

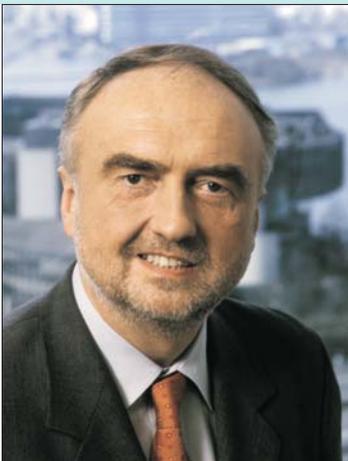


Geothermie - Erdwärme für Nordrhein-Westfalen. Zukunftsenergien. Unterstützt von Land und Wirtschaft.

www.energieland.nrw.de

Vorwort

Geothermische Energie stärker nutzen



Dr. Axel Horstmann
Minister für Verkehr, Energie
und Landesplanung
des Landes Nordrhein-
Westfalen

Die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energien und die Weiterentwicklung der damit verbundenen Techniken sind wichtige Elemente der Energie- und Klimaschutzpolitik des Landes Nordrhein-Westfalen. Dabei ist es wichtig, dafür zu sorgen, dass die Herstellung und Verwendung erneuerbarer Energien wirtschaftlicher wird und sie jeweils entsprechend ihrer speziellen Möglichkeiten optimal eingesetzt werden. Der besondere Vorteil der Geothermie ist ihr wichtiger Beitrag im Grundlastbereich der Wärmeversorgung. Sie steht im Prinzip überall und jederzeit zur Verfügung, unabhängig vom Wetter oder von der Jahreszeit. Aus diesem Grund treiben wir die effiziente Nutzung sowohl der oberflächennahen als auch der tiefeingeothermischen Potenziale in unserem Land voran.

Die lange Bergbautradition in Land Nordrhein-Westfalen und das über viele Jahrzehnte gewachsene Know-how in den Bereichen Bergbau, Bohrtechnik, Wärmeverteilung und Kraftwerksbau kann auch für die Geothermie genutzt werden. Die Anwendung dieses Wissens soll nicht nur dabei helfen, Energien zu sparen und unser Klima zu schützen, sondern auch, die Energiekosten gering zu halten, neue Märkte zu erschließen, die Exportchancen unserer Technologieunternehmen zu verbessern und zu sichern und Arbeitsplätze zu schaffen.

Schon heute liegt Nordrhein-Westfalen an der Spitze beim Ausbau der Fotovoltaik, der Windenergienutzung in den Binnenländern und in der Stromerzeugung aus Biomasse. Auch bei der Nutzung des Geothermiepotenzials wollen wir eine starke Position erreichen. Darum haben wir bereits im Februar 2000 die Branchen- und Technologie-Initiative „Geothermie NRW“ ins Leben gerufen, die im Rahmen der Landesinitiative Zukunftsenergien NRW diesen Bereich für unser Land vorantreiben soll. Ziel dieser Initiative ist es, Erdwärme beim weiteren Ausbau des Anteils regenerativer Energien an der Gesamtenergieerzeugung stärker zu positionieren und die in NRW vorhandenen geothermischen Potenziale besser zu nutzen.

Vor diesem Hintergrund konnten bereits zukunftsweisende Projekte initiiert werden. So wurde z.B. im vergangenen Jahr die „Potenzialstudie Geothermie NRW“ vom Geologischen Dienst NRW veröffentlicht, die das geothermische Potenzial flächendeckend für das Land Nordrhein-Westfalen ermittelt hat. In den Städten Werne und Dortmund werden inzwischen ganze Siedlungen mit Energie aus Erdwärmesonden beheizt, Gruben- und Sumpfungswasser aus dem Stein- und Braunkohlenbergbau werden energetisch genutzt, und die RWTH Aachen baut ein zentrales Service-Center, das mit Erdwärme aus 2.500 Meter Tiefe beheizt werden soll.

Ich wünsche dieser Broschüre eine große Verbreitung, einen interessierten Leserkreis und dass sie dazu beiträgt, Erdwärme als regenerative Energiequelle stärker zu nutzen.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Axel Horstmann'. The signature is fluid and cursive, written on a white background.

Die Branchen- und Technologie-Initiative Geothermie



Ziele:

Bildung einer gemeinsamen Plattform für Institutionen und Unternehmen, Wissenschaft und Forschung, um:

- Informationen auszutauschen und Ideen gemeinsam weiterzuentwickeln,
- Projekte zu entwerfen und voranzubringen,
- Synergien nutzen zu können und den Wissenstransfer zu organisieren,
- Kooperationspartner zu finden,
- neue Märkte zu erschließen und
- neue Arbeitsplätze zu schaffen.

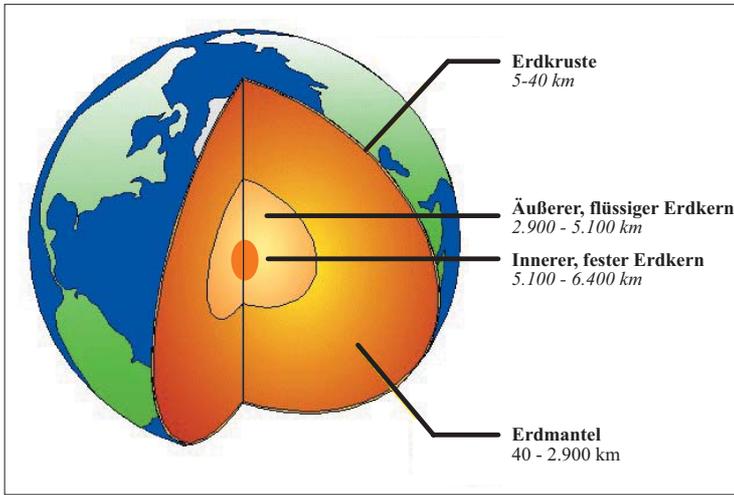


Die Initiative wird getragen vom Ministerium für Verkehr, Energie und Landesplanung des Landes Nordrhein-Westfalen und ist als Arbeitsgruppe in die Aktivitäten der Landesinitiative Zukunftsenergien NRW eingebunden.

Bisher gibt es drei Arbeitsschwerpunkte:

- Kompetenznetzwerk Geothermie NRW
- Geothermie im Baubereich
- Exportoffensive Geothermie

Unternehmen und Institutionen, die sich an den Aktivitäten beteiligen möchten, können sich an die Landesinitiative Zukunftsenergien NRW wenden.



Geothermische Energie ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde. Pro Liter „Erdinnenraum“ sind im Mittel 2,6 kWh Energie gespeichert.

Der Wärmehalt der Erde würde unseren heutigen Weltenergiebedarf für 30 Millionen Jahre decken. Mit menschlichen Maßstäben gerechnet sind also die in der Erde gespeicherten Energievorräte genauso unerschöpflich wie die der Sonne.

In Mitteleuropa nimmt die Temperatur in den obersten Erdschichten durchschnittlich um 3 °C pro 100 m zu. Im obersten Erdmantel herrschen etwa 1.200 °C, im Erdkern sind es wahrscheinlich 6.000 °C. Unmittelbar an der Erdoberfläche werden die Temperaturen fast ausschließlich durch die Sonne bestimmt. Da der Boden die Wärme jedoch schlecht leitet, ist spätestens unterhalb von 15 - 20 m Tiefe kein Einfluss der Sonne mehr festzustellen.

Was ist Geothermie

Im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern besitzt die Geothermie einen bedeutenden Vorteil: Sie steht unabhängig von Tages- und Jahreszeit oder den herrschenden Klimabedingungen immer zur Verfügung.

Da sie direkt vor Ort zu finden ist, benötigt man keine aufwendigen Transportsysteme. Durch Vermeidung eines konventionellen Verbrennungsprozesses werden keine direkten CO₂-Emissionen verursacht; geringfügige CO₂-Emissionen ergeben sich nur durch Verwendung von Elektroaggregaten.

Inzwischen verfügen wir über Technologien, die es uns ermöglichen, die vorhandenen Ressourcen auch praktisch überall zu nutzen. In Deutschland wird mit gegenwärtig rund 600 Megawatt installierter Leistung (unter Einbeziehung der oberflächennahen Geothermie aus Wärmepumpen) umweltfreundliche Wärme auf Basis der Geothermie erzeugt. Weltweit sind zwischen 15.000 und 20.000 Megawatt (thermisch) und 8.400 Megawatt (elektrisch) Leistung installiert. Das ist nur ein Bruchteil dessen, was möglich wäre. Der Wärmestrom aus der Tiefe reichte prinzipiell aus, um unseren gesamten Wärmebedarf decken zu können.

	Temperatur in °C	Druck in kbar	Dichte in g/cm ³
<i>Obere Kruste</i>	< 25	> 0	< 3,0
<i>Untere Kruste</i>	< 900	~ 9	3,3
<i>Oberer Mantel</i>	900 - 1.400	~ 15	4,6
<i>Unterer Mantel</i>	1.400 - 2.500	~ 400	5,7
<i>Äußerer Kern</i>	2.500 - 3.000	> 1.300	9,4
<i>Innerer Kern</i>	3.000 - 6.000	> 3.500	11 - 13,5

Aufbau und physikalische Struktur des Erdinneren

Nutzungsverfahren

Oberflächennahe Geothermie

Auch die ersten hundert Meter Tiefe lassen sich bereits geothermisch nutzen, obwohl dort nur Temperaturen von 8-12 °C herrschen. Man benötigt zusätzlich nur eine Wärmepumpe, um die für die Wärmeversorgung notwendigen höheren Temperaturen zu erzeugen. Erdgekoppelte Wärmepumpen sparen Primärenergie ein und schonen so Umwelt und Klima. Das Land Nordrhein-Westfalen fördert daher solche Anlagen mit seinem Programm „Rationelle Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen (REN)“.

Zur Wärmeerzeugung in der oberflächennahen Geothermie stehen folgende Nutzungsverfahren zur Verfügung:

Grundwasserwärmepumpen:

An geeigneten Standorten lässt sich Grundwasser über Brunnen entnehmen und direkt zur Wärmepumpe bringen. Es muss jedoch wieder in den Untergrund eingeleitet werden, so dass neben Förderbrunnen auch sogenannte Schluckbrunnen einzurichten sind.

Erdwärmekollektoren:

In einer Tiefe von etwa 80-160 cm werden Wärmetauscherrohre aus Kunststoff horizontal im Boden verlegt. Über eine zirkulierende Wärmeträgerflüssigkeit wird dem Boden die Wärme entzogen und mittels einer Wärmepumpe auf das benötigte Temperaturniveau angehoben.

Erdwärmesonden:

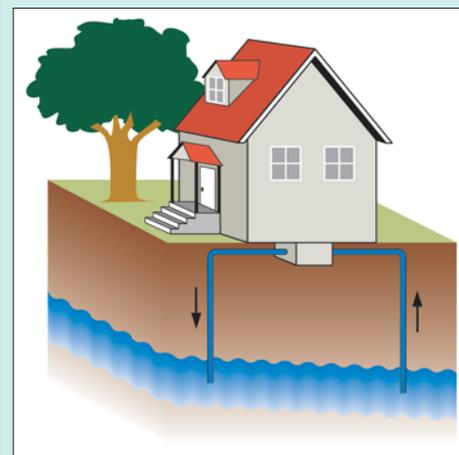
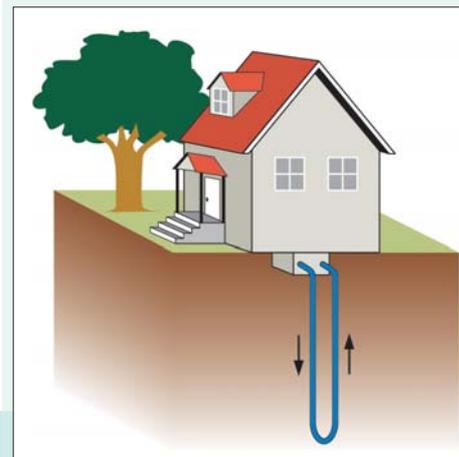
Die Sonden sind senkrechte, meist 30 bis 100 m, selten auch tiefere Bohrungen, in die gewöhnlich Kunststoffrohre installiert werden. Sie bilden in Mittel- und Nordeuropa die häufigsten Anlagentypen. Die mit einer Wärmeträgerflüssigkeit gefüllten Sonden heizen oder kühlen in Verbindung mit einer Wärmepumpe einzelne Wohngebäude, Büro- und Gewerbebauten oder sogar ganze Wohnanlagen.

Erdberührte Betonbauteile, Energiepfähle:

Dabei handelt es sich um statisch notwendige Bauteile und/oder Gründungspfähle sowie Schlitzwände. Bei Neubauten kann man diese mit Wärmetauscherrohren ausrüsten und sie in Verbindung mit einer Wärmepumpe wirtschaftlich zum Heizen und Kühlen des Gebäudes einsetzen.

Prinzipschema Gebäude mit erdgekoppelter Wärmepumpe (von oben nach unten):

- Erdwärmesonde
- Erdwärmekollektoren
- Grundwasserwärmepumpe



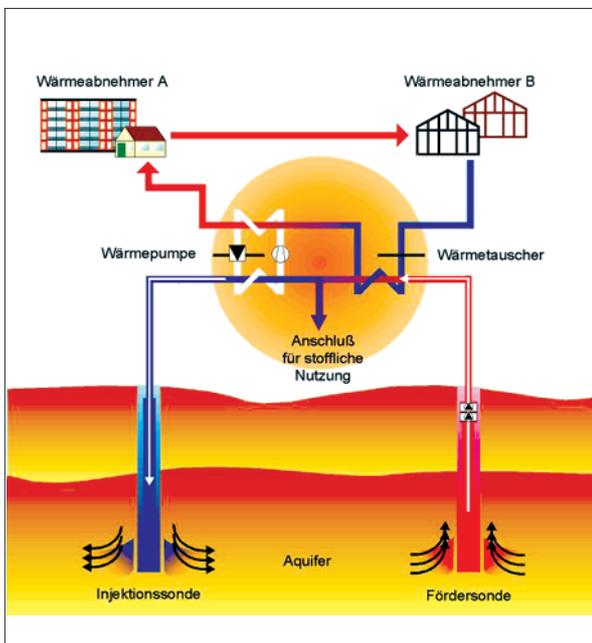
Nutzungsverfahren

Tiefe Erdwärmesonden

Das Prinzip der über 500 m tiefen Erdwärmesonden wurde Anfang der 90er Jahre erstmals in der Schweiz erprobt. Damals wollte man alte Bohrungen, z. B. aus der Erdöl- und Erdgassuche weiternutzen. Seit 1994 wird eine fast 3000 m tiefe Erdwärmesonde auch in Prenzlau (Brandenburg) unter Nutzung einer schon vorhandenen Bohrung betrieben. Die gewonnene Energie wird in das Fernwärmenetz der Stadtwerke eingespeist. Eine Wärmepumpe ist zur Aufheizung zwischengeschaltet, um das geothermische Temperaturniveau auf das der Fernwärme anzuheben.

Moderne Wohnungen werden so gebaut, dass sie nur noch wenig Heizenergie benötigen; die Heizungen werden als Niedertemperaturanlagen ausgelegt. Deswegen kann man jetzt in Nordrhein-Westfalen erstmals einen etwas anderen Weg gehen: Das in der tiefen Erdwärmesonde erwärmte Wasser liefert seine Energie über Wärmetauscher in den Gebäuden ab, kehrt dann abgekühlt in die Tiefe zurück, um sich dort erneut zu erwärmen und den Kreislauf zu wiederholen.

Tiefengeothermie



Funktionsweise einer Doublettenanlage

Thermalwassernutzung

In Deutschland entstanden geothermische Heizwerke zuerst dort, wo es im Untergrund Thermalwasser gibt. Größere bekannte Vorkommen finden sich z. B. in der Norddeutschen Tiefebene, im Süddeutschen Molassebecken zwischen Donau und Alpen, unter der Schwäbischen Alb oder im Oberrheintal aber beispielsweise auch im Aachener Raum. Sie verfügen über Temperaturen von ca. 40 bis knapp über 100 °C. Im Oberrheintal und in Bayern gibt es auch Thermalwasservorkommen mit Temperaturen von mehr als 100° C.

Das warme oder heiße Wasser wird über eine Tiefbohrung an die Oberfläche gefördert, abgekühlt und über eine weitere Bohrung wieder in den Untergrund zurückgeleitet, und zwar in die Schicht, aus der es auch entnommen wurde. Auf diese Weise wird das hydraulische Gleichgewicht im Untergrund erhalten und das Thermalwasservorkommen nicht leergepumpt. Die aus dem Wasser gewonnene Wärme wird in ein Fernwärmenetz übertragen. Ein solches Wärmeversorgungssystem mit zwei Bohrungen nennt man eine geothermische Doublette. In Deutschland sind sie zwischen 800 und 2500 m tief. Geothermische Heizwerke können über eine installierte Leistung von mehr als 20 Megawatt verfügen und mehrere tausend Wohnungen mit Wärme versorgen.

Strom aus Geothermie

Geothermische Kraftwerke gibt es auf allen Kontinenten, meistens dort, wo Dampf- oder Heißwasserlagerstätten zu finden sind. Kraftwerke produzieren mit konventioneller Technik Strom rund um die Uhr. Noch längst sind nicht alle entsprechenden Ressourcen erschlossen. Neue Technologien erweitern die Möglichkeiten.

Niedrigere Temperaturbereiche ab etwa 100 °C konnten bisher zur wirtschaftlichen Stromproduktion nicht genutzt werden. Die Marktgemeinde Altheim in Oberösterreich versorgt sich schon seit Jahren mit geothermischer Wärme; seit dem Jahr 2000 ist sie auch erster geothermischer Stromproduzent nördlich der Alpen. Durch die Entwicklung der ORC-Turbine (Organic Rankine Cycle) ist es jetzt möglich, das 106 °C heiße Thermalwasser für die Stromerzeugung zu nutzen.

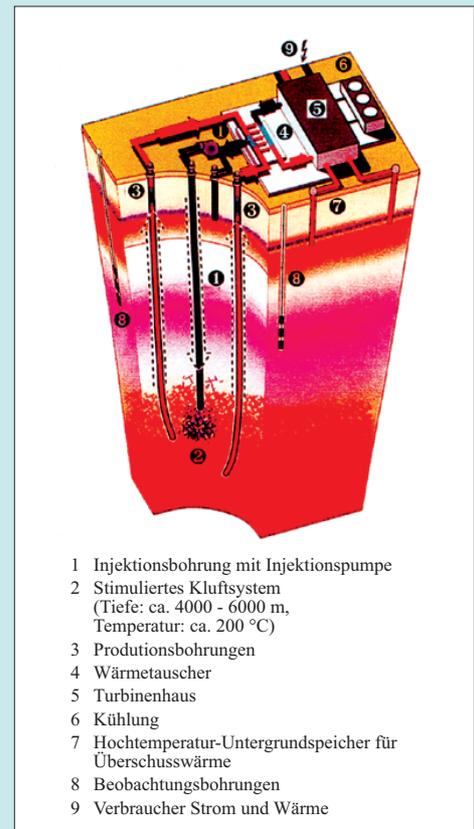
Ein weiterer Schritt nach vorn sind Hot-Dry-Rock-Kraftwerke (HDR-Kraftwerke). In Mitteleuropa gibt es zwar keine Dampf- oder Heißwasserlagerstätten. Aber heiß genug ist der Untergrund auch bei uns. Um auf Temperaturen zu stoßen, die sich für die Stromgewinnung eignen, sind ausreichend tiefe Bohrungen notwendig.

Das grundlegende Verfahrensprinzip klingt relativ einfach: Das in der Tiefe vorhandene heiße Gestein wird über Bohrungen erschlossen. Zwischen den Bohrungen werden mit Wasserdruck, also hydraulisch, Fließwege aufgebrochen oder vorhandene aufgeweitet. So wird eine Art unterirdischer Wärmetauscher erzeugt, in denen sich von der Oberfläche eingepresstes Wasser erhitzen kann, um, wieder nach oben gefördert, eine Turbine anzutreiben. Die Zirkulation in HDR-Systemen erfolgt in einem geschlossenen Kreislauf. Dieser steht so unter Druck, dass ein Sieden des Wassers verhindert wird. Dampf entsteht also erst an der Turbine.

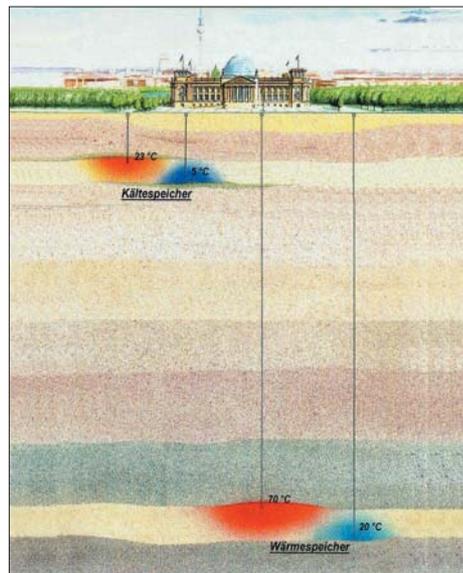
Einem Team des Europäischen Hot-Dry-Rock-Forschungsprojekts in Soultz-sous-Forêts im französischen Teil des Oberrheingrabens (Elsass) gelang es in den Jahren 1994 bis 1997, die grundsätzliche Eignung des Verfahrens nachzuweisen. Soultz-sous-Forêts wurde als Standort dieses Vorhabens gewählt, weil es im Zentrum der größten Wärmeanomalie Mitteleuropas liegt. Das ermöglichte, die Arbeiten in relativ geringer Tiefe von rund 3.500 bis 5.000 Metern durchzuführen.

Mit den Ergebnissen, an denen auch Wissenschaftler aus Nordrhein-Westfalen ihren Anteil haben, hat sich die europäische Forschung weltweit an die Spitze der HDR-Entwicklung gesetzt.

Die Schweizer Bundesregierung hat auf Grund der ermutigenden Entwicklung beschlossen, im Raum Basel ein erstes eigenes HDR-Kraftwerk zu errichten.



Nutzungsverfahren



Aquiferspeicher am Beispiel des Berliner Reichstages

Der Erde kann nicht nur Wärme entzogen, in ihr kann auch Wärme gespeichert werden.

Erdwärmesondenspeicher:

Im Sommer lässt sich überschüssige Wärme aus Gebäuden über Erdwärmesonden oder Energiepfähle in den Untergrund abführen. Von dort kann sie dann im Winter zurück geholt werden.

Ein entsprechendes Demonstrationsobjekt wurde bereits 1992 in NRW realisiert. Im Technologiezentrum Düsseldorf wird ein 6.650 m² Gebäudekomplex mit geothermischer Energienutzung geheizt und gekühlt. Die Erdsondenanlage verteilt 77 Sonden mit je 35 m Tiefe auf vier Erdsondenschächte und erzielt eine Entzugsleistung von 117,5 kW.

Aquiferspeicher:

Verfügt man im Untergrund über eine wasserführende Schicht, in der das Wasser nicht oder kaum fließt, kann man nur diese zur direkten Wärmespeicherung nutzen. Einen solchen Aquiferspeicher gibt es z.B. am Gebäude des Berliner Reichstages. Dort wird im Sommer Abwärme aus Blockheizkraftwerken über Bohrungen in den Untergrund abgeführt, die später während der Heizperiode wieder zur Verfügung gestellt werden kann.

Verkehrsflächen schnee- und eisfrei halten

In Europa wurde 1994 eine erste Anlage mit dem Verfahren zur Sonnenenergie rückgewinnung aus Straßenoberflächen (SERSO), einem Hangviadukt einer Bundesstraße bei Därligen am Thunersee, Schweiz, realisiert. Dieses Straßenstück zeichnete sich durch häufiges und plötzliches Auftreten von Glatteis als sehr unfallträchtig aus. Unter der Straßenoberfläche, die sich bei Sonneneinstrahlung aufheizt, befinden sich Rohrschlangen, die die eingesammelte Wärme an einen Erdwärmesondenspeicher abgeben. Dort steht sie dann bei kritischen Winterwetterlagen wieder zur Verfügung und verhindert die Glatteisbildung.

Speicherung von Wärme und Kälte



Verlegearbeiten in der Straßendecke (oben) und SERSO Erdsondenspeicher (rechts)



Projektbeispiele

Potenzialstudie „Geothermie in Nordrhein-Westfalen“

In Nordrhein-Westfalen werden immer mehr Gebäude mit oberflächennaher geothermischer Energie versorgt. Am verbreitetsten ist dabei der Einsatz wartungsarmer Erdwärmesonden im Ein- bis Zweifamilienhausbereich.

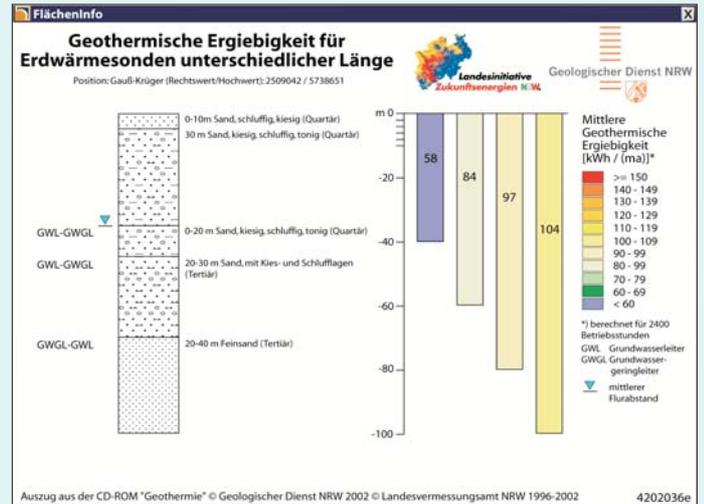
Die Planung und korrekte Dimensionierung von Erdwärmesonden setzt Kenntnisse über den geologischen Untergundaufbau voraus. Deshalb hat der Geologische Dienst NRW im Auftrag der Landesinitiative Zukunftsenergien NRW die Potenzialstudie "Geothermie in Nordrhein-Westfalen" erstellt. In der bundesweit bislang einmaligen Studie wurden bis zu einer Tiefe von 100 m landesweit Angaben zu Art, Mächtigkeit, Verbreitung und Wasserführung der Gesteine im Untergrund zusammengefasst und darauf aufbauend unter Berücksichtigung des Wärmebedarfs eines Ein- bis Zweifamilienhauses die geothermische Ergiebigkeit des Untergrundes für vier verschiedene Sondenlängen abgeleitet.

Die Ergebnisse der Studie befinden sich auf der CD-ROM "Geothermie - Daten zur Nutzung des oberflächennahen Potenzials". Die CD richtet sich sowohl an interessierte Bürgerinnen und Bürger als auch an Fachleute und ist in zwei Versionen erhältlich.

Auf der Basis-Version der CD-ROM wird das geothermische Potenzial des Untergrundes in Form von Karten dargestellt, auf denen Bauherren unmittelbar erkennen können, ob ihr Grundstück für eine geothermische Nutzung geeignet ist und in welchen Tiefenbereichen der Untergrund die höchste Ergiebigkeit aufweist.

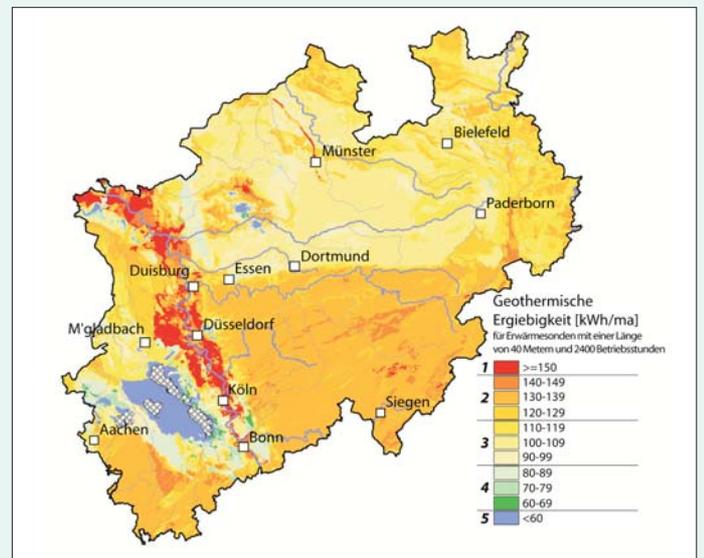
Auf der CD-ROM Version Professional, die für Anlagenplaner, Architekten, Planungs- und Genehmigungsbehörden konzipiert wurde, wird zusätzlich für jede ausgewiesene Fläche ein Standard-Schichtenverzeichnis mit allen geologischen und hydrogeologischen Informationen zur Verfügung gestellt. Diese Daten bilden die Grundlage für eine optimale Anlagenplanung.

Auf beiden CD-Versionen befinden sich darüber hinaus weitere, für die Planung einer Anlage wichtige Informationen. Zu nennen ist beispielsweise die Darstellung von Wasserschutzgebieten, in denen eine geothermische Nutzung entweder untersagt oder nur unter bestimmten Auflagen möglich ist, oder ein kleiner Leitfaden mit Hinweisen zu Genehmigungsverfahren, technischen Vorschriften und vielem mehr.



Darstellungsprinzip der CD-ROM

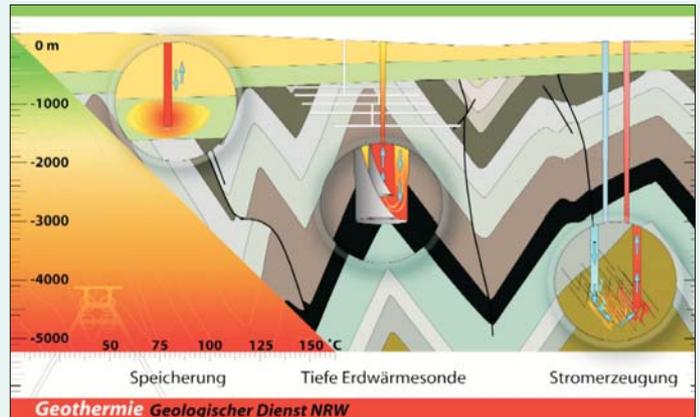
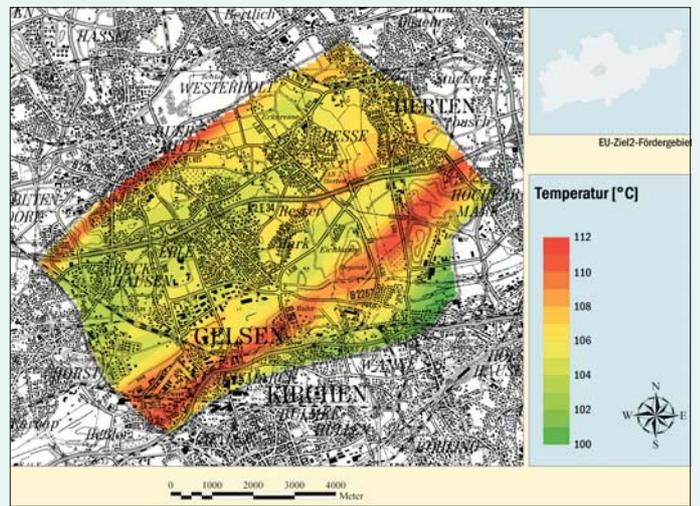
Quelle: Geologischer Dienst NRW, Krefeld



Geothermische Ergiebigkeit des Untergrundes für 40 m tiefe Erdwärmesonden

Quelle: Geologischer Dienst NRW, Krefeld

Projektbeispiele



Schematische Darstellung "Tiefe Erdwärmesonde"
Quelle: Geologischer Dienst NRW

Potenzialstudie zur Tiefengeothermie im Ruhrgebiet

Das Ruhrgebiet als größter Energieabsatzmarkt Deutschlands und als hochindustrialisierter, im Strukturwandel befindlicher Ballungsraum ist in besonderem Maße prädestiniert, den Einsatz geothermischer Energiegewinnung zu forcieren. Voraussetzung ist die Kenntnis des Schichtenaufbaus und der Temperaturverteilung im Untergrund des Ruhrgebietes bis zu einer realen Nutzungstiefe von 5.000 m. Daher baut der Geologische Dienst NRW derzeit für die gesamte Region ein geothermisches Informationssystem auf, welches zur Erhöhung der Realisierungschancen tiefengeothermischer Anlagen zur Wärme- und Stromproduktion beitragen soll.

Im Rahmen der von der EU geförderten *Geothermie-Studie Ruhrgebiet** werden die zahlreichen über den Untergrund des Ruhrgebietes zur Verfügung stehenden geowissenschaftlichen Daten unterschiedlichster Herkunft, Aktualität und Detailschärfe neu interpretiert, in einem modernen, einheitlichen Untergrundmodell zusammengefasst und für einen schnellen und verbesserten Zugriff in moderne Geoinformationssysteme überführt. Des Weiteren werden geothermische Gesteinsparameter der für das Ruhrgebiet typischen Untergrundgesteine ermittelt und unter Berücksichtigung der auftretenden Gesteinsverbreitung und der geothermischen Gesteinsparameter die zu erwartenden Temperaturen bis 5.000 m Tiefe flächendeckend modelliert.

Die Ergebnisse des geothermischen Informationssystems, vor allem die Verbreitung der für eine geothermische Nutzung geeigneten geologischen Horizonte sowie die Prognosen zur Temperaturtiefenentwicklung erlauben es, die Möglichkeiten einer geothermischen Nutzung an jedem Standort im Ruhrgebiet abzuschätzen und mit Hilfe des GIS-gestützten digitalen Untergrundmodells regionale und lokale Standortbewertungen durchzuführen. Darüber hinaus können Vorranggebiete für einzelne Nutzungsarten ausgewiesen werden, so zum Beispiel für tiefe Erdwärmesonden, für thermische Untergrundspeicher, aber auch für die Möglichkeiten der Stromerzeugung mittels der Hot-Dry-Rock-Technik.

Mit finanzieller Unterstützung des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und des Landes Nordrhein-Westfalens



EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT

Europäischer Fond für Regionale Entwicklung

Kohle gesucht – Geothermie gefunden?

Auf der Suche nach Steinkohle wurden in Nordrhein-Westfalen in den vergangenen Jahrzehnten zahlreiche tiefe Bohrungen abgeteuft.

Bei der Nutzung geothermischer Energie aus Bohrungen ist üblicherweise die Erstellung der Bohrung der Hauptkostenträger. Die Verwendung bestehender Bohrungen verbessert daher die Wirtschaftlichkeit und reduziert die Planungsrisiken nachhaltig.

Mit der Frage der Nachnutzung solcher Bohrungen beschäftigte sich eine Projektgruppe, an der sich neben der Deutsche Montan Technologie GmbH (DMT), Essen, auch die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule in Aachen sowie eine Reihe weiterer Unternehmen aus der Energiewirtschaft und der Geothermie-Branche beteiligen. Das Vorhaben wurde vom Land Nordrhein-Westfalen gefördert.

Untersucht wurde die technische, energetische und betriebswirtschaftliche Eignung der jeweiligen Bohrungen im Hinblick auf eine geothermische Energiegewinnung. Die Untersuchung kam zu folgenden Ergebnissen:

- Grundsätzlich sind alle aktuellen und zukünftigen Explorationsbohrungen zur geothermischen Nachnutzung geeignet.
- Die Existenz eines erschließbaren Abnehmerpotenzials im Umkreis von nicht mehr als 500 m Radius ist Grundvoraussetzung für eine mögliche Nachnutzung.
- Es ist die Bereitschaft des Explorierenden zur sehr frühzeitigen Kooperation mit den Planern einer möglichen Nachnutzung zwingend erforderlich.
- Die Änderung der Betriebspläne einer laufenden Explorationsbohrung hin zur geothermischen Wärmeabgewinnung sind i. W. als unproblematisch anzusehen.
- Ist durch die Gebirgstemperatur erbrachte Vorlaufemperatur für eine Niedertemperaturheizung zu gering und soll auf den Einsatz einer Wärmepumpe verzichtet werden, ist ein Tieferbohren der bereits vorhandenen Explorationsbohrung unumgänglich.
- Ein Tieferteufen ist aus finanzieller Hinsicht nur dann sinnvoll, wenn die speziell für die Explorationsbohrung notwendigen Rohrabschnitte gezogen werden können und auf aufwendiges Auffräsen dieser Bereiche verzichtet werden kann.
- Ein Tieferteufen ist bei Beibehaltung vorhandener Bohrdurchmesser hinsichtlich der Bohrlochstandsicherheit nicht ohne Risiko.
- Explorationsbohrungen mit größeren Durchmessern sind möglich, jedoch deutlich teurer. Diese Mehrkosten müssten durch den Nachnutzer bereits im Vorfeld getragen werden.

Grubenwassernutzung

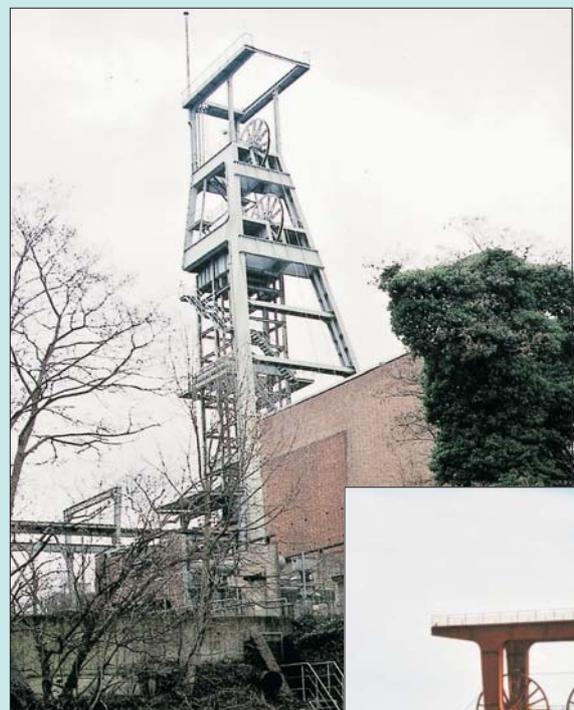
Jährlich werden im Ruhrgebiet aus den Schächten der „Wasserhaltungen“ rd. 100 Mio. m³ Grubenwasser zu Tage gefördert – mehr als das Doppelte der Kohleförderung.

Die Gewinnung von Wärme aus Gruben- und Sumpfungswässern des Bergbaus stellt eine interessante, derzeit aber erst in Ansätzen realisierte geothermische Nutzung in NRW dar. Während für den Braunkohlenbergbau im rheinischen Revier erste Konzepte erarbeitet werden, können die Grubenwässer der ehemaligen Steinkohlenzeche „Heinrich“ in Essen bereits seit zwei Jahrzehnten energetisch genutzt werden.

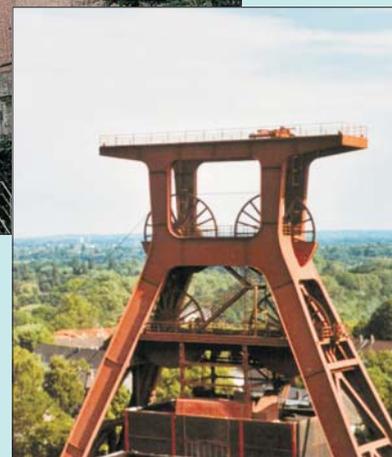
Aus dem Schacht „Heinrich 3“ in Essen müssen im Jahresdurchschnitt 40 m³/min Grubenwasser aus den Teufen von -335 m und -480 m unter NN gehoben werden. Die Temperatur dieser Grubenwasser beträgt nahezu konstant 22 °C.

Seit zwei Jahrzehnten wird über eine Teilmenge dieses Wassers – etwa 20 m³/h – zur Beheizung eines benachbarten Seniorenheimes eingesetzt.

Derzeit wird eine Studie zur Nutzung von Grubenwasser für Wärmezwecke für das Design-Zentrum Zollverein durchgeführt.



Wasserhebung Heinrich, Essen (oben)



Zeche Zollverein 12, Essen (rechts)

Projektbeispiele

Nutzung von Sumpfungswasser im Braunkohlenrevier

Im rheinischen Braunkohlenrevier werden zur Entwässerung der Tagebaue enorme Mengen Wasser über weitverzweigte Leitungssysteme gefördert. Beim Pumpenausstritt 25 °C warm, bilden sie ein Wärmepotenzial, für das es bisher kein technisch ausgereiftes Konzept zur wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Nutzung gab. Allein in Bergheim werden jede Sekunde etwa 8.000 Liter Sumpfungswasser in die Erft abgeschlagen. Die thermische Nutzung dieses Wärmereservoirs würde theoretisch die Möglichkeit bieten bis zu 60.000 Einfamilienhäuser mit Wärme zu versorgen.

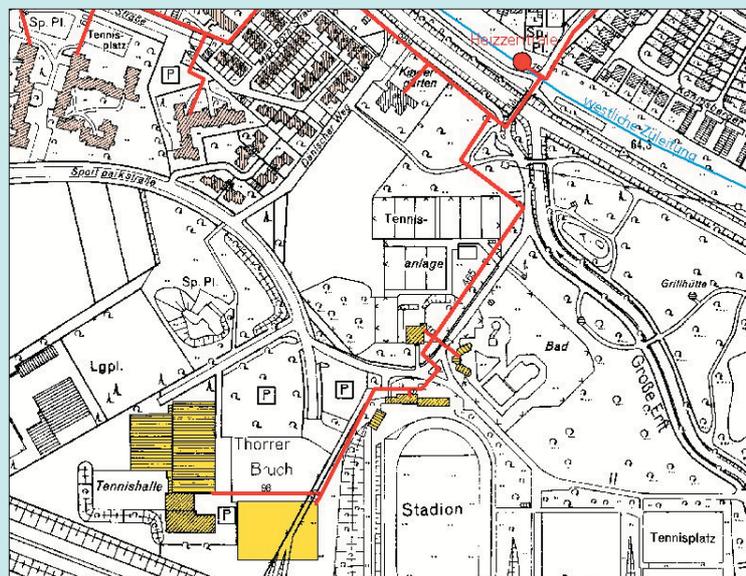
Die Stadt Bergheim, die RWE/Rheinbraun AG und das Fraunhofer Institut UMSICHT haben es sich mit finanzieller Unterstützung des Landes NRW zur Aufgabe gemacht, für Teile dieser preiswerten und konstant verfügbaren heimischen Energiequelle ein Nutzungskonzept unter betriebswirtschaftlichen und ökologischen Aspekten zu entwickeln.

Unter Einsatz der modernen Wärmepumpentechnologie ist modellhaft die Versorgung unterschiedlicher Objekte mit Wärme zur Beheizung und Warmwasserbereitung analysiert worden. Innerhalb verschiedener Teilprojekte wurden die Versorgungssituationen

mit Wärme von bereits existierenden Wohngebieten, neuer Siedlungsgebiete, einer landwirtschaftlichen Produktionsstätte, eines Gewerbeparks und eines Schwimmbades mit benachbarter Freizeitanlage betrachtet.

Derzeit ist die Demonstration der neuen Technologie innerhalb des städtischen Frei- und Hallenbades und in einem Neubaugebiet geplant.

Kartenausschnitt des Freizeitbereichs der Stadt Bergheim
Quelle: Fraunhofer UMSICHT, Oberhausen



Geothermie macht NASS warm

Erdwärme wird demnächst in Arnsberg im geplanten Freizeitbad "NASS" für warmes Wasser und wohlige Temperaturen in der neuen Aquawelt sorgen. Mit einer Bohrung wird das geothermische Potenzial in 3.000 m Tiefe erschlossen und durch eine Wärmesonde nutzbar gemacht. Mit der Erdwärme können in Zukunft rund 75 % des Wärmebedarfs des Freizeitbades gedeckt. Die Stadt Arnsberg spart auf diese Weise etwas 2,1 GW/h/a Wärme, hat geringere Betriebskosten und reduziert den CO₂-Ausstoß um 800 Tonnen jährlich.

Die technische Umsetzung des Projektes übernimmt die Deutsche Montan Technologie GmbH (DMT), Essen, zusammen mit dem Arnsberger Ingenieurbüro Ulrich Müller.

Das Land Nordrhein-Westfalen fördert das Vorhaben mit rund 450.000 EUR.

Mit den Bohrarbeiten soll in 2004 begonnen werden.



SuperC: Geothermieprojekt der RWTH Aachen



Entwurf des SuperC in Aachen
 Grafik: RWTH Aachen

Mitten im Aachener Hochschulviertel baut die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) das „SuperC“, ein zentrales Service-Center für die Studierenden. Mit der Wärmeversorgung des Gebäudes geht die RWTH zukunftsweisende Wege.



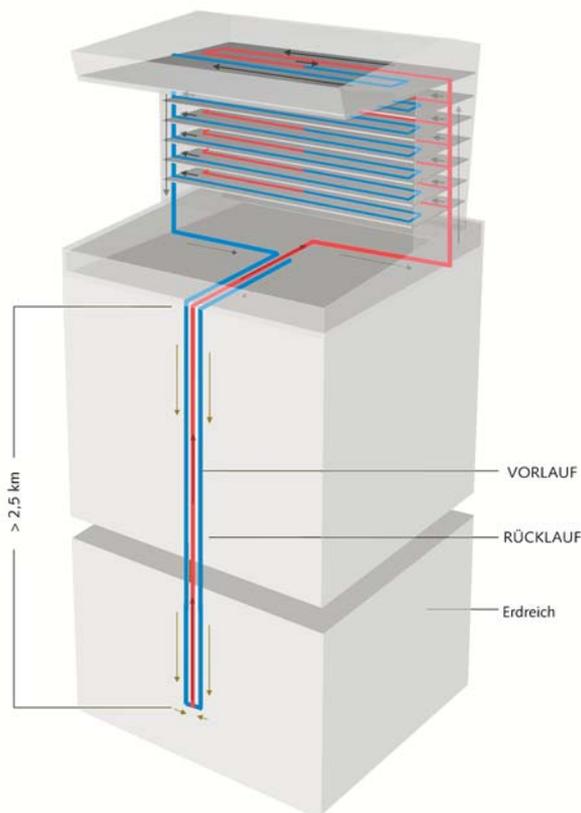
Erkundungs-Bohrarbeiten für das SuperC in Aachen
 Foto: RWTH Aachen

Erdwärme wird als Energiequelle genutzt. In einem Kreislauf wird Wasser in 2.500 Meter Tiefe auf 70 °C erwärmt und direkt in das Heizungssystem des Gebäudes eingespeist. Im Sommer kann die Erdwärme mittels einer Adsorptionskältemaschine zur Kühlung genutzt werden. Mit dem Projekt „SuperC“ wird erstmals ein Großgebäude direkt vor Ort durch Geothermie als alternative, CO₂-freie und kostenneutrale Energieform versorgt.

Eine solche Versorgung lässt sich nahezu überall realisieren. An dem Projekt arbeiten zahlreiche RWTH-Institute interdisziplinär zusammen. In den Fachbereichen Geowissenschaften, Bergbau, Architektur, Betriebswirtschaft, Maschinenbau und Kommunikationswissenschaften wird projektbegleitende Forschung betrieben.

Die Bohrungen werden im Mai 2004 begonnen, das „SuperC“-Gebäude soll Ende 2005 seiner Bestimmung übergeben werden. Ein Ziel der RWTH ist, sowohl dem Fachpublikum als auch der breiten Öffentlichkeit die Anwendung einer bisher kaum genutzten erneuerbaren Energiequelle zu demonstrieren.

Finanziell unterstützt wird das Projekt vom Land NRW und der EU.



Wärmeverteilung SuperC in Aachen
 Grafik: RWTH Aachen

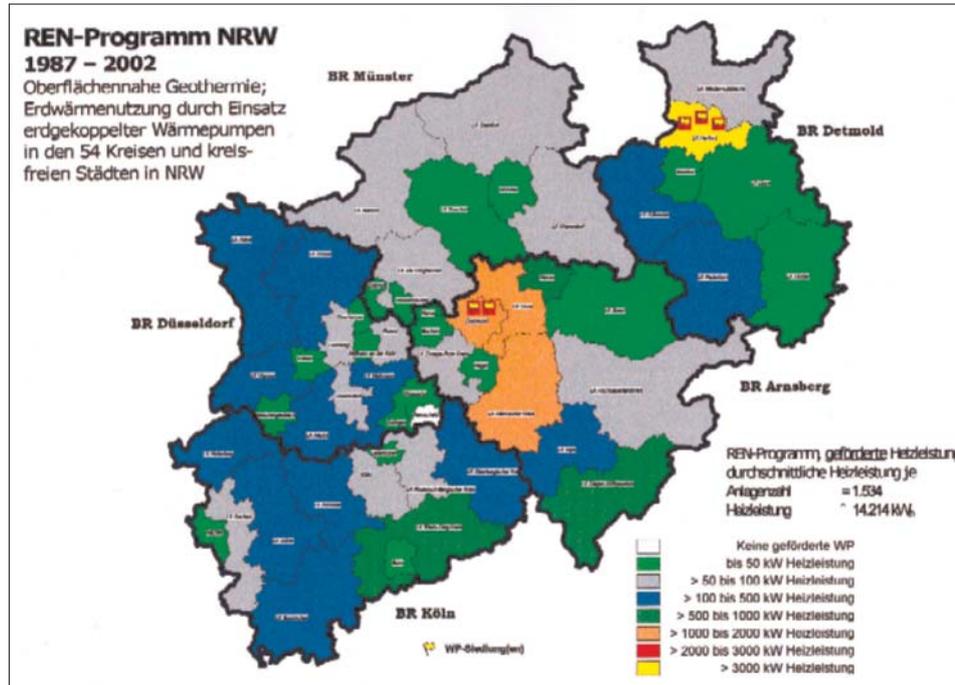
Mit finanzieller Unterstützung des Europäischen Life III-Programms und des Landes Nordrhein-Westfalens



EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT

Europäischer Fond für Regionale Entwicklung

Projektbeispiele



Erdwärmeversorgung der Ruhr-Universität Bochum

Gegenwärtig wird der Wärmebedarf der Ruhr-Universität aus dem Fernwärmenetz gedeckt, an das auch der Ortsteil Hustadt, die FH Bochum und andere Einrichtungen angeschlossen sind. Allein die Universität bedarf einer Wärmegrundlast von 4 MW jährlich, in den Wintermonaten Spitzenlasten von 50 MW, was zu Kosten von mehr als 4 Mio. € führt. Geowissenschaftler und Ingenieure der Ruhr-Universität Bochum planen deshalb, die Wärmeversorgung ihrer Universität mittels Erdwärme unter Berücksichtigung von ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten sicherzustellen.

Unterhalb der Universität, in 3 bis 4 km Tiefe, erwartet man in den Gesteinsformationen des flözleeren Oberkarbons, das aus Sandsteinen und Quarziten besteht, eine Temperatur von ca. 115 °C. Die Wärme dieser Tiefengesteine kann an der Oberfläche nach dem Hot-Dry-Rock Prinzip genutzt werden.

Es ist geplant, zwei ca. 4 km tiefe Bohrungen, 25 cm Bohrdurchmesser, abzuteufen und künstliche Fließwege im Tiefengestein zwischen den beiden Bohrungen als natürlichen Wärmetauscher zu schaffen. Durch eine der Bohrungen wird kaltes Wasser in die Tiefe gepresst, das sich dort wie in einem Wärmetauscher auf natürlichen Bruch- und Rissflächen erhitzt.

Das ca. 110 °C heiße Wasser wird durch die zweite Bohrung zur Oberfläche gefördert und einem Wärmetauscher zugeführt. Die gewonnene Wärme wird in das Verteilernetz eingespeist und das abgekühlte Wasser über die Injektionsbohrung in den Untergrund verpresst.

In einer Machbarkeitsstudie* wurde die Detailplanung der ca. 500 m auseinanderliegenden Bohrungen und das Engineering des unterirdischen Wärmetauschers erarbeitet, die Möglichkeit des Anschlusses der geothermischen Wärmeproduktion an das oberirdische Wärmeverteilernetz untersucht, die Gesamtkosten des Projektes ermittelt, die Umweltbeeinflussung betrachtet und die Wirtschaftlichkeit des Erdwärmesystems aufgezeigt.

Das Projekt soll bis Ende 2009 realisiert werden.

Mit finanzieller Unterstützung des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung und des Landes Nordrhein-Westfalens



EUROPÄISCHE GEMEINSCHAFT

Europäischer Fond für Regionale Entwicklung

Große Siedlungen – viele kleine Bohrungen

Erdwärmesonden eignen sich sowohl zur Beheizung einzelner Gebäude als auch für die Versorgung größerer Gebäudekomplexe oder ganzer Neubaugebiete. Vor allem bei größeren Objekten müssen genaue Untersuchungen des Untergrundes durchgeführt werden, damit sicher gestellt ist, dass die Anordnung der Sonden so erfolgt, dass eine gegen seitige wärmetechnische Beeinflussung unterbleibt.

Die größten deutschen Siedlungen dieser Art befinden sich in Nordrhein-Westfalen.



Dortmund-Mengede:

Im Dortmunder Stadtteil Mengeder Heide ist das Neubaugebiet Rittershof entstanden. Die 90 Gebäude der Siedlung werden über erdgekoppelte Wärmepumpen versorgt. Auch diese Erdwärmesonden verfügen über eine Tiefe von bis zu 150 m. Sie versorgen insgesamt vier Reihenhäuser, 34 Doppelhäuser, 41 freistehende Einfamilienhäuser sowie ein Mehrfamilienhaus mit sechs Wohnungen. Die Gebäude sind in Niedrigenergiebauweise ausgeführt worden. Solarkollektoren für die Heißwasserbereitung und Systeme für die Regenwassernutzung sind zusätzlich vorhanden.

Das Land Nordrhein-Westfalen stellte für beide Projekte Mittel aus dem REN-Programm bereit. NRW zeigt auch mit diesen Vorhaben, dass die Siedlungen und Städte der Zukunft auf fossile Energien verzichten können. Sonne und Erde stellen mehr Heizenergie zur Verfügung als wir benötigen.

Werne:

Im Ortsteil Fürstenhof ist Europas größte Erdwärmesondenanlage mit knapp 130 Sondenbohrungen mit Tiefen von je 120 - 150 Metern entstanden. Diese Erdsondenanlage versorgt eine komplette Wohnsiedlung mit 123 Häusern. Bei den Gebäuden handelt es sich um Doppelhaushälften und Einfamilienhäuser mit Niedrigenergiehausstandard. Neben einer Erdwärmeheizung stehen den Bewohnern Solarkollektoren für die Heißwasserbereitung und Systeme für die Regenwassernutzung zur Verfügung.

Projektbeispiele

Bergwerke

Für ein Land wie Nordrhein-Westfalen mit seiner langen Bergbautradition eröffnet sich aber noch eine ganz andere Möglichkeit:

Durch den Kohleabbau wurden unter Tage große Hohlräume geschaffen, die zum Teil auch nach Schließung der Bergwerke noch offen sind. Das dort vorhandene natürliche Temperaturniveau von ca. 40 °C könnte energetisch genutzt werden.

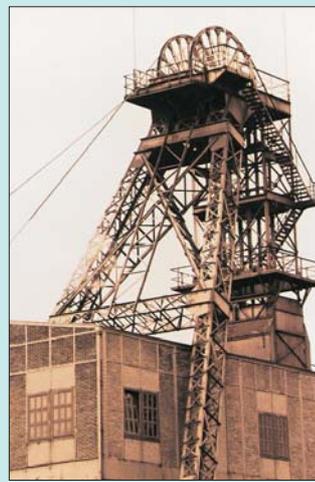
Beispiele hierzu gibt es schon:

- In Springhill (Kanada) versorgt eine ehemalige, jetzt geflutete Kohlengrube ein darüber liegendes Gewerbe- und Industriegebiet mit Heizenergie.
- In einer inzwischen als Touristenattraktion dienenden Zinngrube in Ehrenfriedersdorf im Erzgebirge nutzen eine Schule und die Besuchereinrichtungen die Energie, die in der Tiefe für sie bereitliegt.

Nun wird auch in Nordrhein-Westfalen nach geeigneten Standorten gesucht, an denen die Nutzung der Grubenwärme demonstriert werden kann. Dabei muss es nicht allein um die Entnahme von Energie aus der Tiefe gehen. Man kann die Schächte von Bergwerken auch nutzen, um Energie zwischenspeichern. An der Ruhr-Universität in Bochum arbeitet man an der Entwicklung der entsprechenden Verfahren.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung von Schächten im Bergbau zur Wärmespeicherung

Im Rahmen einer Grundlagenstudie wurden im Zeitraum 1997 bis 1999 im Rahmen des Forschungsprojektes der AG Solar NRW "Saisonale Speicherung solarer Niedertemperaturwärme in Bergwerken - Solarenergiebergbau" die Möglichkeiten untersucht, verschiedene Grubenräume des Ruhrreviers für die saisonale Wärmespeicherung solar gewonnener Energie zu nutzen. Durch diese Forschungsarbeiten konnte nachgewiesen werden, dass ein



Schacht von Oeynhausen 1, Ibbenbüren (oben links), Schacht Monopol, Kamen (oben rechts) und Zeche Zollverein 1/9, Essen (unten)

Grubenspeicher realisierbar ist und nach dem bisherigen Kenntnisstand keinerlei rechtliche, technische oder wirtschaftliche Gründe einer Umsetzung dieses Konzeptes im Wege stehen. Als Folgevorhaben wurde im Jahr 2000 das Projekt "Analyse und Konzeption der saisonalen Speicherung solarer Wärme in Grubenräumen" der AG Solar NRW gestartet, in dem basierend auf den Erkenntnissen aus der Grundlagenstudie:

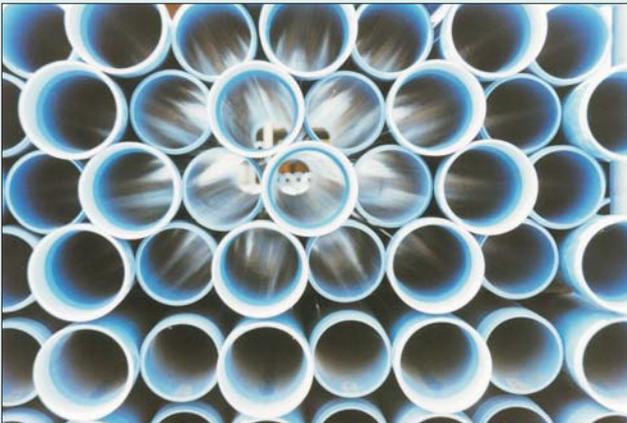
- die Standortauswahl detailliert,
- die technischen Lösungen für den Speicher konkretisiert und
- die Konzeptumsetzung vorbereitet

werden soll.

In dem Folgevorhaben wird das Speicherkonzept technisch detailliert und konkretisiert und auf die Rahmenbedingungen des Schachtes 5 des Bergwerkes Niederberg angepasst. Dazu erfolgt auch eine Konzepterweiterung auf einen größeren Teufenbereich. Die dokumentierten Arbeiten zum Standort Niederberg sind von der DSK - Deutsche Steinkohle AG, den Kommunen sowie den zuständigen Bergämtern und dem Geologischen Dienst NRW vielfältig und umfangreich unterstützt und konstruktiv begleitet worden.

Projektbeispiele

Rohrleitungen für Bohrloch



Doppel-U-Rohr-Erdsonde, Armaturen und Verteilungsleitung zur Wärmepumpe

Erdwärme- Wärmepumpenanlage in Rietberg

Einen praktischen Anfang zur Anwendung von geo-thermischer Technologie führte das mittelständische Brunnenbauunternehmen Konrad Stückerjürgen KG (STÜWA) in Rietberg-Varensell/Ostwestfalen mit dem Leitprojekt der Landesinitiative Zukunftsennergien NRW im Jahr 1997 durch.

In der Planungsphase für den Verwaltungsneubau fiel die Entscheidung, die Werkshallen und den Verwaltungstrakt (1.200 m²) mittels Erdwärme zu beheizen.

In eine 490 m tiefen Bohrung wurde eine Erdsonde eingebracht und mit einem geschlossenen Rohrleitungssystem verbunden. Am tiefsten Punkt der Bohrung beträgt die Temperatur 27 °C. In der Erdsonde wird das zirkulierende Wasser (ohne chemische Zusätze) vorerwärmt und in Verbindung mit einer 45 kW-Wärmepumpe auf das zur Beheizung notwendige Temperaturniveau angehoben.

Geschlossene Erdwärme- sonde in Plettenberg

Zur Wärmeversorgung eines Firmen- und Wohngebäudes der Motorradland GmbH in Plettenberg, ist die Errichtung und Erprobung eines neuartigen Systems zur Nutzung der Erdwärme bis in eine Tiefe von ca. 400 m geplant.

Innovativ ist dabei der Ansatz, eine Doppel-U-Rohr-Wärmesonde für diesen Tiefenbereich einzusetzen, die standardmäßig nur bis zu einer Tiefe von ca. 200 m eingesetzt wird.

Um einen Wärmestrom von der Sonde in die oberen, kälteren Erdschichten zu minimieren, wird hier die Verpressung der Sonde nur bis ca. 40 m unterhalb der Erdoberfläche vorgenommen. Die übrige Abstützung erfolgt mittels Isoliermaterial.

Das Land Nordrhein-Westfalen fördert das Projekt aus Mitteln des REN-Programmes.

Mit den Bohrarbeiten wird voraussichtlich noch im Februar 2003 begonnen.

Trinkwasser für Milos - mit Hilfe von Erdwärme

Der griechischen Insel Milos fehlt das Wasser. Das Grundwasser der Insel ist brackig und entspricht schon lange nicht mehr den üblichen Standards. Wachsende Bevölkerungszahlen und zunehmender Tourismus führten zu einer höheren Trinkwasserentnahme und zum Bohren immer neuer Trinkwasserbrunnen.

Vom Meer her nachdringendes Salzwasser lässt den Salzgehalt ansteigen und führt zu noch schlechter Wasserqualität und zu Korrosionsschäden am Leitungsnetz und Geräten.

Zur Versorgung der Bevölkerung und Touristen wird das Wasser in Tankschiffen vom Festland angeliefert und in Plastikflaschen im Supermarkt angeboten.

Duschen wird zum Problem und eine durchschnittliche Familie mit zwei Kindern muss rund 15 % ihres Einkommens für den Kauf von Trinkwasser aufwenden.

Aufgrund der hohen Temperaturen im Untergrund der Insel wurde beschlossen, diese Energie mit geothermischer Technologie zu nutzen, um Meerwasser zu entsalzen.

Eine Bohrung wird mehr als 100 °C heißes Wasser fördern. Dessen Energie treibt zunächst eine ORC-Turbine an und erzeugt Strom, der für das Entsalzungsverfahren benötigt wird. Das noch 80 °C warme Wasser wird zum Vorwärmen des zu entsalzenden Meerwassers verwendet. Dabei kühlt es sich auf 50 °C ab und wird über eine weitere Bohrung wieder in den Untergrund verpresst. Milos wird sein Trinkwasser, 800.000 m³ pro Jahr, zu erschwinglichen Preisen erzeugen können.

Das Projekt wird u. a. aus Mitteln der Europäischen Union gefördert.



Milos, Ebene von Zerphiria, Standort des zukünftigen Kraftwerks

Wichtige Adressen, Literaturhinweis, Quellen- nachweis

Wichtige Adressen

Geothermische Vereinigung e.V.

Gartenstraße 36
49744 Geeste
Telefon: 0 59 07 / 5 45
Telefax: 0 59 07 / 73 79
E-Mail: Geothermische-Vereinigung@t-online.de
Internet: www.geothermie.de

Geologischer Dienst NRW

De-Greif-Strasse 195
47803 Krefeld
Telefon: 0 21 51 / 8 97 - 0
Telefax: 0 21 51 / 8 97 - 466
E-Mail: poststelle@gd.nrw.de
Internet: www.gd.nrw.de

Forschungszentrum Jülich GmbH

Projektträger ETN
52425 Jülich
Telefon: 0 24 61 / 690 - 601
Telefax: 0 24 61 / 690 - 610
E-Mail: info@pt-etn.tz-juelich.de
Internet: www.kfa-juelich.de/etn

Energieagentur NRW

Kasinostraße 19-21
42103 Wuppertal
Telefon: 02 02 / 2 4 5 5 2 - 0
Telefax: 02 02 / 2 4 5 5 2 - 30
E-Mail: info@ea-nrw.de
Internet: www.ea-nrw.de

Quellennachweis:

Abbildungen und Fotos wurden bereitgestellt von:

Energieagentur NRW, Wuppertal,
Erdwärme Neustadt-Glewe GmbH, Schwerin,
Geologischer Dienst NRW, Krefeld
Geothermische Vereinigung e.V., Geeste
Polydynamics Engineering, Männedorf Fraunhofer
UMSICHT, Oberhausen
RWTH Aachen

Staatliche Stellen für die Bewilligung von Zuschüssen im Rahmen von NRW Förderprogrammen und sonstigen Programmen

Bezirksregierung Arnsberg

Abteilung Bergbau und Energie in NRW

Goebenstraße 25
44135 Dortmund
Telefon: 02 31 / 5 41 02 96
Telefax: 02 31 / 5 41 04 50 13
Internet: www.bezreg-arnsberg.nrw.de

(REN-Demonstrationsförderung, REN-Technische Entwicklung)

Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung und Bauwesen des Landes Nordrhein-Westfalen" (ILS NRW).

Außenstelle Dortmund
Ruhrallee 1-3
44139 Dortmund
Telefon: 02 31 / 2 86 83 01
Telefax: 02 31 / 2 86 83 02

(REN-Breitenförderung)

E-Mail: poststelle@lb.nrw.de
Internet: www.lb.nrw.de

Bürger- und ServiceCenters NRW unter
Telefon: 0180 - 3100 110

Literaturhinweis:

Broschüren der Landesinitiative Zukunftsenergien NRW

- Zukunftsenergien aus Nordrhein-Westfalen
- Wärmepumpe "Systemlösung aus einer Hand"
- Leitfaden Wärmepumpe
- Marktführer Wärmepumpe
- Grubengas
- Leitprojekte

Geschäftsstelle

Landesinitiative Zukunftsenergien NRW

c/o Ministerium für Verkehr, Energie und Landesplanung
des Landes Nordrhein-Westfalen (MVEL)

Haroldstraße 4 D-40213 Düsseldorf

Telefon: 02 11/8 66 42-0 Telefax: 02 11/8 66 42-22

E-Mail: info@energieland.nrw.de

Außenstellen

Ministerium für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport des Landes Nordrhein-Westfalen (MSWKS)

Elisabethstraße 5-11 D-40217 Düsseldorf

Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen (MWF)

Völklinger Straße 49 D-40221 Düsseldorf

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNLV)

Schwannstraße 3 D-40476 Düsseldorf

ee energy engineers GmbH

Am Technologiepark 1 D- 45307 Essen

Ihr Ansprechpartner in der Geschäftsstelle

Dr. Frank-Michael Baumann

Projektleiter

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Griepentrog

Vorstandsvorsitzender der Gelsenwasser AG