch entsteht ein Druckabfall im Kondensator. Durch die Störung des Druckgleichgewichts innerhalb des Wärmerohrs wird ein Fluidtransport des gasförmigen Wärmeträgermediums in Richtung des Kondensators initiiert. Gleichzeitig beginnt das Arbeitsmedium in der warmen Verdampfungszone unter Energieaufnahme zu verdampfen und in Richtung Kondensator aufzusteigen. Dort kondensiert das Arbeitsmedium unter Wärmeabgabe und fließt aufgrund der

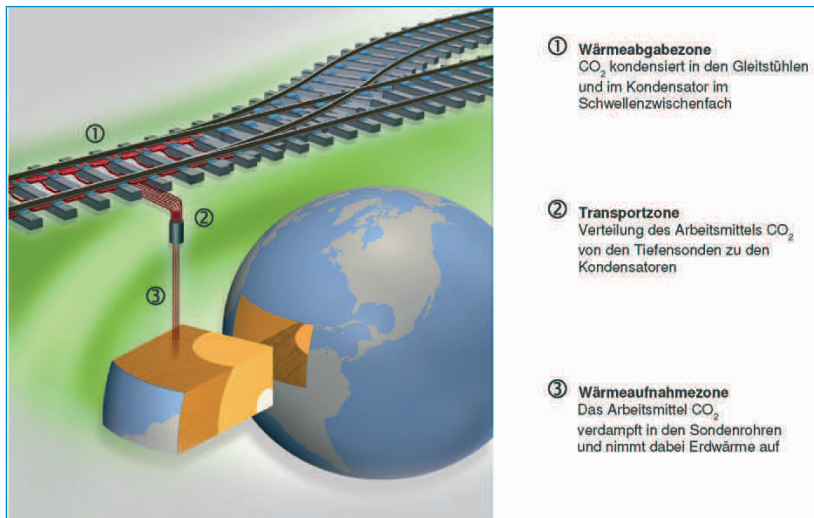


Abb. 2: Schematische Darstellung der geothermischen Weichenheizung (Quelle: PINTSCH ABEN geotherm) ■

Gravitationskraft in flüssiger Form an der Rohrwand entlang in Richtung Verdampfer wodurch ein geschlossener Kreislauf entsteht. ■

Anwendung auf eine Weiche

Die neuentwickelte geothermische Weichenheizung ist in Form eines Thermosiphons gestaltet, der mit dem Arbeitsmittel Kohlendioxid betrieben wird. Die Kondensatoren befinden sich dabei in und zwischen den Gleistühlen. Der Verdampfer wird in Form mehrerer Rohre im Untergrund eingebracht (siehe Abb. 2). Die Erdwärmesonde besteht aus einem Rohrbündel voneinander

unabhängiger Sondenrohre, die ringförmig angeordnet sind. Jedes Sondenrohr für sich stellt zusammen mit den verbundenen Kondensatoren ein eigenes abgeschlossenes System dar. Die Länge der Erdwärmesonde wird durch Computersimulation bestimmt. Darin gehen sowohl die meteorologischen als auch die geologischen Gegebenheiten am jeweiligen Standort ein.

Die beheizbaren Gleistühle sind speziell für diesen Anwendungsfall entwickelt worden (Abb. 3). Dabei wurden der bisher üblichen Bauform noch zwei Kondensatoren hinzugefügt. Diese Kondensatoren sind auf beiden Seiten der

Gleitfläche für die Zunge angeordnet. Die beiden Kondensatoren bilden zusammen mit dem ebenfalls als Kondensator ausgeführten Gleistuhl eine Einheit, der als ein Gusswerkstück hergestellt wird. Nur so ist gewährleistet, dass eine optimale Wärmeübertragung innerhalb der Weiche erfolgen kann.

Die Kondensatoren in den Schwellenfächern sind Aluminiumhohlkörper in denen das Arbeitsmedium kondensiert. Die gesamte äußere Oberfläche des Kondensators bildet dabei die Schmelzfläche für winterliche Niederschläge, die in das Schwellenfach fallen. Dadurch, dass der Kondensator bei dessen Montage auf den Schienenfuß der Backenschiene geschoben wird, erfolgt auch ein Wärmeeintrag in die Schiene. Eine Adaption des Kondensators an unterschiedliche Schienenprofile ist durch ein integriertes Adapterprofil möglich. Mehrere Varianten des Kondensators für das Schwellenfach erlauben es auch, Schwellenfächer mit Rollenvorrichtungen und anderen Einbauten zu beheizen. Sowohl der beheizte Gleistuhl als auch der Kondensator im Schwellenfach sind mit der Erdwärmesonde über Rohrleitungen verbunden. Hierzu sind unterhalb

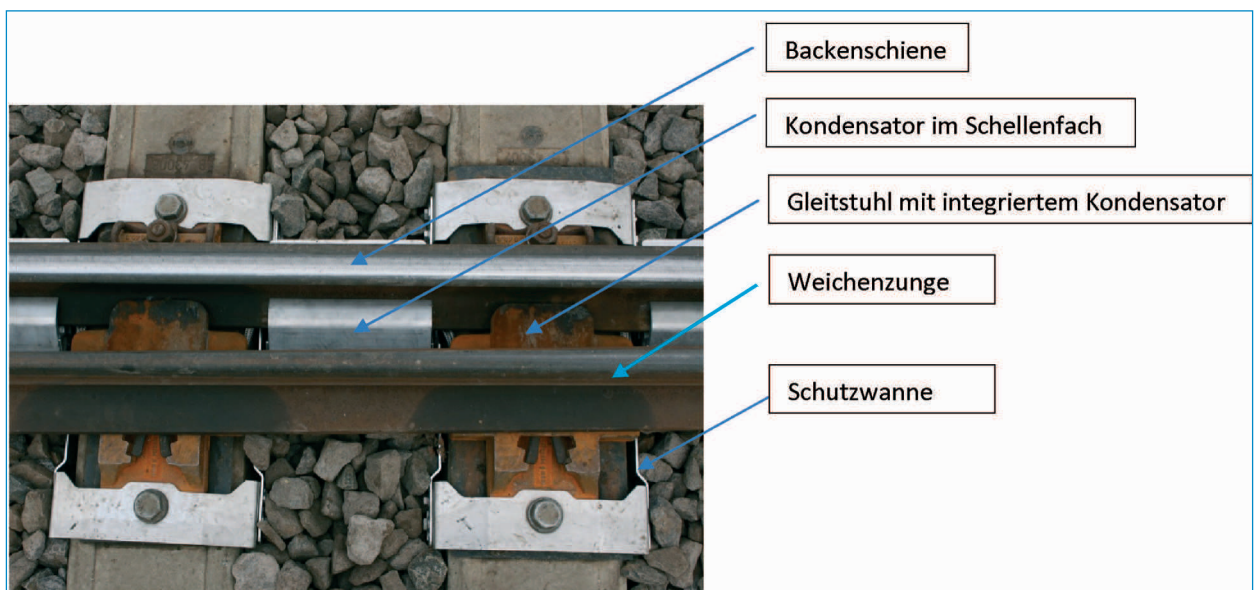


Abb. 3: Technische Ausführung der geothermischen Weichenheizung (Quelle: PINTSCH ABEN geotherm) ■

der Kondensatoren in den Schwellenfächern Schutzwannen montiert, die die Leitungen und Verbindungen vor dem Schotter und den mechanischen Beschädigungen beim Weichenunterhalt schützen. Zusätzlich werden alle im Schotter verlegten Rohrleitungen durch massive Schutzrohre geführt. ■

Anwendungsvoraussetzungen Weichentypen

Die Kernkomponenten der geothermischen Weichenheizung sind der beheizte Gleitstuhl und der Kondensator für das Schwellenfach. Das bedeutet, dass für unterschiedliche Weichentypen mit verschiedenen Schienenprofilen geometrisch passende Kernkomponenten vorliegen müssen. Während der Entwicklungsphase lag die Konzentration zunächst auf Komponenten passend für Weichen der Typen S49-190 bis 760 bzw. S54-190 bis S54-760. Bei diesen Weichen spielt die Schwellenart keine Rolle. Sowohl Weichen mit Betonschwellen als auch mit Holzschwellen können ausgerüstet werden. Im günstigsten Fall sollte der Einbau der geothermischen Weichenheizung beim Neubau der Weichen berücksichtigt werden. Hier können die Gleitstühle vor der Montage der weiteren Weichenbaugruppen mit den Schwellen verschraubt werden und als Einheit in die Trasse eingebaut werden. Bei den Prototypanlagen wurden bereits im Schienennetz liegende Weichen ausgerüstet. Hier mussten zunächst die konventionellen Gleitstühle durch beheizbare ausgetauscht werden.

Untergrund

Die geothermische Weichenheizung nutzt die oberflächennahe Wärme im Untergrund in Tiefen von bis zu 100 m. Hier sind in Deutschland für gewöhnlich Bodentemperaturen von etwa 10 bis 12 °C zu erwarten. Doch neben der Tem-

peratur wird der konduktive Wärmetransport maßgeblich durch die stoffspezifische Wärmeleitfähigkeit des Bodens bestimmt, während bei der Konvektion die Wärmekapazität des Porenfluids entscheidend ist. Diese Größen hängen von den mineralogischen, geologischen und hydrogeologischen Standortbedingungen ab. Die erforderliche Sondenlänge ist demnach entsprechend dieser Standortbedingungen in einem Gutachten auszulegen. Je höher der Wärmetransport im Boden ist, desto kürzer kann die Erdwärmesonde ausfallen. Geringe Wärmeleitfähigkeiten erfordern große Sondenlängen. ■

Betriebsicherheit

Nicht nur mit analytischen Berechnungen und Computersimulationen sondern insbesondere auch in diversen Versuchen wurde die Betriebsicherheit der Komponenten der geothermischen Weichenheizung sowohl hinsichtlich der thermischen Funktion als auch der mechanischen Festigkeit erprobt und nachgewiesen. Alle Ergebnisse dieser Vorprüfungen wurden durch die Erfahrungen mehrerer Prototypanlagen im laufenden Betrieb bestätigt.

Dauerfestigkeit

Nachdem der Nachweis der statischen und dynamischen Festigkeit rechnerisch erbracht wurde, wurden die Hauptkomponenten der geothermischen Weichenheizung im Materialprüfungsamt der TU München entsprechend den Belastungsanforderungen der DB AG in einem Dauerschwingversuch geprüft. Die Untersuchung ergab ein positives Ergebnis als eine wichtige Voraussetzung für die Zulassung und den Einsatz der Komponenten in den Schienennetzen.

Messtechnischer Funktionsnachweis

Um einen messtechnischen Nachweis der Funktion des Systems zu erbringen, wurden zwei Proto-

typenanlagen in Hamburg und Grünberg aufgebaut und mit einer umfangreichen Messtechnik ausgestattet. Es werden neben der Umgebungstemperatur die Temperaturen entlang der Erdwärmesonde im Boden und an den Kondensatoren erfasst. Weiterhin werden von jedem Kreislauf die jeweils herrschenden Drücke des Arbeitsmediums am Sondenkopf aufgenommen. Diese Messdaten geben ein umfassendes Bild der jeweiligen Betriebszustände der geothermischen Weichenheizung. In *Abb. 4* sind die Messdaten der Prototypanlage im Bf. Grünberg für die Wintersaison 2012/2013 dargestellt. Im Einzelnen sind die Umgebungstemperatur (grün), mittlere Bodentemperatur (braun), Temperaturen an drei Kondensatoren (rot, orange und gelb) und der Niederschlag (blau) für den Zeitraum vom 30.11.2012 bis 15.04.2013 dargestellt.

Die Auswertung dieser Messdaten hat ergeben, dass die Wärmeübertrager unabhängig von der Außentemperatur und den herrschenden Niederschlägen zu jedem Zeitpunkt eine positive Temperatur hatten. Sie waren immer in der Lage, Eis und Schnee abzutauen. Im gesamten Beobachtungszeitraum sind die Temperaturen an den Wärmeübertragern nicht unter +5 °C abgesunken. Auch zum Ende der Wintersaison konnte keine Verminderung der Funktion durch ein mögliches Auskühlen des Erdreiches festgestellt werden. Damit wurde die Auslegung der Anlage bezüglich der meteorologischen Last und der Energieergiebigkeit des Bodens mit dem eigens hierfür vom ZAE Bayern entwickelten Simulationswerkzeug bestätigt. Der Boden hat sich bereits zum Ende der Wintersaison Mitte April wieder fast vollständig regeneriert. Die mittlere Bodentemperatur ist zu diesem Zeitpunkt bereits wieder praktisch auf dem Niveau der mittleren Boden-

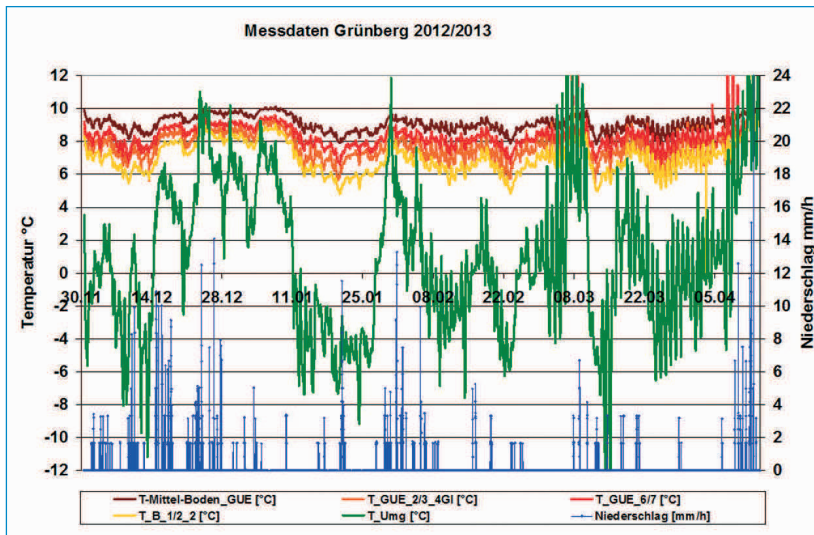


Abb. 4: Messdaten der Prototypenanlage Bf. Grünberg (Quelle: ZAE BAYERN) ■

temperatur zu Beginn der Heizsaison. Eine langsame Auskühlung des Untergrundes erfolgt durch das System nicht, der Boden regeneriert über das Sommerhalbjahr praktisch vollständig. Damit ist die Langzeitfunktion des Heizsystems sichergestellt.

Stopfen

Weichen müssen abhängig von Art und Häufigkeit der Benutzung regelmäßig neu ausgerichtet werden, da sich das Gleisbett im Laufe der Zeit im Schotterbett setzt. Diesen Vorgang nennt man Stopfen. Die Weichenheizung muss diesen mechanischen Vorgang zulassen und unbeschadet überstehen können.

Bei einem Stopfversuch in einer realen Weiche konnte geklärt werden, in wie weit die Komponenten der geothermischen Weichenheizung im eingebauten Zustand bei Instandhaltungsmaßnahmen beeinträchtigt werden. Es wurden Kondensatoren, Schutzwannen und Schutzrohre der Standardausrüstung von Schwellenfächern für diesen Versuch montiert. Auf den Einbau der beheizten Gleitstühle wurde verzichtet, da diese nicht im Stopfbereich liegen und hier keinerlei Schäden durch das Stopfen zu erwarten sind. Die Stopfarbeiten wurden an der mit den Versuchs-

komponenten ausgestatteten Weiche seitens der DB Netz AG vorgenommen.

Vor dem Stopfen wurden entsprechend der Streckenlagemesspunkte die horizontalen und vertikalen Abweichungen der Gleislage ausgemessen und auf dem Schienenkopf kenntlich gemacht. Die Komponenten der geothermischen Weichenheizung wurden dagegen nicht kenntlich gemacht. Diese waren nur auf Grund der über die Schwelle ragenden Haltewinkel zu erahnen. Die Schutzrohre, in denen die CO₂ Leitungen in die Schwellenfächer geführt werden, waren komplett mit Schotter bedeckt. Der gesamte Aufbau entsprach dem funktionellen Aufbau der geothermischen Weichenheizung.

Nach den Stopfarbeiten konnte festgestellt werden, dass die Konstruktion den mechanischen Anforderungen, die durch das Stopfen auf das System einwirken, gewachsen ist. Der Versuch hat gezeigt, dass keine, die Funktion beeinträchtigenden Beschädigungen, an den Funktionsbaugruppen aufgetreten sind, da diese bis auf die Zuführungsleitungen unterhalb der Backen- und Zungenschienen angeordnet sind und damit außerhalb des Stopfbereiches liegen. Es wurden nur an den Oberflächen Kratzspuren festge-

stellt, die von herumwirbelnden Schottersteinen hervorgerufen wurden.

Das am meisten beanspruchte Bauteil ist das Schutzrohr, das entlang der Schwellen – vom Stützpunkt aus bis zum Schwellenkopf – direkt in dem Bereich verlegt ist, in dem auch die Stopfpickel zum Einsatz kommen. Hier konnte konstruktiv die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung nur dadurch minimiert werden, dass der Raumbedarf des Schutzrohres im Stopfbereich konstruktiv sehr klein gehalten wurde.

EBA Zulassung

Das System der geothermischen Weichenheizung von PINTSCH ABEN geotherm wurde im Dezember 2013 vom Eisenbahnbundesamt zugelassen. Diese Zulassung ist ein wichtiger Meilenstein in der jahrelangen Entwicklung der Komponenten und deren Einsatz in den Schienennetzen. Sie bildet die Anerkennung der durch Prüfungen nachgewiesenen Betriebstauglichkeit in vielfachen Versuchen zur Funktion und Dauerfestigkeit sowie Betriebssicherheit und Stopffestigkeit.

Technische Freigabe zur Betriebserprobung

Nachdem die Zulassung vom EBA ausgesprochen wurde hat auch die DB AG die technische Freigabe zur Betriebserprobung erteilt. Hierdurch steht dem Einsatz von Pilotanlagen im Schienennetz der DB AG nichts mehr im Weg. Diese Freigabe gilt zunächst für den Zeitraum von zwei Jahren der technischen Erprobung. Nach der erfolgreichen Erprobungsfrist folgt die allgemeine Freigabe. ■

Überwachung und Monitoring

Die Technologie der geothermischen Weichenheizung bedarf keiner Steuerung, da sich das System anhand der Boden- und



Abb. 5: Geothermische Weichenheizung Bf. Grünberg (Quelle: PINTSCH ABEN geotherm) ■

Umgebungstemperatur selbständig regelt. Sobald die Umgebungstemperatur unterhalb der Bodentemperatur sinkt fängt das Arbeitsmedium in den Wärmerohren an zu zirkulieren. Das System beginnt, die Weiche zu erwärmen. Mit zunehmender Temperaturdifferenz zwischen Umgebung und Boden beschleunigt sich der Massentransport in den Wärmerohren und damit steigt auch der Energieumsatz.

Um dem Betreiber die Betriebsbereitschaft und Funktion des Systems zu signalisieren, ist es nur erforderlich den Betriebsdruck sowie Boden- und Schienentemperatur zu überwachen. Drucktransmitter in allen Kreisläufen und Temperatursensoren an der Erdwärmesonde und an den Kondensatoren sorgen für die notwendigen Informationen über den Betriebszustand der Anlage. Über das von den konventionellen Weichenheizungssystemen bekannte Überwachungssystem PA LINE kann diese Information an jede beliebige betriebliche bzw. technische Stelle geleitet werden und wird informationstechnisch in die bestehenden Diagnosesysteme eingebunden. ■

Pilotanlagen

Nachdem die Laborversuche in Phase I erfolgreich abgeschlossen werden konnten, wurde im Win-

ter 2010/2011 die erste Pilotanlage bei der HPA (Hamburg) errichtet. Im Schienennetz der DB AG folgte zur Wintersaison 2011/2012 die zweite Pilotanlage im Bf. Grünberg/Hessen. Abb. 5 zeigt, dass alle Gleitstühle sowie auch der Weichenzwischenraum frei von Eis und Schnee sind. Im hinteren Bereich Richtung Bahnhof reicht der Schnee an der Schiene hingegen fast bis zum Schienenkopf. Die dritte Pilotanlage im Bf. Sponholz (Mecklenburg-Vorpommern), wird derzeit in Betrieb genommen. Die Pilotanlagen haben die Erwartungen bezüglich der Schnee- und Eisfreihaltung weit übertroffen und unter Beweis gestellt, dass das hier zum Einsatz kommende Funktionsprinzip des CO₂-Thermosiphons die Verfügbarkeit der Fahrwege garantiert. ■

Ausblick

Die Funktion der geothermischen Weichenheizung wurde durch Laborversuche am ZAE Bayern und durch den mehrjährigen Betrieb der Pilotanlagen in positiver Weise erbracht. Jetzt liegt es an den Betreibern der Schienennetze durch den Einsatz dieser nachhaltigen Technologie einen Beitrag für den Schutz unserer Umwelt zu leisten. Auch die öffentliche Hand und Stadtwerke sind gefordert mit positivem Beispiel voran zu gehen und eine nachhaltige Technologie einzusetzen die sich mittel- bis langfristig auch finanziell auszahlt. ■

Danksagung

Die Entwicklungsarbeiten der geothermischen Weichenheizung erfolgten im Rahmen eines durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages geförderten Forschungsvorhabens (FKZ 0327446 A & B) und machen sich die Technologie des CO₂ - Wärmerohres, patentiert durch das FKW Hannover, zu Nutze. ■

Autoren:



Dipl.-Phys.
Lars Staudacher
Projektleiter

Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V.

Walther-Meißner-Str. 6
D-85748 Garching
E-Mail: lars.staudacher@zae-bayern.de



Dipl.-Ing.
Damian Schink
Projektleiter

PINTSCH ABEN geotherm GmbH

Hünxer Straße 149
D-46537 Dinslaken
E-Mail:
d.schink@pintschaben-geotherm.de



Dr. Hagen Steger
Projektleiter

Karlsruhe Institute for Technology (KIT)

Adenauerring, 20b
D- 76131 Karlsruhe
E-Mail: hagen.steger@kit.edu



Dr. Roman Zorn
Direktor

Geo-Labore: EIFER European Institute for Energy Research

Emmy-Noether-Str. 11
D- 76131 Karlsruhe
E-Mail: roman.zorn@eifer.org



Für ein lebendiges Bayern.

Wir machen uns stark für die Menschen
in der Region und engagieren uns
für Gesellschaft, Kultur und Ökologie.

www.bayernwerk.de

bayernwerk