

Arbeitsprogramm

Ziele

Gegenstand des Vorhabens ist die Gewinnung geothermischer Energie im Gebiet Wiesbaden und Umgebung zur Erzeugung von Strom und/oder Wärme. Hierfür ist angedacht, an einem geeigneten Standort ein Geothermiekraftwerk zu errichten, das dem Untergrund durch Nutzung eines Doublettensystems Wärme entnimmt. Im Zuge der Umsetzung muss sowohl eine detaillierte geologische Exploration als auch eine Betrachtung potenzieller Abnehmer anfallender Restwärme erfolgen.

Erstes Ziel einer Exploration ist eine detaillierte geologische und geothermische Erfassung und Bewertung des Untergrundes. Die Wirtschaftlichkeit einer geothermischen Nutzung hängt sowohl vom obertägigen Standort einer Anlage (mögliche Wärmesenken) als auch von den zur Verfügung stehenden geothermischen Ressourcen ab. Geothermische Ressourcen werden über die Energiemenge definiert, die dem Untergrund entzogen werden kann. Diese ist abhängig von den Temperaturen des Untergrundes und den Fließraten mit denen Thermalwässer als Wärmetransportmedium gefördert werden können. Daher sind neben schichtgebundenen Aquiferen vor allem auch tektonische Störungssysteme von Interesse, da diese geeignete erhöhte Permeabilitäten versprechen (Paschen et al. 2003, TAB-Studie). Auch der Oberrhein innerhalb des Aufsuchungsgebietes ist durch großräumige Störungssysteme zergliedert, an denen es zum Aufstieg hydrothermaler Wässer kommen kann.

Für eine Abschätzung der Ressourcen stehen zunächst nur punktuelle Informationen über Fließraten und Temperaturen aus Bohrungen zur Verfügung. Eine dreidimensionale Vorstellung der Untergrundsituation fehlt im Allgemeinen. Ziel einer wirtschaftlichen Betrachtung eines Geothermiestandortes muss, neben einer Erfassung potenzieller Wärmeabnehmer, die Erweiterung des geologischen Informationsinventars in Bereiche sein, in denen bislang keine direkten Informationen zur Verfügung stehen.

Aufbauend auf den Ergebnissen einer ersten großräumigen Potenzialstudie muss hierzu eine aktive Exploration betrieben werden. Diese soll ein möglichst detailliertes dreidimensionales geometrisches Verständnis der geologischen Schichten und Störungen liefern und Hinweise auf mögliche thermalwasserführende Zonen geben. Hierfür kommen zunächst insbesondere geophysikalische Messverfahren zum Einsatz. Die neu gewonnenen Daten werden kontinuierlich in die bestehenden Modelle eingepflegt und bewertet. An die geophysikalischen Explorationsmaßnahmen schließt sich die Durchführung der Explorationsbohrung mit darauffolgenden Tests zur Bewertung der möglichen Förderraten an.

Phase A Potenzialstudie

Für eine großräumige Betrachtung der möglichen Ressourcen im Untersuchungsgebiet wird in einer ersten Phase zunächst eine Bestandsaufnahme vorhandener geologischer und geophysikalischer Datensätze durchgeführt. Von besonderem Interesse sind hierbei Informationen zu vorherrschenden Temperaturen, zur lokalen Geologie und zu möglichen Fluidwegsamkeiten. Durch diese Informationen lassen sich bei entsprechender Datenlage mögliche qualitative Aussagen zu favorisierenden Teilgebieten innerhalb des Untersuchungsgebietes treffen. Die erhobenen Daten werden als Planungsgrundlage für eine spätere intensivere Untersuchung des geothermischen Potenzials auf Basis eines geothermischen Ressourcenmodells herangezogen.

Das geothermische Potenzial eines Gebietes wird vor allem durch die thermischen und hydraulischen Eigenschaften sowie die lokale Geologie des Untergrundes bestimmt. Daher soll in einer ersten Phase der Aufsuchung das geothermische Potenzial im Untersuchungsgebiet näher charakterisiert werden. Im Folgenden wird das dafür notwendige, schrittweise Vorgehen erläutert und beschrieben.

A1. Bestandsaufnahme existierender geothermisch relevanter Daten und deren Bewertung

In dieser ersten Studie erfolgt die Recherche, Zusammenstellung und Bewertung existierender geologischer, hydrogeologischer, petrophysikalischer und geophysikalischer Daten im Aufsuchungsgebiet, die für eine geothermische Nutzung des Untergrundes relevant sind. Die Recherche umfasst folgende Daten für das Aufsuchungsgebiet:

- relevante vorhandene Literatur (Geologie und Geophysik)
- geologisches Kartenmaterial
- hydrogeologische Informationen (u.a. Permeabilitäten, Hydrochemie)
- interpretierte seismische Profile (Lage, Verfügbarkeit)
- Bohrungen in den Aufsuchungsgebieten oder in der näheren Umgebung
- Temperaturlogs in Bohrungen, Temperaturkarten, Bewertung der Temperaturdaten
Wärmeleitfähigkeiten
- Informationen zum tektonischen Spannungsfeld im Gebiet
- Informationen über vorherrschende Bruchsysteme
- seismische Ereignisse innerhalb des Untersuchungsgebietes

Darauf aufbauend werden geothermisch interessante Strukturen und geologische Einheiten identifiziert. Die Eignung der Daten für das Projekt im Allgemeinen als auch für die Erstellung des nachfolgenden Ressourcenmodells wird bewertet. Die Verfügbarkeit sowie mögliche Nutzung der Daten (v.a. für bestehende Bohrlochinformationen und seismische Profile) muss geklärt werden.

Die ermittelten Daten dienen in einem nächsten Schritt als Grundlage für eine nähere geothermische Ressourcenbewertung des Untergrundes.

A2. Geothermisches Ressourcenmodell

Der Aufbau eines dreidimensionalen Ressourcenmodells dient der ersten groben Abschätzung der Temperaturen und der verfügbaren geothermischen Energie eines Gebietes, welche insbesondere durch die Temperaturverteilung und die lokale Geologie im Untergrund bestimmt wird. In das Modell fließen alle zur Verfügung stehenden Informationen, wie Temperaturdaten aus Bohrungen, gesteinsphysikalische Parameter und geologische Daten ein. Es liefert eine Vorstellung über zu erwartende Tiefenlagen sowie die dreidimensionale Erstreckung geothermisch relevanter Formationen und Störungssysteme. Für die Erstellung des Modells müssen zunächst die dafür benötigten Daten, z.B. existierende Bohrlochinformationen und seismische Profile, erworben werden.

Das Modell ist der geometrische Ausgangspunkt für die numerische Simulation der dreidimensionalen Temperaturverteilung auf der Basis von Wärmeleitung und Wärmeproduktion. Das Temperaturmodell wird an vorhandene Temperaturdaten aus Bohrungen kalibriert. Die Modellierung des 3D-Temperaturfeldes unter Berücksichtigung der gesteinsphysikalischen Eigenschaften stellt eine weitaus genauere und aussagekräftigere Methode zur Abschätzung von Temperaturen in Bereichen ohne direkt vorhandene Bohrlochinformationen dar, als einfache herkömmliche Interpolationen zwischen einzelnen Bohrlochmessungen.

Das geologische Untergrundmodell und die Ressourcenbewertung bilden die Grundlage für zusätzliche eigene geophysikalische Explorationsmaßnahmen (Phase B).

A3. Wärmesenkenanalyse

Neben der geologischen Bewertung der möglichen Ressourcen im Aufsuchungsgebiet interessieren die obertägigen Nutzungsmöglichkeiten der Energie, vor allem der Wärme, da deren Verteilungsmöglichkeit räumlich begrenzt ist. Um einen Eindruck über die räumliche Verteilung benötigter Wärme zu erhalten, wird ein georeferenzierter Wärmesenkenatlas erstellt. Die Ergebnisse dieser Studie werden dann mit den geologischen Ergebnissen verschnitten, um daraus optimale Standorte für ein zu erstellendes Geothermiekraftwerk ableiten zu können.

Im Zuge der Erstellung eines Wärmesenkenatlas erfolgt eine Zusammenstellung existierender Daten zur Struktur im Aufsuchungsgebiet. Dabei werden folgende Daten ermittelt bzw. ausgewertet:

- Einwohnerzahlen, bebaute Flächen, Wohngebäude
- Gewerbe- und Industriestruktur
- markante Großverbraucher (Industrie, Landwirtschaft, öffentliche Gebäude)
- vorhandene Wärmenetze

In der Fernwärmeversorgung ergeben sich jahreszeitabhängig unterschiedliche benötigte Wärmemengen. Bedingt durch den Heizwärmebedarf ergibt sich im Winter meist der maximale Bedarf und im Sommer der minimale Bedarf. Die Wärme aus der Geothermieanlage steht dagegen ganzjährig gleichmäßig zur Verfügung. Deswegen ist auch die Wärmenutzung in den Sommermonaten bzw. antizyklisch zur Raumheizung von besonderem Interesse.

Neben den Haushalten, die vor allem Wärme für die Heizung und Warmwasserbereitung benötigen, sind also auch die Industriebetriebe mit zusätzlichem Prozesswärmebedarf von Bedeutung. Häufig wird Prozesswärme auf einem höheren Temperaturniveau als die Raumheizung benötigt. Das bedeutet, dass für den Wärmesenkenatlas auch das Temperaturniveau der entsprechenden Anwendung erfasst werden muss, um die Möglichkeit der Thermalwassernutzung bewerten zu können.

Phase B Geophysikalische Explorationsmaßnahmen zur genaueren Erkundung potenzieller Standorte

Aus den in Phase A gewonnenen Erkenntnissen erfolgt eine Eingrenzung besonders geeigneter Standorte für eine geothermische Nutzung, an denen eine detailliertere Erkundung des Untergrundes innerhalb Projektphase B erfolgen soll. Hierfür kommen verschiedene geophysikalische Verfahren zum Einsatz. Ziel ist eine möglichst präzise räumliche Identifikation geothermisch vielversprechender Strukturen mit erhöhten Fluidwegsamkeiten bei entsprechend hohem Temperaturniveau.

B1. Seismik

Zur Verbesserung der Qualität des geologischen 3D-Modells und zur genauen Identifikation des Schichtenaufbaus der Tiefenlage potenziell thermalwasserhöffiger Horizonte sowie zur Lage und Komplexität tektonischer Strukturen im Aufsuchungsgebiet, werden mehrere ca. 15-20 km lange 2D seismische Profile aufgenommen. Bei einer sehr komplexen Struktur der Geologie eines möglichen Erschließungsfeldes wird eine 3D-Seismik durchgeführt.

Aufbauend auf den neuen Erkenntnissen wird zur Verbesserung des Verständnisses der Strukturen im Untergrund ein detaillierteres geologisches 3D-Modell im Reservoirmaßstab erstellt, um auch kleinräumigere, lokale Strukturen zu integrieren. Das genaue räumliche Verständnis des Schichtenaufbaus, insbesondere der Lage geologischer Störungen, ist fundamental für die spätere Bohrfadfestlegung.

B2. Zusätzliche geophysikalische Explorationsmaßnahmen

In jedem Fall werden zusätzliche geophysikalische Explorationsmethoden im Hinblick auf eine Verbesserung des bestehenden Reservoirmodells geprüft. Über die mögliche Anwendung magnetischer und gravimetrischer Verfahren zur Erhöhung und Validierung der Aussagekraft der seismischen Erkundung wird bei Bedarf entschieden. Generell vermindert die Kombination verschiedener geophysikalischer Messverfahren die Gefahr von Fehlinterpretationen und führt im Allgemeinen zu verbesserten Ergebnissen.

Phase C Bohrungen und Tests

Auf Basis der gewonnenen Daten aus der Seismik, des geologischen 3D-Modells sowie geomechanischer Simulationen erfolgt die Festlegung auf ein Zielgebiet, in dem eine erste Erkundungsbohrung niedergebracht wird. Stehen Bohransatzpunkt und Zielpunkt fest, erfolgt die genaue Bohrpfadplanung. Sowohl für die Bohrplatzerrichtung als auch für die Bohrung selbst müssen planungs- und umweltschutzrechtliche Voraussetzungen berücksichtigt werden (Hauptbetriebspläne zur Errichtung eines Bohrplatzes und Erstellung einer Bohrung).

Explorationsbohrung

Über ein Ausschreibeverfahren wird für die Errichtung des Bohrplatzes und die Durchführung der Bohrmaßnahmen ein zertifiziertes Unternehmen mit Erfahrung in der Tiefbohrtechnik beauftragt. Die Ausschreibungen sollten früh erfolgen, da mit längeren Wartezeiten betreffend der Verfügbarkeit der benötigten Bohranlagen zu rechnen ist. Nach Abschluss der Bohrarbeiten werden innerhalb der Bohrung zahlreiche Tests zur besseren Bewertung des geothermischen Reservoirs durchgeführt. Hierzu zählen u.a.:

- hydraulische Tests zur Überprüfung der förderbaren Thermalwassermenge
- geophysikalische Bohrlochmessungen
- hydrochemische Untersuchungen

Durch die geophysikalischen Bohrlochmessungen sollen in-situ Informationen zu Lithologie, Porosität, Temperaturen, Bruchhäufigkeit und Orientierungen von Brüchen etc. im tiefen Untergrund des Aufsuchungsgebietes erlangt werden. Die hydrochemischen Untersuchungen sollen Aufschluss über die Zusammensetzung der angetroffenen Thermalwässer liefern.

Zweite Bohrung und Bewertung des geothermischen Reservoirs

Bei ausreichend hohen Förderraten beginnen nach der ersten Bohrung die Vorbereitungen für die zweite Bohrung. Der Bohrpfad für die zweite Bohrung wird unter Zuhilfenahme der geologischen Modelle sowie unter Berücksichtigung der seismischen Ergebnisse endgültig festgelegt. Da zwischen den beiden Bohrungsendpunkten ein gewisser Mindestabstand gewährleistet sein muss, wird die zweite Bohrung, wie eventuell schon die erste, abgelenkt.

Im Anschluss an die Bohrarbeiten finden wiederum hydraulische Tests statt. Unter Einbeziehung sämtlicher gewonnenen Daten erfolgen eine letztendliche Bewertung der Lagerstätte und die Entscheidung über die Fortführung des Projektes. Nach der Abschätzung der Injektions- und Förderraten des Systems werden die Dimensionierung und die Planung eines Kraftwerkes konkretisiert.

Es erfolgt eine thermohydraulische Simulation der geplanten Mehrbohrlochnutzung unter Berücksichtigung der geplanten Produktions- und Injektionsraten und unterschiedlicher Betriebsszenarien. Damit sollen die räumlichen und zeitlichen Auswirkungen der Thermalwassernutzung modelliert werden. Diese Ergebnisse fließen auch in die letztendliche Beantragung einer bergrechtlichen Bewilligung zur Gewinnung des Bodenschatzes ein.