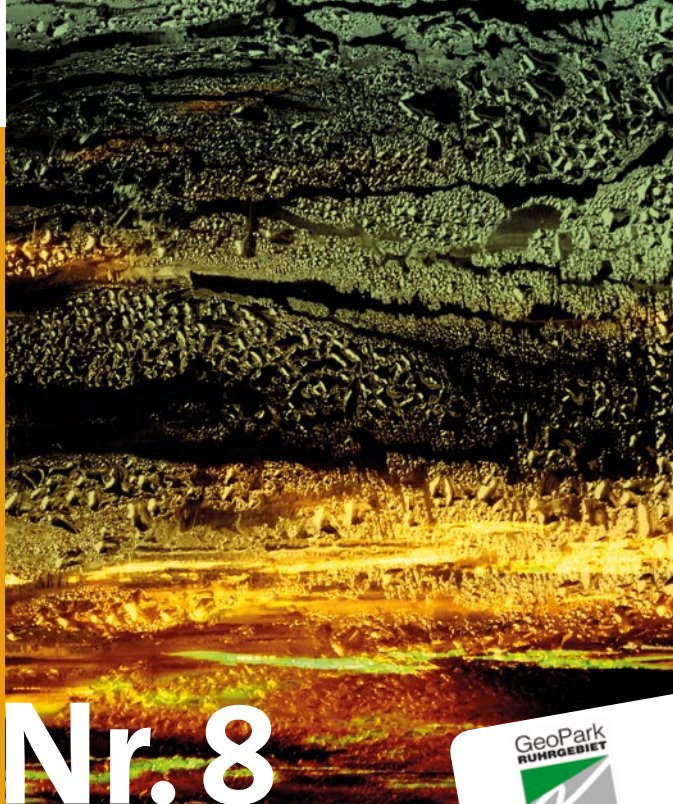




www.metropoleruhr.de



Nr. 8



GeoPark Themen

Geothermie im
GeoPark Ruhrgebiet

etropoleruhr

Geothermie im GeoPark Ruhrgebiet

Vom Steinkohle- zum Wärmebergbau

Ursprung der Geothermie

Im Untergrund des Ruhrgebiets schlummert ein wertvolles Potenzial: Erdwärme – geothermische Energie. Jeder, der schon mal in ein Steinkohlebergwerk eingefahren ist, konnte die Wärme mit zunehmender Tiefe am eigenen Körper spüren. Während in den oberen 15 bis 20 Metern das Temperaturregime noch abhängig von den Jahreszeiten durch die Sonneneinstrahlung sowie durch Niederschlags- und Grundwässer beeinflusst wird, nimmt darunter die Temperatur kontinuierlich um circa 3 °C pro 100 Meter Tiefe zu. Diese Temperaturzunahme mit der Tiefe wird als geothermischer Gradient bezeichnet.

Die Nutzung der Erdwärme hat eine lange Geschichte. Sie gewinnt aber erst in neuerer Zeit aufgrund zunehmender Diskussion über die fossilen Energieträger an Bedeutung. Im Jahr 1904 gelang es Piero Ginori Conti in dem Ort Larderello in der Toskana, erstmals heißes Wasser aus dem Erdinneren für die Stromerzeugung zu nutzen. Heute steht dort eines der größten Geothermiekraftwerke Europas. Von ihm werden ungefähr 700 Megawatt in das italienische Energienetz eingespeist.

Abb. 1:
Geothermie-
kraftwerk in
Larderello,
Toskana/Italien



Die Metropole Ruhr als hochindustrialisierter, sich im Strukturwandel befindlicher Ballungsraum ist in besonderem Maße auf eine sichere und gleichzeitig umweltfreundliche Energieversorgung angewiesen. Die regenerativen Energien können einen bedeutenden Beitrag leisten, dieses Ziel zu erreichen. Unverzichtbar im Mix mit den anderen regenerativen Energien ist dabei die Geothermie.

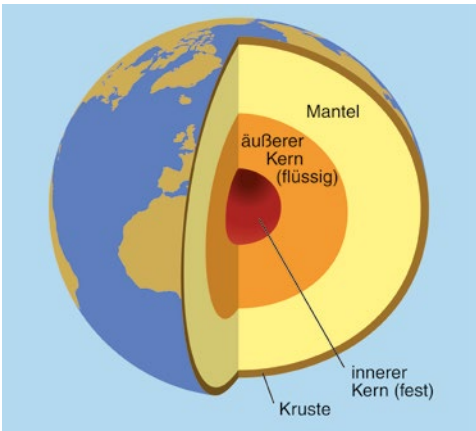


Abb. 2:
Temperatur-
zonen der Erde.
Etwa 99 %
unseres Planeten
sind heißer als
1.000 °C

Als Ursprung für die geothermische Energie können zwei Hauptquellen ausgemacht werden: Zu circa 30 Prozent stammt die Wärmeenergie aus der Restwärme der Erdentstehung und zu circa 70 Prozent aus dem Zerfall radioaktiver Elemente im Erdinneren.

Verschiedenen Schätzungen zufolge ist der Erdkern 4.800 °C bis 7.700 °C heiß. Durch das starke Temperaturgefälle zwischen Erdinnerem und Erdoberfläche wird Erdwärme ständig aus der Tiefe nachgeliefert. Diese nuklearen Zerfallsprozesse werden noch Millionen Jahre lang thermische Energie erzeugen. Damit gehört Erdwärme zu den regenerativen Energiequellen. Im Gegensatz zu den anderen regenerativen Energien steht sie fast überall und jederzeit zur Verfügung und das unabhängig vom Klima und von der Jahres- und der Tageszeit. Erschließt man den Untergrund über

Bohrungen und entzieht ihm aktiv die Wärme, sind die technischen Möglichkeiten der Erdwärmenutzung vielfältig. Sie reichen von der Versorgung einzelner Einfamilienhäuser mittels der oberflächennahen Erdwärme bis hin zur Tiefengeothermie, mit der die Gewinnung von Temperaturen deutlich über 100 °C aus Tiefen bis 5.000 Metern zur Versorgung großer Energieabnehmer mit Wärme und Strom möglich ist.

Nutzungsformen

Oberflächennahe Geothermie

Bei der Nutzung der Erdwärme in relativ geringen Tiefen spricht man von der Nutzung „Oberflächennaher Geothermie“. Per Definition handelt es sich um den Tiefenbereich bis 400 Meter. Die überwiegende Nutzung findet aber in bis zu 130 Metern Tiefe statt.

Erdwärmesonden

Am stärksten verbreitet im Bereich der Geothermie ist der Einsatz von Erdwärmesonden. Bei diesen handelt es sich um geschlossene Kunststoffrohre, die in meist 40 bis 150 Meter tiefen Bohrlöchern eingebaut werden. In den Kunststoffrohren zirkuliert ein Wasser-Sole-Gemisch, das dem umgebenden Gestein die Wärme entzieht. Mithilfe einer Wärmepumpe wird die gewonnene Erdwärme anschließend auf das gewünschte Heiztemperaturniveau angehoben. Erdwärmesonden beziehen die Wärme größtenteils aus dem Wärmestrom der Erde und können sowohl als Einzelsonden für Ein- und Zweifamilienhäuser als auch als Sondenfelder für Wohnsiedlungen oder für größere Einzelgebäudekomplexe wie beispielsweise Schulen oder Geschäftshäuser eingesetzt werden. So befinden sich beispielsweise in Dortmund und in Werne zwei geothermisch beheizte Neubausiedlungen mit 90 beziehungsweise 120 Wohneinheiten.

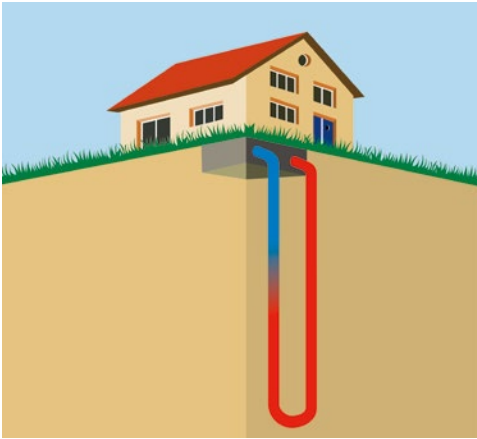


Abb. 3:
Prinzip einer
Erdwärme-
sonde

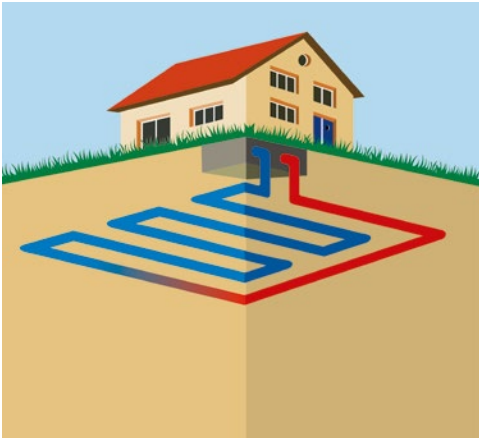
Sondenfeld

Um die Heiz- aber auch Kühllasten von größeren Gebäude oder Gebäudeensembles zu decken, reicht eine einzelne Erdwärmesonde in der Regel nicht aus. Um einen größeren Energiebedarf aus dem Untergrund decken zu können, werden viele Sonden abgeteuft, damit sie im Verbund ausreichend Energie zur Verfügung stellen. Wichtig ist, eine optimale technische, thermische und wirtschaftliche Anordnung der Sonden zu erreichen. Dafür wird das Sondenfeld im Vorfeld genau berechnet und simuliert. Durch eine optimale Auslegung wird der Untergrund nachhaltig bewirtschaftet, was Kosten spart und den Umweltschutz sichert.

Erdwärmekollektoren

Die im Boden – also in den obersten zwei Metern der Erdschicht – gespeicherte Energie kann durch Erdwärmekollektoren entzogen werden. Das sind langgestreckte oder spiralförmige, horizontale Rohrleitungen, die unterhalb der Frostgrenze bis in eine Tiefe von maximal 1,5 Metern verlegt werden. Die dem Boden entzogene Energie wird vor allem in den Sommermonaten durch die Sonneneinstrahlung und ganzjährig durch die Wärme im Niederschlags- und Sickerwasser nachgeliefert.

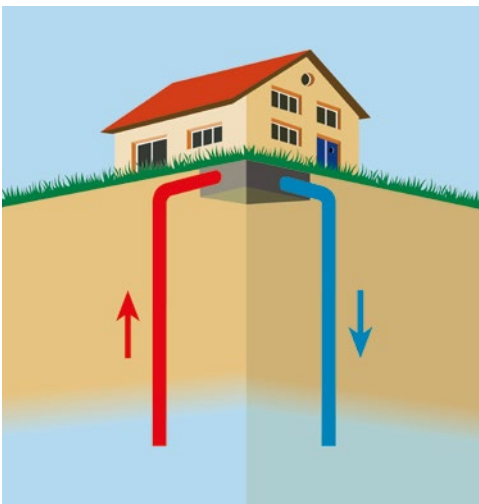
Abb. 4:
Prinzip eines
Erdwärmekollektors



Grundwassernutzung

Wo ausreichend Grundwasser vorhanden ist, kann diesem direkt Energie entzogen werden. Hierfür werden in der Regel zwei Brunnen angelegt. Aus dem ersten wird Grundwasser mit einer Temperatur von 10 bis 12 °C gefördert. Das Grundwasser selbst ist das Wärmeträgermedium, dem eine Wärmepumpe die enthaltene Energie entzieht. Über den zweiten Brunnen wird das abgekühlte Wasser wieder zu-

Abb. 5:
Prinzip eines
Grundwasserbrunnens



rückgeleitet. Allerdings muss das Grundwasser eine geeignete chemische Beschaffenheit haben, sonst können Anlagenteile durch chemische Ausfällungen zugesetzt werden.

Der Einsatz thermischer Untergrundspeicher ist besonders dann sinnvoll, wenn an einem Ort neben einem Energiebedarf auch ein Energieüberschuss (industrielle Abwärme oder Solarwärme) anfällt. Bei einer zeitlichen Diskrepanz zwischen Energieüberschuss und -bedarf besteht die Möglichkeit, einen Großteil der Überschusswärme durch Speicherung im Untergrund nutzbar zu machen.

Der Energiegewinn liegt hierbei nicht in der Nutzung nachströmender Erdwärme, sondern in der Möglichkeit, große Energiemengen durch die isolierenden Eigenschaften des Gesteins im Untergrund über einen längeren Zeitraum von bis zu mehreren Monaten zu speichern. Möglich sind offene Speicher in Grundwasserleitern nach dem Förderbrunnen-Schluckbrunnen-Prinzip, eine Speicherung in alten Bergwerksstollen oder Kavernen sowie eine Speicherung mittels geschlossener Erdsonden.

Nutzung in der Agrarwirtschaft

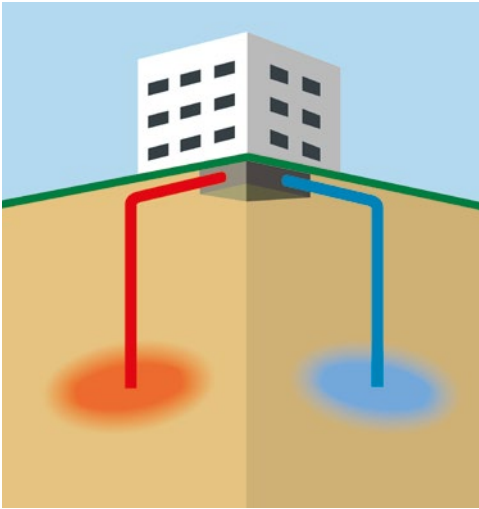
Insbesondere in der Agrarwirtschaft gibt es viele Anwendungsfälle, in denen Niedertemperaturwärme in einer Größenordnung von ca. 40 °C nachgefragt wird. Die Potenziale erstrecken sich von Gewächshäusern über moderne Fischzuchtanlagen bis hin zu Trocknungsanlagen für Pflanzenbestandteile. Das niedrige Temperaturniveau ist für die Nutzung oberflächennaher Geothermie prädestiniert, so dass sich hier effiziente Anlagen verwirklichen lassen.

Verkehrssicherheit und Geothermie

Über geothermische Systeme werden in verschiedenen Bereichen Verkehrsinfrastrukturen und Bauteile eisfrei gehalten. Die Deutsche Bahn AG ermittelt beispielsweise die Potenziale von geothermischen Weichenheizungen. Pilotprojekte im Straßenbau prüfen die Möglichkeit, Straßen-

abschnitte oder Brücken über eine Erdwärmeversorgung im Winter eisfrei zu halten. Oftmals reichen bei diesen Anforderungen direkte Heizsysteme, die ohne den Einsatz von zusätzlichen Wärmepumpen auskommen. Gelingt es, die Wärme über sogenannte heat-pipes-Sonden zu gewinnen, in denen CO_2 nur durch Temperaturdifferenzen zirkuliert, ohne Einsatz von Umwälzpumpen, dann ist man nicht auf elektrische Energie angewiesen.

Abb. 6:
Prinzip eines
Wärme- und
Kältespeichers



Grubenwassernutzung und Bergbauinfrastruktur

Großes Potenzial für die Geothermie im Ruhrgebiet liegt in den Hohlräumen des früheren Steinkohlebergbaus. Auch nach dem Ende des Bergbaus muss in den ehemaligen Zechen das Grubenwasser dauerhaft abgepumpt werden, um zu verhindern, dass die Stollen volllaufen. Allein in Bochum gibt es drei dieser sogenannten Wasserhaltungen. Zurzeit werden circa 80 Millionen Kubikmeter Grubenwasser im gesamten Ruhrgebiet gefördert. Je nach Teufe der Stollen ist das Wasser rund 30°C warm und damit energetisch nutzbar, beispielsweise zum Heizen von Gebäuden.

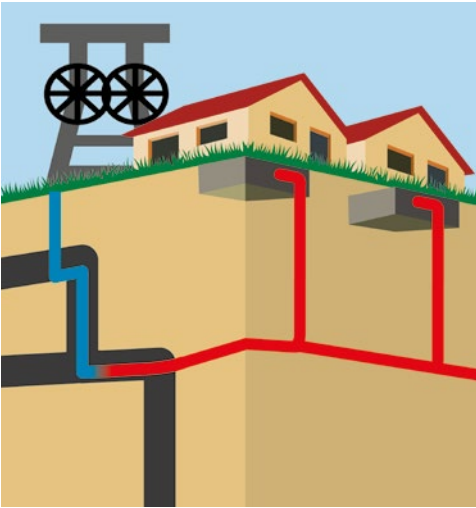


Abb. 7:
Prinzip der
Gruben-
wasserwärme-
nutzung

Weiterhin bilden die bestehenden Schachtbauwerke, zum Teil mit Tiefen bis zu 1.000 Metern, bei Rückbau der Steinkohlebergwerke die Möglichkeit, dort den Schacht zur Erdwärmenutzung zu aktivieren. Vorausgesetzt, es gibt auf der Seite der Wärmeabnehmer entsprechende Strukturen, gelingt so der Strukturwandel von der alten Montanindustrie zur Zukunftsenergie Erdwärme.

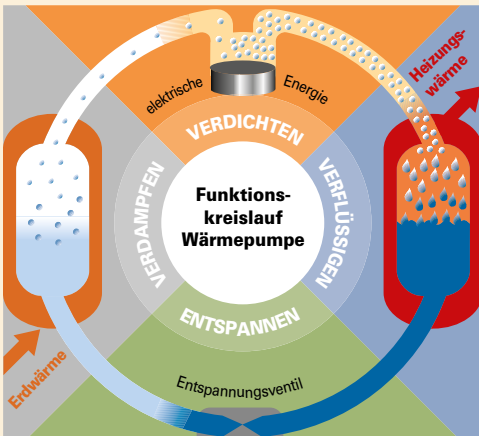
Exkurs Wärmepumpe

Mindestens einmal täglich begegnet man einer Elektrowärmepumpe. Warum? Ganz einfach: Ein Kühlschrank ist nichts anderes als eine Wärmepumpe. Aus dem Kühlschrank wird Wärme nach außen gepumpt. Technischer ausgedrückt: Dem Innenraum wird Wärme entzogen, die auf der Rückseite des Kühlschranks mit einem höheren Temperaturniveau an die Umgebungsluft abgegeben wird.

Die Komponenten einer Wärmepumpe sind im Wesentlichen:

- Verdampfer: Kältemittel nimmt Wärme auf und verdampft
- Verdichter: Kältemitteldampf wird über einen elektrischen Kompressor verdichtet
- Kondensator (Verflüssiger): Kältemittel verflüssigt sich und gibt Wärme ab
- Entspannungsventil: Kältemittel wird wieder auf den Verdampferdruck entspannt

Abb. 8:
Funktionskreislauf
Wärmepumpe



Elektrischer Strom ist die am häufigsten verwendete Antriebsenergie für Wärmepumpen. Es werden aber auch Systeme angeboten, die fossile Energieträger einsetzen, wie etwa Absorptions- und Adsorptionswärmepumpen oder

gasmotorisch betriebene Wärmepumpen. Beim Kühlschrank wird dem Innenraum Wärme entzogen. Bei einer Wärmepumpensystem der Umwelt. Dafür eignen sich beispielsweise die Luft, das Wasser und insbesondere das Erdreich.

Kenngößen für Wärmepumpen

Für die Wärmepumpentechnik gibt es spezifische Kenngößen zur Beurteilung der Leistung und Effizienz. Die wichtigste Kenngöße für den wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpe ist die Jahresarbeitszahl (JAZ). Mit diesem Kennwert wird das Verhältnis zwischen der abgegebenen Leistung an das Heiz- und Warmwassersystem und der aufgenommenen elektrischen Leistung des Gesamtsystems, bestehend aus Wärmepumpe und Umwälzpumpe, beschrieben.

$$\text{JAZ} = \frac{\text{Nutzwärme}}{\text{Antriebsenergie}} \text{ pro Jahr}$$

Die JAZ ist vergleichbar mit dem bekannten Jahresnutzungsgrad einer herkömmlichen Heizanlage. Sie beschreibt, wie viel Antriebsenergie für die Wärmepumpe benötigt wird und wie viel Heizenergie produziert wird. Auf die Jahresarbeitszahl hat die energetische Qualität des Gebäudes, die hydraulische Einbindung, die Vorlauftemperatur und die Größe der Heizflächen, der Verbrauch an Warmwasser und das Nutzerverhalten einen bedeutenden Einfluss. Eine gute Wärmepumpenanlage sollte eine hohe JAZ erreichen. Wärmepumpen, die Grundwasser oder das Erdreich als Umweltwärme nutzen, erreichen eine höhere JAZ als Luftwärmepumpen.

Das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) hat in einem Feldversuch festgestellt: Wer sorgfältig plant und installiert, kann eine sehr gute Effizienz erzielen. Die besten Anlagen erreichen eine JAZ von 4 und darüber. Das bedeutet, dass mehr als viermal so viel Wärmeenergie bereitgestellt wird, wie die Wärmepumpe an Strom benötigt.

Tiefe Geothermie

Erdwärme aus dem oberflächennahen Untergrund wird bereits vielerorts zur Wärmeengewinnung sowie zur Kühlung von Gebäuden erfolgreich eingesetzt. Deutlich seltener hingegen werden die heißen Gesteinsschichten aus großen Tiefen genutzt. Dies hängt unter anderem damit zusammen, dass mit zunehmender Tiefe die Prognosesicherheit über den Untergrund abnimmt und damit das Bohrrisiko- sowie das Fündigkeitsrisiko steigen. Mit zunehmender Tiefe steigen zudem die Bohrkosten deutlich an, was wiederum eine wirtschaftliche Gewinnung erschwert. Neben einer reinen Wärmeengewinnung steht bei der tiefengeothermischen Nutzung auch die Erzeugung von Strom im Fokus. Zur Stromerzeugung werden in der Lagerstätte Temperaturen deutlich über 100 °C benötigt. Während die geothermische Stromerzeugung weltweit an prädestinierten Standorten einen Boom erlebt, steckt sie in Deutschland noch in den Anfängen.

In der Tiefengeothermie unterscheidet man „hydrothermale Systeme“ und „petrothermale Systeme“, die im Folgenden kurz erläutert werden:

Hydrothermale Systeme ...

... sind Heißwasser führende Sedimentformationen, die von Natur aus eine gute Wasserdurchlässigkeit (Permeabilität) und hohe Temperatur aufweisen. Die kommerzielle tiefengeothermische Energiegewinnung ist in Deutschland auf solche „Warm- oder Heißwasser-Aquifere“ ausgerichtet. Entscheidend für den wirtschaftlichen Betrieb wird neben der Temperatur derzeit eine Förderrate von ca. 100 m³/h angesehen. Insbesondere die benötigte Förderrate schränkt die Zahl möglicher Standorte erheblich ein. Regionen, die diese Bedingungen potenziell erfüllen, liegen im Oberrheintal, im Süddeutschen Molassebecken sowie im Norddeutschen Becken. Dennoch bleibt auch in den potenziell geeigneten Gebieten ein so genanntes Fündigkeitsrisiko bestehen, d. h. die benötigte Ergiebigkeit wird gegebenenfalls nicht erreicht.

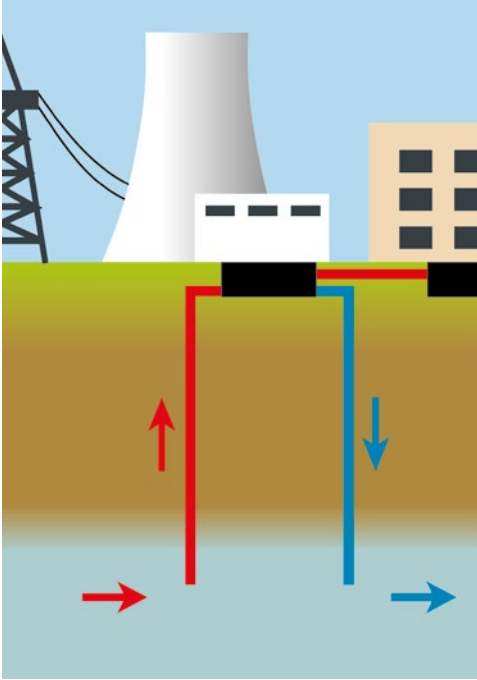


Abb. 9
Prinzip eines
Hydrotherma-
len Systems

Eine besondere Form der hydrothermalen Nutzung stellen jedoch wasserwegsame Störungszonen dar. Sie besitzen ein nicht unbeachtliches geothermisches Potenzial, da sie natürliche Wasserwegsamkeiten bieten können, die bis in große Tiefen reichen oder sogar mehrere heiße Grundwasserleiter miteinander verbinden und sie somit nutzbar machen können. Bei vielen bekannten Thermalwassernutzungen, z. B. Aachen, handelt es sich um Wässer, welche auf Grund von natürlichen Druckunterschieden über Störungen aus größeren Tiefen nach oben transportiert werden.

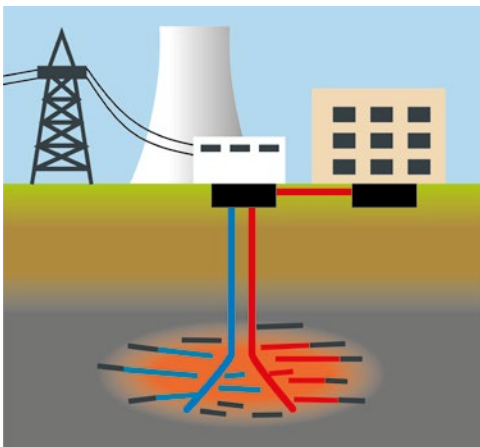
Petrothermale Systeme ...

... hingegen sind nicht an wasserführende Schichten im Untergrund gebunden. Hierdurch erschließt sich ein theoretisches Potenzial, welches das gesamte Grundgebirge in Deutschland umfasst. Über petrothermale Systeme könnten mehr als 90% des gesamten geothermischen Energiepotenzials standortunabhängig abgedeckt werden. Petrothermale Systeme finden als geschlossene Tiefe Erdwärmesonden aber auch als offene Enhanced Geothermal Systems, mittels künstlich geschaffener Fließwege, ihren Einsatz. Die

Funktionsweise Tiefer Erdwärmesonden ist dem der oberflächennaher Erdwärmesonden ähnlich. Sie entziehen dem Untergrund jedoch aus größeren Teufen (bis ca. 3000 m) die Wärme und verfügen so über ein dementsprechend höheres Temperaturniveau. Für die Nutzung bedeutet dies, dass die Notwendigkeit einer zwischengeschalteten Wärmepumpe verringert wird oder sogar ganz auf sie verzichtet werden kann. Tiefe Erdwärmesonden unterliegen neben wasserrechtlichen Vorgaben zusätzlich bergrechtlichen und insbesondere bohrtechnischen Aspekten. Aufgrund der Unabhängigkeit von Grundwasservorkommen erhöht sich die Anzahl potenzieller Standorte immens. Unter Enhanced Geothermal System (EGS) versteht man die Nutzung einer petrothermalen Lagerstätte mittels hydraulischer oder chemischer Stimulation der Lagerstättenformation. Durch eine hydraulische Stimulation werden durch das Verpressen großer Mengen Wasser unter hohen Drücken von der Bohrlochwand aus bestehende Klüfte im Gestein dauerhaft aufgeweitet sowie alte, bereits verheilte Klüfte geöffnet. Eine chemische Stimulation erfolgt z. B. in kalkhaltigen Gesteinen, in denen sich durch Säuren zu enge Klüfte weiten und störendes Bohrklein abtransportieren lassen.

Welches System und welche Techniken zum Einsatz kommen, hängt von den geologischen Voraussetzungen am Standort sowie von den benötigten Energiemengen und dem notwendigen Temperaturniveau auf der Nutzerseite ab.

Abb. 10
Prinzip eines
Petrotherma-
len Systems



Exkurs Bohrtechnik

Um geothermische Energie zu nutzen, bedarf es, außer bei den Erdwärmekollektoren, immer einer oder mehrerer Bohrungen. Die dabei eingesetzte Bohrtechnik wird vom Bohrunternehmen auf die jeweiligen geologischen Standortverhältnisse sowie den Zweck der Bohrung angepasst. Die Wahl des geeignetsten Bohrverfahrens unterliegt dabei zum einen wirtschaftlichen und zum anderen qualitativen Aspekten. Zu den wirtschaftlichen Aspekten zählen z.B. Personal- und Transportkosten sowie der zu erzielende Bohrfortschritt, zu den qualitätsbestimmenden Aspekten zählen die Aussagefähigkeit des ausgetragenen Bohrkleins, ein gerader Bohrerlauf sowie die Standsicherheit des Bohrloches.

Bohrverfahren lassen sich nach der Art der Gesteinszerstörung (schlagend, drehend) und nach Art des Bohrgutauswurfes (Trockenbohrverfahren, Spülbohrverfahren) unterscheiden, die im Folgenden kurz erläutert werden.

Die Bohrverfahren, die das Bohrgut ohne zirkulierende Spülungen an die Oberfläche heben, werden als Trockenbohrverfahren bezeichnet. Darunter fallen das Schneckenbohren mittels eines hohlen und konisch spitz zulaufenden Gewindes, Greifbohren und Schlagbohren. Beim Vibrationsbohren und Rammen hingegen wird das Bohrklein in den Untergrund verdrängt. Es besteht dabei mangels Probenaustag jedoch keine Möglichkeit einer Gesteinsbestimmung. Die Trockenbohrverfahren finden insbesondere im Lockergestein ihren Einsatz.

Bei Spülbohrverfahren wird das Bohrgut über eine im Bohrloch zirkulierende Spülflüssigkeit an die Oberfläche transportiert. Spülbohrverfahren können sowohl im Fest- als auch im Lockergestein eingesetzt werden. Überwiegenden Einsatz im Festgestein findet das Rotary-Bohrverfahren: Ein Drehtisch versetzt hierbei das Bohrgestänge in Rotation. Die Bohrkrone, der Meißel, befindet sich am unteren Ende

des Bohrstranges und dringt mit bis zu 200 Umdrehungen pro Minute vor. Durch die Drehbewegung zertrümmert der Meißel das Gestein und vertieft das Bohrloch. Das erbohrte Gesteinsmaterial (Cuttings) wird mit der Spülung nach oben befördert. Die Spülflüssigkeit kühlt zudem den Meißel und stützt die Bohrlochwand während des Bohrens.

Ein weiteres wichtiges Bohrverfahren in Festgesteinen ist das Im-Loch-Hammer-Verfahren. Es zerkleinert das Gestein durch eine Kombination aus schlagenden und drehenden Krafteinwirkungen. Das Bohrgut wird mittels Druckluft über den Ringraum ausgetragen.

In der Flachbohrtechnik werden Bohrungen bis 400 Metern abgeteuft. Der Unterschied in der Tiefbohrtechnik besteht darin, dass auf Grund der großen Teufen ein deutlich höherer Bohrandruck notwendig ist. Zudem werden Tiefbohrungen auch mit untertägigen Bohrlochmotoren abgeteuft. kann ein Drilling Motor (Verdrängungsmotor) zum Einsatz kommen, um ein zusätzliches Drehmoment für das Bohrlochwerkzeug bereitzustellen.

*Abb. 11:
Die Bohrkronen
dringt mit bis
zu 200 Umdre-
hungen pro
Minute in den
Untergrund,
zertrümmert
das Gestein
und vertieft so
das Bohrloch*



Erdwärme aus gutem Grund

Geothermische Potenzialstudien des Geologischen Dienstes NRW

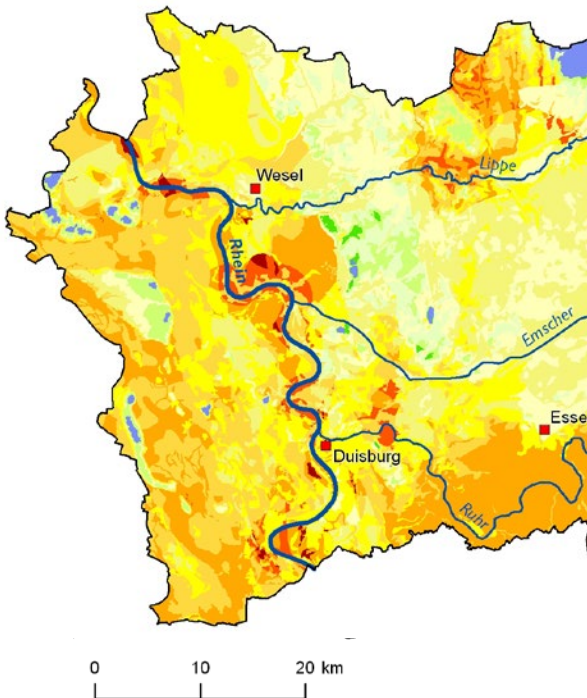
Der Geologische Dienst NRW hat in Kooperation mit der EnergieAgentur.NRW bereits im Jahr 2002 als erstes Bundesland eine Geothermische Potenzialstudie für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren veröffentlicht. Die Ergebnisse dieser Studie sind im Internet unter www.geothermie.nrw.de einsehbar. Dort kann für jeden Standort in NRW abgefragt werden, wie hoch das geothermische Potenzial bis 100 m Tiefe ist. Möglich ist dies geworden, weil die Geologen den geologischen Aufbau sowie die lokalen Grundwasserverhältnisse in NRW unter geothermischen Fragestellungen bewertet haben. Die Studie zeigt, dass aus energetischer Sicht nahezu 90 % der Fläche Nordrhein-Westfalens für die Gewinnung von Erdwärme theoretisch geeignet sind. Der Anteil reduziert sich auf 70 %, wenn die Zonen I und II von Wasserschutzgebieten, Gebiete mit oberflächennahen Bergbau oder Bereiche, in denen durch den geologischen Aufbau Probleme beim Bohren auftreten können, abgezogen werden. Die zugrunde liegenden Daten dienen den planenden und ausführenden Fachfirmen zur korrekten Dimensionierung von Erdwärmeanlagen.

Inzwischen sind alleine in NRW über 50.000 geothermische Wärmepumpen (2015) in Betrieb. Dies macht 20 % der in ganz Deutschland installierten erdgekoppelten Wärmepumpen aus. Jeder 10. Neubau wird mit Geothermie beheizt oder gekühlt. Nach Berechnungen des Landesumweltamtes NRW beträgt das Potenzial zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie in NRW sogar knapp 154 Terrawattstunden pro Jahr (TWh/a). Damit könnte mehr als die Hälfte des Wärmebedarfs in NRW durch die Nutzung von oberflächennaher Erdwärme gedeckt werden. Dabei nimmt insbesondere die Metropole Ruhr als Sitz zahlreicher marktführender Unternehmen eine Schlüssel-

position ein. Innerhalb der Metropole Ruhr sind ca. 230 Unternehmen im Geothermiemarkt tätig, mit 4.000 bis 5.000 Arbeitsplätzen.

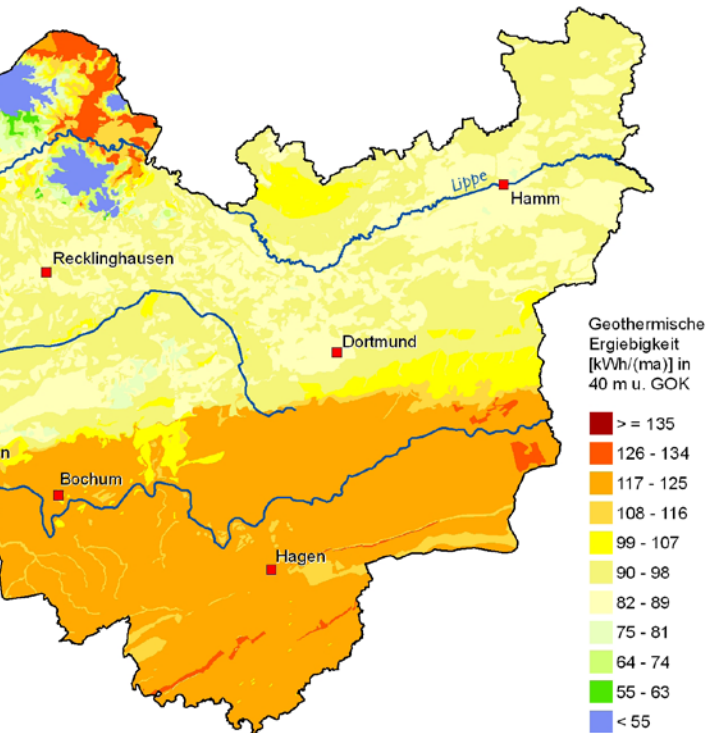
Damit ist das geothermische Potenzial für die Metropole Ruhr aber längst noch nicht ausgeschöpft. Eine Studie zum Tiefengeothermischen Potenzial hat die Möglichkeiten der Nutzung bis 5.000 m Tiefe betrachtet, in welcher das Temperaturniveau deutlich über 100 °C liegt. Dies würde die Produktion von Strom ermöglichen.

Abb. 12:
Oberflächen-
nahes Erdwär-
mepotenzial
im GeoPark
Ruhrgebiet



Oberflächennahes Erdwärmepotenzial im GeoPark Ruhrgebiet

Schaut man sich die Geothermische Karte des GeoParks Ruhrgebiet an, so erkennt man schnell, dass sein geothermisches Potenzial sämtliche auch für ganz NRW gültigen 11 Ergiebigkeitsklassen umfasst. Dies liegt an der vielfältigen und abwechslungsreichen Geologie des GeoParks. Er beinhaltet im Westen Teile der Niederrheinischen Bucht, im Norden Teile des Münsterländer Kreidebeckens mit den Halterner Sanden und im Süden das Ruhrkarbon. Die Geothermische Karte (Abb. 12) zeigt das geothermische Potenzial für 40m lange Erdwärmesonden. Die roten Bereiche stellen die höchste (Klasse 1), die blauen Bereiche die niedrigste (Klasse 11) geothermische Ergiebigkeit dar.



Da sich die Nutzungsmöglichkeiten der Geothermie unmittelbar aus den geologischen und hydrogeologischen Verhältnissen ableiten lassen, können im GeoPark drei große geothermische Provinzen abgegrenzt werden, die den geologischen Großräumen in etwa entsprechen und im Folgenden beschrieben werden (vgl. Abb. 13):

Westlicher GeoPark Ruhrgebiet (Niederrheinische Bucht)

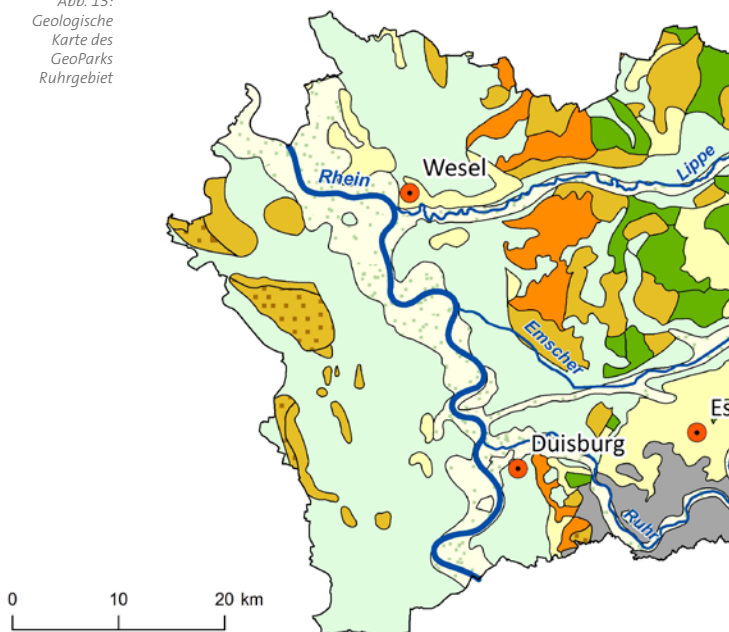
Die weit verbreiteten sandig-kiesig ausgebildeten Flusserassen des Rheins und der Maas weisen aufgrund ihrer Grundwasserführung und wegen der Nähe zu den Vorflutern mit relativ hoher Grundwasserfließgeschwindigkeit ein weit über dem Landesdurchschnitt liegendes hohes geothermisches Entzugspotenzial auf. Nur die eingeschalteten warmzeitlichen Ablagerungen sowie die Inlandeisbildungen führen aufgrund ihrer Gesteinseigenschaften beziehungsweise ihrer Grundwasserarmut zu einer lokalen Verringerung des geothermischen Entzugspotenzials. Die quartären Sedimente werden von feinkörnigen Meeresablagerungen der Tertiär-Zeit (65–2,6 Millionen J. v. h.) unterlagert. Auch diese weisen noch ein hohes Entzugspotenzial auf.

Prinzipiell ist die Gewinnung oberflächennaher Erdwärme mittels Erdwärmesonden in der Niederrheinischen Bucht somit fast überall sehr gut möglich. Aufgrund der besonders guten geothermischen Eigenschaften der Schichten des Quartärs (2,6 Millionen J. v. h. bis Jetztzeit) ist der Einsatz vorwiegend flacher Sonden empfehlenswert. Einschränkungen hinsichtlich der Errichtung von Erdwärmesonden können sich aus Sicht des Grundwasserschutzes ergeben. Zum einen gibt es zahlreiche Wasserschutzgebiete, in denen die Gewinnung von Erdwärme nur eingeschränkt möglich ist. Zum anderen sollten die warmzeitlichen Schichten möglichst nicht durchteuft werden, um wasserwirtschaftlich unerwünschte hydraulische Kontakte zwischen den beiden Teilgrundwasserstockwerken zu vermeiden.

Beispiel: Ein Leuchtturmprojekt für Geothermie im GeoPark ist das 2008 eröffnete RömerMuseum in Xanten. Als 2001 die ersten Überlegungen für ein neues Museum innerhalb des Archäologischen Parks Xanten (APX) begannen, setzte der Landschaftsverband Rheinland (LVR) die Thematik Geothermie in die Praxis um. Die Prüfung der Bodenverhältnisse in Xanten versprach optimale Voraussetzungen. Eine mächtige Schicht aus quartärem Sand und Kies in 26 Metern bis etwa 40 Metern Tiefe hat aufgrund des deutlichen Grundwasserstroms günstige Auswirkungen auf den Gesamtwert der mittleren effektiven Wärmeleitfähigkeit. Die weiteren Planungen ergaben, dass der Neubau des Museums ohne zusätzliche Heizungs- und Kühlquelle, sondern nur über die Nutzung der Erdwärme versorgt werden kann. 36 Erdsonden mit je 99 Metern und zwei Wärmepumpen sorgen heute für Kühlung im Sommer und Wärme im Winter.

Nach Auskunft des LVR erforderte die Geothermieanlage zwar 30 Prozent höhere Investitionskosten im Vergleich zu konventioneller Technik. Die Betriebskosten der konventionellen Anlage hingegen lägen dafür jedoch um 49 Prozent über den Betriebskosten der Geothermie. Bereits im ersten Betriebsjahr seien somit 38.000 Euro für die Energiebereitstellung eingespart worden.

Abb. 13:
Geologische
Karte des
GeoParks
Ruhrgebiet



Quartär (2,6 Mio. Jahre vor heute bis jetzt)

- Auenablagerungen
- Flussterrassen
- Löss und Sandlöss
- Schmelzwasserablagerungen
- Moränen

Tertiär (65 - 2,6 Mio. Jahre vor heute)

- Oligozän

Kreide (142 - 65 Mio. Jahre vor heute)

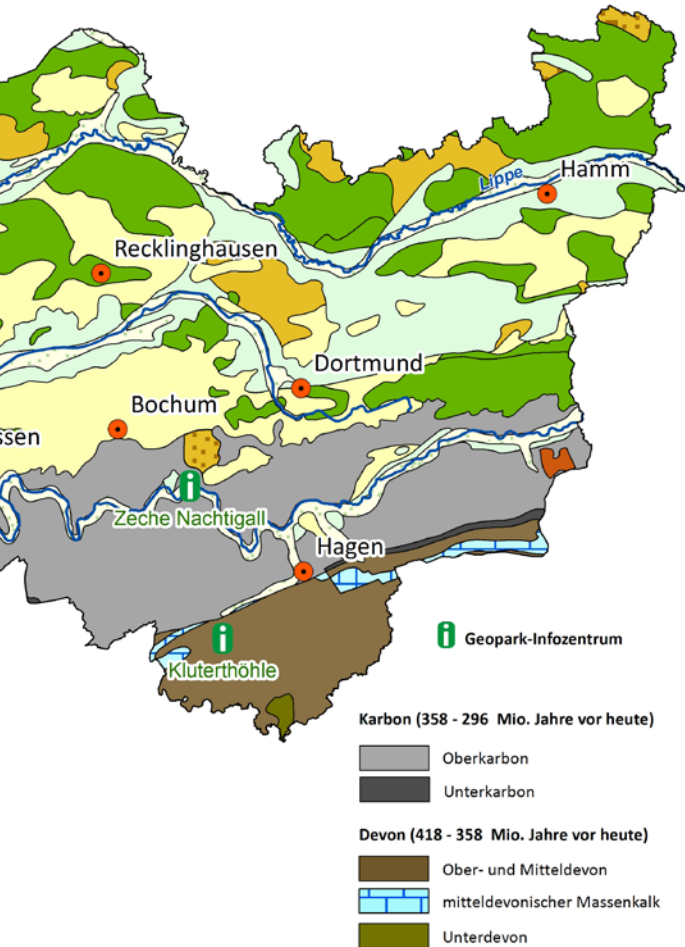
- Kreide

Perm (296 - 251 Mio. Jahre vor heute)

- Rotliegend

Nördlicher GeoPark Ruhrgebiet (Münsterländer Kreidebecken)

Im GeoPark Ruhrgebiet sind Sedimente der Kreide-Zeit (142–65 Millionen J. v. h.) großflächig vorhanden. Es handelt sich um Ablagerungen eines Meeres, das sowohl das gesamte Münsterland als auch Teile des Niederrheins und des Ruhrgebietes bedeckt hat. Die südlichste Verbreitung des ehemaligen Meeres verlief vermutlich entlang einer Linie Duisburg – Mülheim – Essen – Schwelm – Iserlohn.



Abhängig von der Meereswassertiefe zeigen Kreide-Sedimente gleichen Alters eine unterschiedliche fazielle Ausbildung innerhalb des Projektraums. Typische Sedimente des sich durch geringe Wassertiefen auszeichnenden Küstenbereiches sind Grünsande, Quarzsande und Sandmergel. Charakteristisch für größere Wassertiefen ist die Fazies des Emscher-Mergels. Dabei handelt es sich um eine eintönige Abfolge von Tonmergel- und Mergelsteinen, die von Osten nach Westen und teilweise auch zum Hangenden in

schluffige Tonmergelsteine, dann in sandige Tonmergelsteine (Recklinghäuser Sandmergel) und schließlich in Grünsande (Emscher-Grünsand) übergehen. Im zentralen Verbreitungsgebiet erreicht der Emscher-Mergel Mächtigkeiten von bis zu 1.000 Metern, im nördlichen GeoPark immer noch 300 Meter. Er stellt einen wichtigen Grundwassertauer innerhalb der Kreide-Schichten dar. Der Emscher-Mergel erreicht aufgrund seiner geringen Wärmeleitfähigkeit und Grundwasserführung nur mittlere geothermische Ergiebigkeitswerte, ist dafür jedoch gut und sicher zu erbohren.

Im nordwestlichen und mittleren Teil des nördlichen GeoParks Ruhrgebiet treten die überwiegend sandig-mergelig beziehungsweise stark sandig entwickelten Recklinghäuser Sandmergel, Halterner Sande und Osterfelder Sande auf. Aufgrund ihrer sehr guten Wasserführung sind hier vor allem die Halterner Sande mit guten geothermischen Ergiebigkeiten zu nennen. Nur in den Bereichen mit niedrigen Grundwasserständen weisen die Halterner Sande geringe Ergiebigkeiten auf. Durch ihre wasserwirtschaftliche Bedeutung stehen sie einer energetischen Nutzung allerdings nur teilweise zur Verfügung. Aber auch der bis zu 150 Meter mächtige Recklinghäuser Sandmergel stellt einen guten Kluftwassergrundwasserleiter und geothermischen Nutzhorizont dar.

Beispiel: In Werne-Fürstenhof besteht eine große Erdwärmesondenanlage mit knapp 130 Sonden, die auf eine Tiefe von 120 bis 150 Meter abgeteuft wurden. Diese zentrale Erdsondenanlage versorgt eine komplette Wohnsiedlung mit 123 Häusern. Bei den Gebäuden handelt es sich um Doppelhaushälften und Einfamilienhäuser im Niedrigenergiestandard.

Südlicher GeoPark Ruhrgebiet (Devon und Karbon)

Der gesamte südliche GeoPark Ruhrgebiet weist eine überdurchschnittliche geothermische Ergiebigkeit auf. Dies liegt an den dichten und kompakten Gesteinen des des Devons und Karbons (418–296 Millionen J.v.h.). Die Ablagerungen aus der Karbon-Zeit (358–296 Millionen J.v.h.) erstrecken sich zwar über den gesamten GeoPark, jedoch treten sie nur im südlichen Bereich an der Oberfläche auf. Im Unterkarbon gelangten im Bereich des GeoParks marine Sedimente zur Ablagerung. Es werden dabei die zwei Faziesbereiche unterschieden: Kulm-Fazies (klastisch geprägte Tief- oder Stillwasserfazies mit Grauwacken, Kieselschiefern und Lyditen) und Kohlenkalk-Fazies (Flach- oder Frischwasserfazies mit Kalk- und Dolomitsteinen aus Riffbildung, auch Tonschiefer).

Südwestlich einer Linie, die zwischen Velbert und Wesel verläuft, herrschen Riffkalke der Kohlenkalk-Fazies vor. Sie können eine Mächtigkeit von mehreren hundert Metern erreichen. Bei genügender Verkarstung stellen sie einen guten Grundwasserleiter dar. Die Kulm-Fazies nordöstlich der genannten Linie besteht aus grundwasserarmen klastischen Sedimenten, die selten mächtiger als 200 bis 300 Meter sind. Grundwasserführende Karstgebiete weisen zwar ein erhöhtes geothermisches Potenzial auf, bergen aber deutliche Bohrrisiken und werden nicht selten als Restriktionsbereiche bewertet. Trockene Karstbereiche sind zudem durch die geringe Wärmeleitfähigkeit in den trockenen Hohlräumen energetisch nicht effizient zu nutzen. Hohe Wärmeleitfähigkeiten weisen wasserführende, jedoch nicht verkarstete Karbonatgesteine auf.

Das Oberkarbon im GeoPark umfasst den älteren flözleeren Abschnitt des Namur A und B und den jüngeren flözführenden Abschnitt des Namur B/C bis Westfal C. Im Namur A setzt sich zunächst die Ablagerung mariner Sedimente der Kulm-Fazies fort. Die untere Grenze des Namur A wird von schwarzen Schiefertönen, den Hangenden Alaunschiefern gebildet. Sie haben eine Mächtigkeit von 50 bis 200 Metern.

Über den Alaunschiefern liegen die Schichten des Namur A und B, des eigentlichen Flözleeren, in dem sich eine terrestrisch ausgeprägte Sedimentation durchzusetzen begann. Das Flözleere setzt sich aus Tonsteinen, Grauwacken und Quarziten zusammen und weist stark wechselnde Mächtigkeiten auf. Während südwestlich von Essen Mächtigkeiten von circa 200 Metern vorherrschen, reichen sie weiter östlich bis zu circa 1.300 Metern. Insbesondere die Grauwacken und Quarzite weisen sehr hohe Wärmeleitfähigkeitswerte auf.

Ein beachtliches geothermisches Potenzial stellen die zahlreichen Grubenbauten der stillgelegten Steinkohlebergwerke dar.

Beispiel: In Bochum-Werne haben die Bochumer Stadtwerke und die RAG ein innovatives Projekt auf den Weg gebracht. Aus dem Schacht der stillgelegten Zeche Robert Müser wird das 20°C warme Grubenwasser zur Wärmeversorgung der Anlieger genutzt. Die Stadtwerke installierten Wärmetauscher und Leitungssysteme, um das Grubenwasser als Energieträger nutzen zu können. Bisher wurden jährlich 10 Millionen Kubikmeter Wasser aus 570 Metern Tiefe gehoben und in nahe liegende Teiche ungenutzt abgeleitet. Nun werden zwei Schulen und die angrenzende Feuerwehrwache mit Heizenergie versorgt. Ein Wärmetauscher an der Schachtanlage überträgt die Wärme des geförderten Grubenwassers an einen mit Wasser betriebenen Zwischenkreis. Wärmepumpen und ein Blockheizkraftwerk unterstützen die neue Technik, sodass das Temperaturniveau auf bis zu 50 °C angehoben werden kann. Dank der Erdwärmennutzung können schätzungsweise 245 t CO₂ pro Jahr eingespart werden. Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderte Pilotprojekt hat nach dem Betriebsstart im Oktober 2012 eine vierjährige Phase der intensiven Projektbegleitung zur Überwachung, Optimierung und Auswertung durchlaufen. Es soll einen Einstieg in die Grubenwasser-Wärmenutzung auch an an-

deren Standorten im Ruhrgebiet ermöglichen, an denen ebenfalls jährlich viele Millionen Kubikmeter Grubenwasser gehoben werden.

Tiefengeothermisches Erdwärmepotenzial im GeoPark Ruhrgebiet

Um Potenziale der Tiefengeothermie nutzbar zu machen, hat der Geologische Dienst NRW für das gesamte Ruhrgebiet ein geologisches 3D-Modell bis zu 5.000 Metern Tiefe entwickelt. Die Potenziale zur Tiefengeothermie im GeoPark Ruhrgebiet sind nicht unerheblich. So werden in 5 Kilometern Tiefe Temperaturen bis zu 175 °C erwartet. Diese Temperaturen lassen bereits heute eine Stromerzeugung über ein geothermisches Kraftwerk zu. Im Rahmen der Geothermie-Studie Ruhrgebiet wurde eine geothermische Gesteinsdatenbank mit allen im Projekttraum vorkommenden Gesteinstypen angelegt. Von den stratigrafischen und lithologischen Einheiten wurden die wichtigsten gesteinsphysikalischen und geothermischen Kennwerte bestimmt: die Wärmeleitfähigkeit, die spezifische Wärmekapazität, die Dichte sowie die Porosität. Für die Ermittlung gesteinsphysikalischer Kennwerte wurde auf das umfangreiche Bohrkernmaterial des Geologischen Dienstes NRW zurückgegriffen. Das Gesteinsmaterial stammt aus stratigrafisch sicher eingestuften Bohrungen. Insgesamt wurden 280 Proben ausgewählt, aufbereitet und auf die oben genannten Parameter hin analysiert.

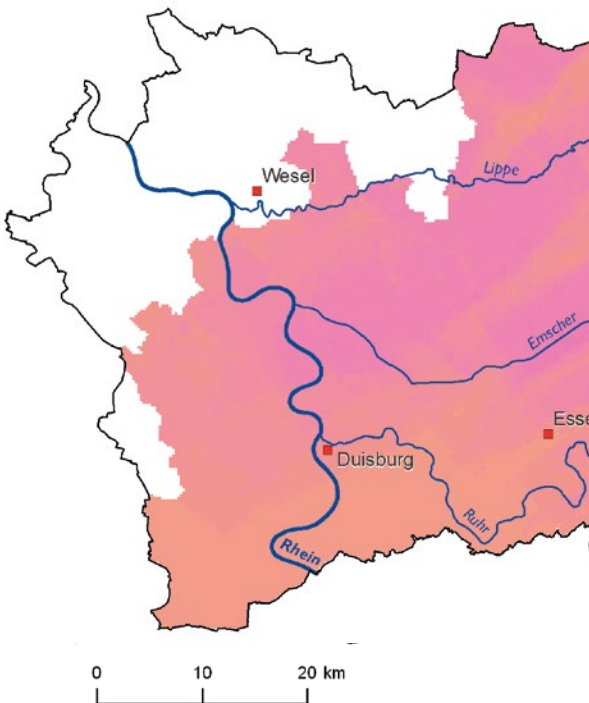


Abb. 14:
Bohrkernarchiv
des Geolo-
gischen Diens-
tes NRW

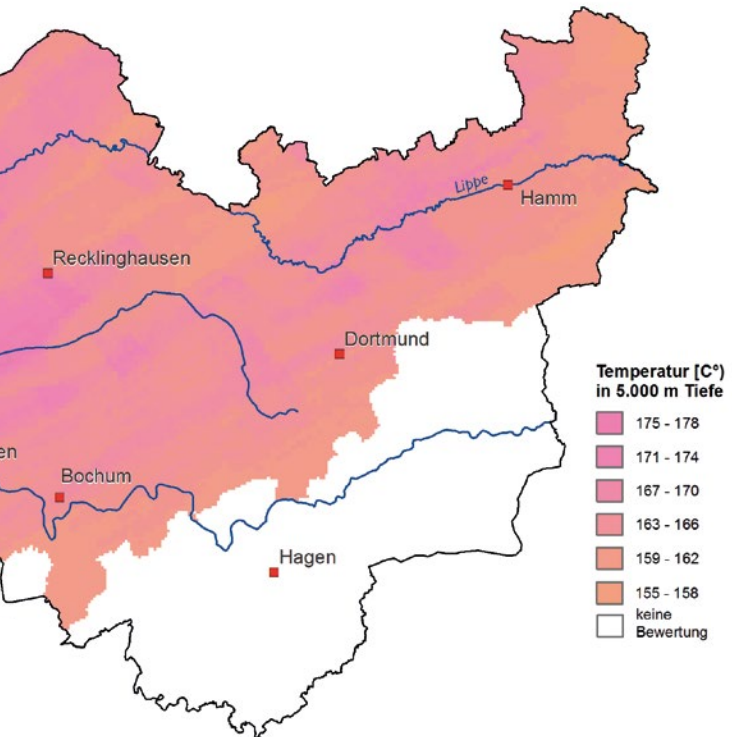
Bei der Bewertung des tiefeingeothermischen Potenzials zeigt sich, dass die im tieferen Untergrund des GeoParks Ruhrgebiet vorhandenen Potenziale als durchschnittlich einzustufen sind, denn der Untergrund des GeoParks zeichnet sich nicht durch einen erhöhten Temperaturgradienten aus. Möglich ist, wie in vielen anderen Regionen Nordrhein-Westfalens auch, die Errichtung von tiefen Erdwärmesonden. Bohrtechnische Risiken sind bei den beschriebenen geologischen Verhältnissen gering und technisch beherrschbar.

Für eine Erschließung von Thermalwasser innerhalb der beschriebenen Festgesteinsfolgen können die karbonzeitlichen Sandsteine sowie teilweise die Kalksteine aus der Devon-Zeit (418–358 Millionen J. v. h.) und die unterkarbonzeitlichen Kohlenkalke als am ehesten geeignet angese-

Abb. 15:
Tiefeingeothermisches Potenzial im GeoPark Ruhrgebiet



hen werden. Bei diesen Gesteinen handelt es sich in der Regel um Kluftgrundwasserleiter. Im Fokus des derzeit laufenden EU-Projektes LOW-BIN steht unter anderem die Stromerzeugung in hydrogeothermalen Systemen und zukünftig auch Enhanced Geothermal Systems, also die Stromerzeugung bei niedrigeren Thermalwassertemperaturen von 65 bis 90 °C. Es muss aber nicht immer gleich Strom erzeugt werden, um die Erdwärme sinnvoll zu nutzen. Mithilfe des geothermischen Modells Ruhrgebiet ist es auch möglich, die Einsatzchancen einer thermischen Unterspeicherung, Erdwärmesondenfelder und einzelne Tiefensonden zur Versorgung von Insel-Lösungen wie Neubaugebieten oder Gewerbe- und Industriekomplexen zu bewerten und zu planen.



Geothermie in der Praxis

Die Nutzung tiefeingeothermischer Energie führt vielerorts noch ein Schattendasein, obwohl sie viele Vorteile hat.

Vorteile der Geothermie

- Sie ist nachhaltig, umweltfreundlich und klimaschonend
- Sie ist grundlastfähig, das heißt 365 Tage / 24 Stunden gleichbleibend verfügbar
- Sie ist flächendeckend und dezentral einsetzbar
- Sie hat keine schädlichen Emissionen im Betrieb
- Sie ermöglicht die Nutzung von Wärme / Kälte und die Erzeugung elektrischer Energie
- Sie bietet regionale Wertschöpfungspotenziale

Zudem haben geothermische Anlagen zur Wärme- und/oder Stromerzeugung einen geringen oberirdischen Platzbedarf, so dass sie sich gut in das Landschafts- oder Stadtbild einpassen lassen. Zusammen mit dem hohen Maß an Umweltfreundlichkeit und der Nutzung regionaler und damit unabhängig von politischen Risiken verfügbaren Energien sind dies hervorragende Voraussetzungen für einen Ausbau der Nutzung. Ob in den tieferen Schichten unterhalb des GeoParks Ruhrgebiet geologische Formationen für hydrothermale Systeme vorhanden sind und ob diese mit ausreichender Ergiebigkeit und Temperatur vorliegen, soll in den nächsten Jahren erforscht werden.

Die zukünftigen Entwicklungen der Geothermie und der erneuerbaren Energien in Deutschland werden in Langfristszenarien dargestellt. Sie stellen keine Prognose dar, sondern sie liefern im Wesentlichen Rahmenbedingungen für die Ausgestaltung der Energiewende in Deutschland. Der Anteil der geothermisch erzeugten Wärme und der Umweltwärme betrug in 2015 rund 11.000 GWh. Hiervon steuerte die Tiefeingeothermie 1.000 GWh und die oberflächennahe Geothermie/Umweltwärme den Hauptanteil

von rd. 10.000 GWh bei. Wie bei der Stromerzeugung, wird auch der Anteil der Wärmeerzeugung aus tiefer Geothermie zukünftig deutlich ansteigen. Der Anteil der Stromerzeugung aus Geothermie betrug in 2015 ca. 130 GWh. Der weitere Ausbau der Tiefengeothermieprojekte wird zuerst in den südlichen Bundesländern Bayern, Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz stattfinden. Nach 2020 wird sich der Ausbau auf weitere Bundesländer mit petrothermalen Standorten ausdehnen. Dann ist auch mit deutlichen Steigerungsraten zu rechnen.

Betrachtet man die Endenergiebereitstellung (Strom, Wärme, Kraftstoffe), so kommt die Bundesumweltministerium im Langfristszenarium von März 2012 zu dem Ergebnis, dass die Erneuerbaren Energien bis 2050 in allen Bereich stetig ansteigen werden. Der Beitrag der Geothermie steigt nach diesen Szenarien bis 2050 auf ca. 13% an. Auch wenn dieses Szenario aufgrund der vielfältigen Hemmnisse, sich als optimistisch darstellt, wird doch deutlich, dass die Geothermie in Zukunft spürbar mehr zur heimischen Energieversorgung beitragen kann als bisher.

Vergleicht man Heizsysteme auf Basis von oberflächen-naher Geothermie im Neubau mit aktuellen Gas-Brennwertheizungen, kommt man zu dem Ergebnis, dass Geothermie sich auch finanziell rechnet. Verschiedene Beispielrechnungen kommen bei der Berechnung auf Basis eines idealtypischen Einfamilienhauses zu demselben Ergebnis: Höheren Anfangsinvestitionen, zum größten Teil durch die notwendigen Bohrungen bedingt, stehen deutlich niedrigere Betriebskosten gegenüber. Der Großteil der Energie kommt nämlich aus dem Erdreich. Je nach Annahme und Randbedingungen ist nach circa 10 bis 15 Jahren die Gewinnzone erreicht. Ab dann spart der Immobilienbesitzer mit der geothermischen Wärmepumpe Monat für Monat an Heizkosten. Die Berechnung für größere Gebäude oder Gebäudekomplexe ist im Einzelfall etwas diffiziler, unterm Strich steht meist aber dasselbe Ergebnis. Auch für

die Versorgung von Wohngebieten, Gewerbegebäuden, Schulen oder Krankenhäusern ist Geothermie, je nach Standort, wirtschaftlich eine sinnvolle Energieversorgung.

Durch in der Vergangenheit bekannt gewordene Probleme und Schäden im Zusammenhang mit der Erschließung geothermischer Ressourcen sind jedoch Zweifel an der sicheren Nutzung der oberflächennahen und tiefen Geothermie aufgekommen. Sämtliche Bohrungen sind Eingriffe in den geologischen Körper, deren Auswirkungen im Vorfeld bewertet werden müssen. Je mehr Bohrungen abgeteuft werden, desto höher ist die Anzahl möglicher realer Unfälle. Dies ist kein Problem der Erdwärmenutzung, sondern trifft auf jede Bohrtätigkeit zu, wie zum Beispiel auch auf die der Rohstoffwirtschaft und der Baugrunduntersuchungen.

Es zeigt sich, dass die potenziellen Gefahren und Risiken, die durch geologische und hydrogeologische Verhältnisse bestimmt werden, größtenteils durch eine gute Vorerkundung der Untergrundverhältnisse, durch eine Anpassung der Bohrtechnik und mit Genehmigungsaufgaben in den Griff zu bekommen sind. Die sichere Gewinnung von Erdwärme und der Einsatz geothermischer Technologien sind also möglich, setzen jedoch eine enge Kommunikation zwischen Installateuren, Bohrunternehmen, Geologen und Genehmigungsbehörden voraus.

Der Einsatz oberflächennaher geothermischer Techniken ist als sicher und ausgereift zu beschreiben. In Bereichen der Tiefengeothermie besteht noch Forschungsbedarf. Dort ist zudem ein Bestreben zu erkennen, die Bohrkosten sowie die Bohrrisiken durch Weiterentwicklungen der Bohrtechnik zu mindern.

Alles in allem hat die Geothermie mehr Vorteile als Nachteile. Insbesondere die dauerhafte Verfügbarkeit verschafft der Energiegewinnung durch Erdwärme einen vorderen Platz in der Branche der regenerativen Energien. Dafür

spricht zudem die Möglichkeit optimaler Energieausnutzung. Das wird durch die Kraft-Wärme-Kopplung erreicht, bei der die Abwärme der tiefengeothermischen Stromerzeugung zusätzlich zur Beheizung von privaten Haushalten oder anderen Gebäuden verwendet wird.

Anzeige

Alle GeoPark-Themenhefte auf einen Blick:



1. Eiszeit im Ruhrgebiet (2005)
2. Erzbergbau im Ruhrgebiet (2006)
3. Karst und Höhlen im Ruhrgebiet (2007)
4. Grundwasser im Ruhrgebiet (2007)
5. Kreide-Zeit im GeoPark Ruhrgebiet (2010)
6. Steinkohle im GeoPark Ruhrgebiet (2011)
7. Salz und Sole im GeoPark Ruhrgebiet (2014)
8. Geothermie im GeoPark Ruhrgebiet (2016)

Alle Hefte erhalten Sie im Geoshop des Geologischen Dienstes NRW.

De-Greiff-Straße 195 · D-47803 Krefeld
Tel: +49-(0)2151.879-274 · geoshop@gd.nrw.de

www.gd.nrw.de >> Produkte

Tour de Thermie

Die Tour de Thermie durch den Nationalen GeoPark Ruhrgebiet informiert über die Geothermie an zahlreichen Orten der Metropole Ruhr und präsentiert Beispiele von verschiedenen technischen Anlagen zur Nutzung dieser regenerativen Energie.

Abb. 16:
Tour de Thermie
durch den Geo-
Park Ruhrgebiet



Die Etappenziele

Mit der Herausgabe der vorliegenden Broschüre werden Standorte mit Ihren jeweiligen geothermischen Anlagen vorgestellt. Die Tour de Thermie ist ein lebendiges Netzwerk, das sich weiterentwickelt, allen Interessierten zugänglich ist und zum aktiven Mitwirken einlädt.

Gehen Sie unter <http://geopark.metropol Ruhr.de/> auf eine interaktive Tour und erfahren Sie weitere Informationen zu den vorgestellten Projekten der Tour de Thermie!



Kaiser Wilhelm Museum, Krefeld

Das 1897 erbaute Kaiser-Wilhelm-Museum, ein Ausstellungsort für Moderne Kunst des 20. Jahrhunderts von Andy Warhol bis zum Krefelder Joseph Beuys, sollte nach der letzten Generalsanierung höchsten raumklimatischen Ansprüchen genügen. So erfolgt die Gebäudebeheizung durch eine Kombination aus Wärmepumpenanlage und Gasbrennwertkessel. Dafür wurde ein Erdsondenfeld angelegt, welches im Winter über eine Wärmepumpe die Grundlast für die Beheizung sicherstellt. Um die Exponate zu jeder Jahreszeit in einer stabilen Temperatur präsentieren zu können, wird in den einzelnen Ausstellungsbereichen eine Fußbodenheizung eingesetzt. Im Sommer ist dadurch eine Teilkühlung der Räume über die Erdsonden möglich. Ergänzend zu dieser geothermischen Energienutzung ist auf dem Dach des Hauses eine Photovoltaikanlage zur Bereitstellung elektrischer Energie installiert.

Standort: Karlsplatz 35 . 47798 Krefeld

Fertigstellung: 2016

Berufskolleg Duisburg Mitte

Mit der Nutzung der Erdwärme überzeugt das Zentrum für Berufliche Weiterbildung Duisburg Mitte (ZBW-Duisburg) nicht nur in architektonischer, sondern auch in ökologischer Sicht. Die Wärmepumpenanlage wurde eigens für diesen

*Abb. 17:
Berufskolleg,
Duisburg*



Standort konzipiert. Die Anlage deckt zu 100 % die Gebäudekühlung. 21.600 Bohrmetern verteilen sich auf 180 Erdwärmesonden, die in 12 Sondenfeldern à 15 Sonden mit einer durchschnittlichen Tiefe von 135 m verarbeitet wurden. Die Sondenfelder werden als Wärmequelle oder Kältequelle genutzt. Die Großwärmepumpe mit drei getrennten Maschinen arbeitet mit einer Heizleistung von 1.060 kW, einer Kälteleistung von 1.050 kW und mit einer Warmwasserleistung von 155 kW.

Standort: Carstanjenstraße 10 . 47057 Duisburg
Fertigstellung: 2011

Der Klimamarkt

Der erste Klimamarkt Deutschlands in Mülheim an der Ruhr benötigt nur die Hälfte an Energie im Vergleich zu bisherigen Märkten und kann ganz ohne CO₂-Emissionen betrieben werden. Das Energieeffizienzkonzept umfasst



Abb. 18:
Tengelmann
Klimamarkt,
Mülheim an
der Ruhr

zahlreiche Maßnahmen, die zum Teil speziell für dieses Projekt entwickelt wurden. Hierzu gehören das Heizen mit Geothermie und die Kühlanlagenabwärme, die tageslichtabhängige Lichtsteuerung und energieeffiziente Leuchtmittel, Glasabdeckung an allen Kühlmöbeln, Strom aus Fotovoltaik und Windkraft sowie Regenwassernutzung. Die Geothermieranlage nutzt die im Untergrund gespeicherte Erdwärme. Dafür wurden sechs 130m tiefe Bohrungen

wurden niedergebracht, durch die ein Röhrensystem verläuft. Eine Flüssigkeit in den Röhren (Wasser-Glykol-Gemisch) nimmt die Wärme aus dem Untergrund auf und wandelt sie über eine Wärmepumpe in Heizwärme für den Klimamarkt um. Im Sommer funktioniert das System umgekehrt. Der Raumluft wird Wärme entzogen, die dem Untergrund wieder zurückgegeben wird. Das Erdreich dient sozusagen als Wärmespeicher für den Klimamarkt.

Standort: Wissollstraße 60 . 45478 Mülheim an der Ruhr
Fertigstellung: 2012

Zeche Robert Müser, Bochum

Aus den aktiven und stillgelegten Bergwerken des Ruhrgebiets wird das vorhandene Grubenwasser Übertage abgepumpt. Dieses Grubenwasser kann zur Beheizung von Wohn- und Gewerbegebäuden eingesetzt werden. In einem gemeinsamen Projekt der Stadtwerke Bochum und der RAG Aktiengesellschaft wurde die energetische Nutzung von Grubenwasser erfolgreich umgesetzt. Am Standort des Schachts Arnold der Zeche Robert Müser wird Grubenwasser mit einer Temperatur von ca. 20 °C abgepumpt. Wärmepumpen nutzen die Energie des Grubenwassers und versorgen eine Gesamtschule, eine Grundschule sowie die angrenzende Hauptwache der Bochumer Feuerwehr mit Wärme.

Standort: Brandwacht . 44894 Bochum
Fertigstellung: 2012

*Abb. 19:
Zeche Robert
Müser,
Bochum*



Internationales Geothermiezentrum Bochum, Bochum

Der Neubau des Geothermiezentrums Bochum (GZB) wird über 17 Sonden à 200 Meter mit Wärme und Kälte versorgt. Für dieses Projekt wurde ein neuartiges Bohrkonzzept eingesetzt: „GeoStar“. Die 17 Bohrungen wurden von einem Bohransatzpunkt aus schräg (ca. 10°) in den Untergrund gebohrt. Hierdurch entsteht im Untergrund ein radialförmiger Erdwärmestern aus Sonden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Sondenanordnungen ist der obertägige Platzbedarf mit rund 70 m² deutlich geringer.

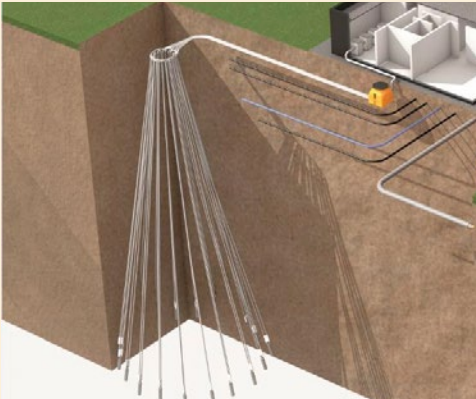


Abb. 20: Lage der eingebauten Erdwärmesonden

Innerhalb eines Forschungsprojekts des GZB wird über ein Monitoring ausgewertet, wie sich die Anordnung der Sonden auf die Anlageneffizienz auswirkt. Schon während der einzelnen Bohrungen wurden Messdaten zu Tiefe, Bohrrichtung und Bohrverlauf erfasst. Während des Betriebs werden Temperatur- und Wärmeentzugsdaten gemessen.

Standort: Lennershofstraße 140. 44801 Bochum
Fertigstellung: 2013

Rathaus-Galerie, Hagen

In der Shoppingmall im Hagener Stadtzentrum wird eine Verkaufsfläche von 22.000 m² über drei Großwärmepum-

pen beheizt und gekühlt. Insgesamt wurden hierfür 94 Erdwärmesonden bis zu 200 m Teufe errichtet. Dies ergibt eine Gesamtsondenlänge von 18.800 Bohrm Metern. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung entstand damit auch die zweitgrößte Anlage der Bundesrepublik im GeoPark Ruhrgebiet. Die Wärmepumpenanlage des Gebäudes hat eine Heizleistung von 900 kW und eine Kälteleistung von 740 kW und deckt damit 80 % des Gesamtbedarfs ab. Die restlichen 20 % liefert ein Gaskessel.

Standort: Mittelstraße 22 . 58095 Hagen

Fertigstellung: 2014

Erdwärmesiedlung, Werne

Im Ortsteil Fürstenhof ist bereits im Jahr 2000 Europas größte Erdwärmesondensiedlung entstanden. 130 Erdwärmesonden versorgen 123 Doppelhaushälften und Einfamilienhäuser. Die Sonden erschließen die Erdwärme über 120 bis 150 m tiefe Bohrungen. Damit sich die vielen Sonden auf engem Raum wärmetechnisch nicht gegenseitig beeinflussen, wurden im Vorfeld thermische Simulationen durchgeführt. In eine Simulation fließen u. a. Daten zum Aufbau des Untergrundes, zu den Wärmeleitfähigkeiten der Gesteine sowie dem Wärmebedarf der Nutzer ein. Das Ergebnis der Simulation war die optimale Lage und Länge der 130 Sonden innerhalb des Sondenfeldes.

Standort: Fürstenhof . 59368 Werne

Fertigstellung: 2000

Schacht Auguste-Victoria, Marl

Beim Neubau von vier Mehrfamilienhäusern wird die Erdwärme innovativ aus einem alten, nicht mehr genutzten Schacht des benachbarten Bergwerks Auguste Viktoria zur Wärmeversorgung gewonnen. Eine ehemalige Steigleitung des Schachtes aus Stahl mit einer Nennweite von 350 mm



Abb. 21:
Zeche Auguste
Victoria
(1906), Marl

wurde zur Erschließung des Wärmepotentials und somit zur künftigen Wärmegewinnung ausgewählt. Diese Steigleitung wurde für die geothermische Nutzung in eine 700 m tiefe Erdwärmesonde umfunktioniert. In Ergänzung zur „Schachtwärmenutzung“ wurden zwei Erdwärmesonden mit jeweils ca. 170 m Tiefe installiert.

Standort: Victoriastraße 23 . 45772 Marl

Fertigstellung: 2010

Innovationszentrum Wiesenbusch, Gladbeck (IWG)

Im IWG erfolgt mit Unterstützung der Landesregierung der Aufbau des Kompetenzzentrums für Solarthermie und Wärmepumpentechnik. Im Kompetenzzentrum erhalten Bauherren, Architekten, Planer, Handwerker und Interessierte Informationen aus erster Hand. Das IWG ist zudem das erste von derzeit fünf Schulungszentren in Deutschland, das eine Ausbildung zum Wärmepumpeninstallateur EUCERT anbietet. Die Wärmeversorgung der beiden Hauptgebäude des IWG erfolgt über die zum Zeitpunkt der Fertigstellung (1995) größte Erdreich-Wärmepumpe Europas, die über einen Teichabsorber und Erdsonden gespeist wird. Durch die konsequente passive Nutzung von Solarenergie und Erdwärme konnte auf eine konventionelle Energiezentrale verzichtet werden.

Standort: Am Wiesenbusch . 45966 Gladbeck

Fertigstellung: 1995

LVR-Römermuseum

Von der antiken Römertherme zur modernen Erdwärmennutzung: Planungen für den Neubau des LVR-RömerMuseums in Xanten ergaben, dass dieser ohne zusätzliche Heizungs- und Kühlquelle, sondern ausschließlich über die Geothermie versorgt werden kann. Heute sorgen 36 Erdsonden und zwei Wärmepumpen auf umweltfreundliche Weise für die erforderliche Wärme im Winter und Kühlung im Sommer. Die einzelnen Sonden haben eine Länge von 99 m. Der Anteil der Kühlung überwiegt gegenüber dem Anteil des Wärmebedarfs. Gerade in Museen mit einer aufwändigen musealen Innenbeleuchtung und Wärmeabgaben der Medientechnik ist dies sehr häufig der Fall. Die gewonnene Energie wird unter anderem über Heiz- und Kühldecken gleichmäßig im Museumsgebäude verteilt.

Standort: Trajanstraße 4 . 46509 Xanten

Fertigstellung: 2008

*Abb. 22:
LVR-Römer-
museum, Xanten*



Impressum

Herausgeber:

GeoPark Ruhrgebiet e. V.
Kronprinzenstraße 35 . 45128 Essen
www.geopark-ruhrgebiet.de

Juli 2016

Text

Sven Kersten (Wärmepumpenmarktplatz, EnergieAgentur.NRW), Ingo Schäfer (Geologischer Dienst NRW), Leonhard Thien (Netzwerk Geothermie, EnergieAgentur.NRW), Holger Born (Geothermiezentrum Bochum)

Gestaltung und Layout:

Regionalverband Ruhr, Team Kommunikationsdesign

Redaktion:

Vera Bartolovic, GeoPark Ruhrgebiet e.V.

Druck

SET POINT Medien, Kamp-Lintfort

Abbildungsnachweis:

Titel codswollop.com/photocase.de, 2–11, 14 Geologischer Dienst NRW; 12, 13, 15 und 16 GeoPark Ruhrgebiet; 17 und 19 EnergieAgentur.NRW; 18 Tengelmann Warenhandels-gesellschaft KG; 20 Geothermiezentrum Bochum; 21 RAG Deutsche Steinkohle; 22 Axel Thünker

Literaturtipps

Weitere Informationen zum Thema Tiefengeothermie:

www.gd.nrw.de
www.energieagentur.nrw/geothermie

Die Herausgabe dieses Heftes wurde unterstützt durch:



Die EnergieAgentur.NRW arbeitet im Auftrag der Landesregierung von Nordrhein-Westfalen als operative Plattform mit breiter Kompetenz im Energiebereich: von der Energieforschung, technischen Entwicklung, Demonstration und Markteinführung über die Energieberatung bis hin zur beruflichen Weiterbildung. Energieeffizienz und Klimaschutz stehen dabei im Mittelpunkt vieler Aktivitäten.

Im Netzwerk Geothermie der EnergieAgentur.NRW werden die Aktivitäten zum Thema Geothermie in Nordrhein- Westfalen gebündelt. Begleitet wird das Netzwerk von über 1.300 Mitglieder, die gleichzeitig die Basis für die Aktivitäten des Netzwerkes Geothermie bilden. Der Branche steht damit eine Plattform zur Verfügung, auf der sich Fachleute und Experten themenbezogen und lösungsorientiert austauschen können.

Leonhard Thien

Netzwerk Geothermie NRW

Telefon: 0234/32-10715

thien@energieagentur.nrw

www.energieagentur.nrw/geothermie

Der GeoPark Ruhrgebiet wird unterstützt von Lhoist Western Rheinkalk GmbH