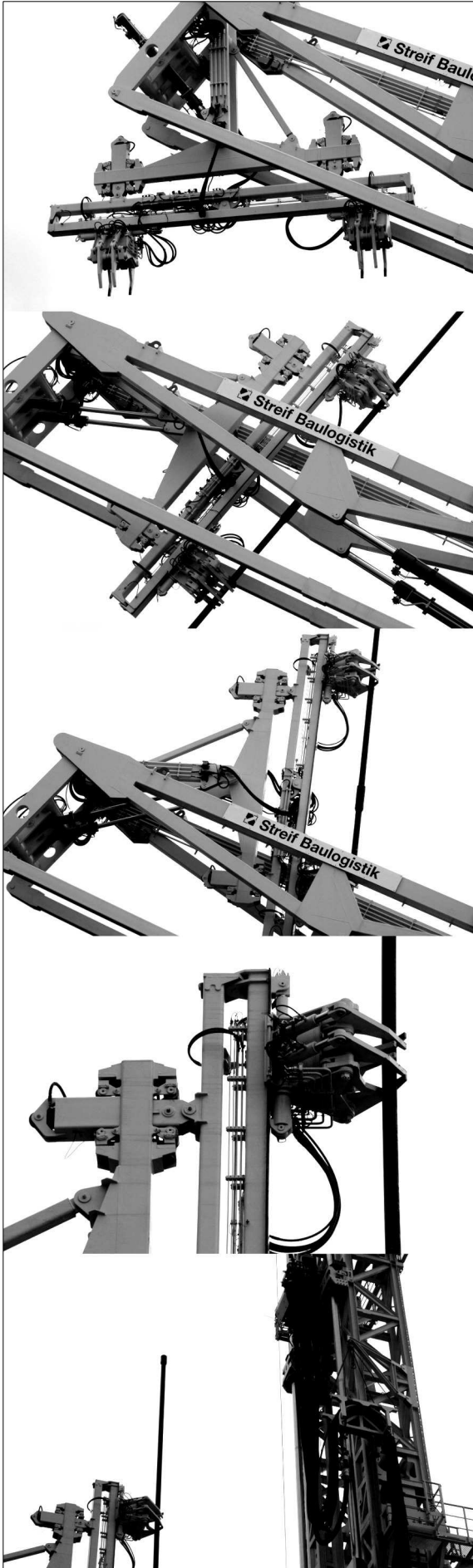


Praktikumsbericht



Bei
HOCHTIEF PPP Solutions
Geschäftsstelle Erneuerbare Energien

vom 1. Juli bis 30. September 2008



*Niemals läßt sich aus Büchern lernen,
was man nicht mit eigenen Augen
sieht.*

Fjodor Dostojewskij, (1821 - 1881)

Oktober 2008

Titelbild: Bohrturm des Geothermie-
Projektes in Kirchstockach,
Links: Einsetzen einer Bohrstange,
Kirchstockach

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	ii
Abbildungsverzeichnis.....	iii
Tabellenverzeichnis.....	iii
Anlagenverzeichnis.....	iii
1 Allgemeines.....	1
2 Einleitung.....	2
3 Geothermie.....	3
4 Geothermie-Projekte der SGG.....	6
5 Tätigkeitsbericht.....	8
5.1 Tagessgeschäft.....	8
5.2 Studie.....	9
6 Zusammenfassung.....	10
7 Quellen.....	11
Anhang.....	a
Kontakte.....	a
Geothermie.....	b

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Becken für den Pumpversuch. Dürrnhaar	1
Abbildung 2 Casings für das Bohrloch, Kirchstockach	2
Abbildung 3 schematischer Aufbau des Erdinneren, WIKIPEDIA.....	3
Abbildung 4 Prinzipdarstellung Geothermie Landau, GEOX	4
Abbildung 5 Schema des einfachen Clausius-Rankine-Prozess mit organischem Arbeitsmittel, Köhler, 2005.....	5
Abbildung 6 Phasen der Projektentwicklung	6
Abbildung 7 Bohrplatz in Dürrnhaar	6
Abbildung 8 Büropark an der Gruga, HOCHTIEF	8
Abbildung 9 Die Paddel Power Piraten, TVK Essen	10
Abbildung 10 Bohrmeißel, Dürrnhaar	a

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Eckdaten der Geothermie-Projekte	7
--	---

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Zur Nutzung geeignete geothermale Vorkommen in Deutschland, BMU ...	b
Anlage 2 Prinzipdarstellung hydrothermaler Geothermie, Agentur für Erneuerbare Energien	c
Anlage 3 Prinzipdarstellung petrothermaler Geothermie, Agentur für Erneuerbare Energien	c
Anlage 4 Nord-Süd-Schnitt durch das Voralpenland, Rödl & Partner	d

1 Allgemeines

Die zeitliche Verschiebung der vorlesungsfreien Zeiten durch mein Auslandsstudium ermöglichten es mir mich für ein dreimonatiges Praktikum im Sommer zu bewerben. Dabei kamen auch große Unternehmen in Frage, die Praktikanten meist erst ab einer Praktikumdauer von mindestens drei Monaten annehmen.

Die erste Rückmeldung, die ich auf meine Bewerbungen bekam, war von Herrn Dr. Jokiel von HOCHTIEF PPP Solutions, dem Leiter der Geschäftsstelle Erneuerbare Energien. Nach einem telefonischen Bewerbungsgespräch – ich war zu der Zeit noch in Barcelona – erhielt ich eine Zusage.

Für das Praktikum musste ich allerdings zum Hauptsitz von HOCHTIEF, nach Essen, ziehen. Die Suche nach einer Wohnung erschwerte sich erneut durch die räumliche Distanz und ich mietete letztendlich ein Zimmer beim Studentenwerk Essen-Duisburg AöR, was zum Glück sehr unkompliziert war, aber bedeutete, dass ich jeden Morgen knapp eine Stunde mit den öffentlichen Verkehrsmitteln unterwegs sein würde.

Geothermie sollte das Hauptthema des Praktikums werden. Bevor ich anfangen zu arbeiten wusste ich sehr wenig über regenerative Energien. Ich hatte zwar im ersten Semester das Wahlpflichtfach „Umweltphysik“ besucht, aber dort wurden vor allem erneuerbare Energien mit Schwerpunkt auf Wind- und Wasserkraft behandelt. Insofern war es für mich ein komplett neues Wissensfeld, in das ich mich einarbeiten durfte.



Abbildung 1 Becken für den Pumpversuch. Dürrnhaar

2 Einleitung

Die Geschäftsstelle Erneuerbare Energien ist ein relativ junger Zweig innerhalb der HOCHTIEF PPP Solutions. Im Moment werden dabei zwei Geschäftsfelder entwickelt: Offshore Windkraftanlagen und Geothermiekraftwerke. Neben der Erkundung von neuen Märkten ist HOCHTIEF im Bereich der Geothermie mit zwei Partnern als „Süddeutsche Geothermie-Projekte Gesellschaft“ (SGG) in Bayern aktiv. Der Aufgabenschwerpunkt der HOCHTIEF PPP Solutions liegt dabei in der Projektentwicklung und –koordination.

Im folgenden Kapitel wird eine kurze Einführung in die Geothermie gegeben. Danach folgt ein Tätigkeitsbericht mit Erläuterungen zum Tagesgeschäft und der während des Praktikums bearbeiteten Langzeitaufgabe. In der Zusammenfassung wird anschließend ein Resümee aus dem dreimonatigen Praktikum gezogen.



Abbildung 2 Casings für das Bohrloch, Kirchstockach

3 Geothermie

„Geothermische Energie ist die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der festen Oberfläche der Erde, Synonym: Erdwärme“ (VDI 1998)

Die Erde entspricht in etwa einer Kugel, deren Inneres aus mehreren Schalen aufgebaut ist (s. Abbildung 3). Im Erdkern herrschen Temperaturen von schätzungsweise bis zu 6500°C vor, so dass selbst in einem Kilometer Tiefe in der Erdkruste fast überall 35°C - 40°C erreicht werden. Die Geothermie macht sich die in der Erde gespeicherte Wärmeenergie zu Nutzen. Man unterscheidet dabei zwischen oberflächennaher und tiefer Geothermie.

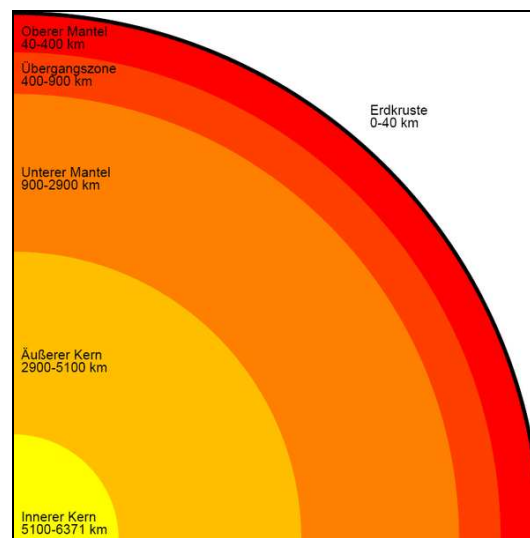


Abbildung 3 schematischer Aufbau des Erdinneren, WIKIPEDIA

Die oberflächennahe Geothermie bezeichnet Geothermie-Projekte bis zu einer Tiefe von 400 Metern, meist für den privaten Gebrauch in Form von Wärmepumpen, oder Erdwärmesonden für die Wärmeversorgung kleinerer Versorgungsgebiete. Bei tiefen Geothermie-Projekten werden Bohrungen auf bis zu 5 Kilometer abgeteuft um die dortige Wärme nutzbar zu machen. Als Wärmeüberträger dient meist Wasser.

In Deutschland gibt es drei große Gebiete in denen ein geothermisches Potenzial für tiefe Geothermie zu finden ist. Das Norddeutsche Becken, den Oberrheingraben und das Süddeutsche Molassebecken (s. Anlage 1). Alle Gebiete weisen verschiedene Eigenschaften bezüglich der Geologie und damit verbundenen Bohrtechnik sowie den vorzufinden Temperaturen und Schüttungen auf. Der Oberrheingraben besitzt dabei innerhalb Deutschlands das größte Potenzial birgt allerdings durch die starke Zerklüftung ein großes Fündigkeitsrisiko bei den Bohrungen.

Im Allgemeinen werden bei Geothermie-Projekte in Deutschland vorhandene Grundwasserleiter in großen Tiefen erschlossen (hydrothermale Erschließung, s. Anlage 2). Das Wasser wird über eine Förderbohrung an die Erdoberfläche geleitet, wo die Wärmeenergie des Wassers für die Energiebereitstellung genutzt werden kann. Danach wird das Wasser über eine Reinjektionsbohrung wieder dem Aquifer

zugeführt. Systeme mit einer Förder- und einer Reinjektionsbohrung werden auch als Dublettenbohrung bezeichnet. Der Abstand zwischen den Bohrungen muss möglichst groß sein, damit sie sich nicht gegenseitig beeinflussen. Um dies zu ermöglichen werden die Bohrungen entweder an der Oberfläche möglichst weit voneinander abgeteuft oder von einem Bohrplatz mit Hilfe der Richtbohrtechnik abgelenkt. Dabei haben die Bohrungen oberirdisch am Ansatzpunkt nur etwa eine Entfernung von 6 Metern, während die Endpunkte circa 1,5 Kilometer von einander distanziert sind.

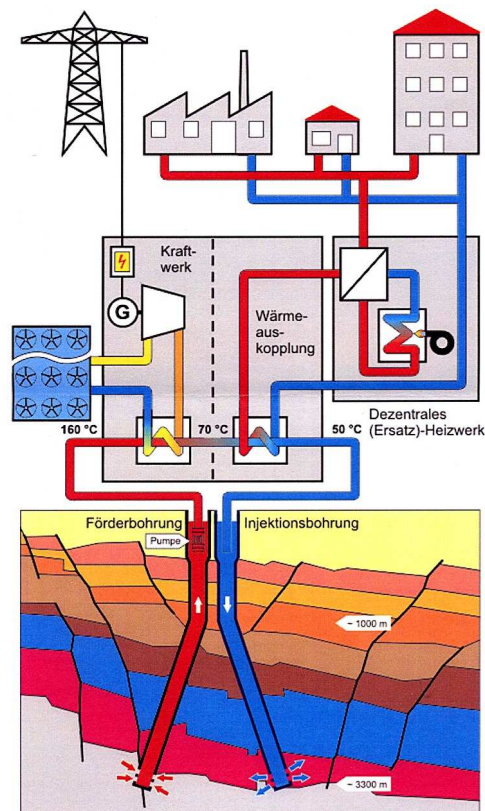


Abbildung 4 Prinzipdarstellung Geothermie Landau, GEOX

Neben der hydrothermalen Erschließung gibt es auch die Möglichkeit die geologischen Gegebenheiten zu verändern (Enhanced Geothermal Systems, EGS). Ein Beispiel dafür ist das „Hot Dry Rock“-Verfahren (HDR), bei dem Wasser in den Boden verpresst wird und das heiße Gestein in der Tiefe zur Erwärmung der Wassers genutzt wird. Anschließend wird das Wasser wieder an die Oberfläche befördert und für die Energiebereitstellung genutzt (s. Anlage 3).

Das geförderte, warme Wasser kann für die Wärmebereitstellung sowie für die Stromerzeugung genutzt werden. Zur Zeit laufen vor allem Projekte, die entweder Wärme oder Strom erzeugen. Es gibt aber auch Projekte die beide Energieformen bereitstellen (Neustadt-Glewe, Unterhaching).

Die Bereitstellung der Wärme erfolgt durch einen Wärmeüberträger direkt vom Thermalwasser an ein Arbeitsmedium, das von der Art des angeschlossenen Abnehmers abhängt. Die Verstromungsanlagen unterscheiden sich primär in der Nutzung des Thermalwassers. In einigen Kraftwerksprozessen (Dry/Wet Steam, Flash Systeme) wird das Thermalwasser direkt zur Stromerzeugung genutzt während in anderen

ein Sekundärkreislauf eingesetzt werden muss, da die Temperatur des Thermalwassers für eine direkte Nutzung nicht ausreicht. Dies ist in Deutschland der Fall, so dass hier ausschließlich Kraftwerke mit Sekundärkreisläufen eingesetzt werden können. Zurzeit werden zwei verschiedene Technologien verwendet: der Organic Rankine Cycle (ORC), der auf dem Clausius-Rankine-Kreisprozess basiert, sowie der Kalina-Kreisprozess, der in den 70er Jahren von dem russischen Ingenieur Alexander Kalina entwickelt wurde. Beide Prozesse basieren auf der Verwendung eines Sekundärfluides, welches eine geringere Siedetemperatur als Wasser besitzt. Während der Kalina-Kreisprozess noch relativ selten zum Einsatz kommt ist der Organic Rankine Cycle bewährt und wird international erfolgreich eingesetzt.

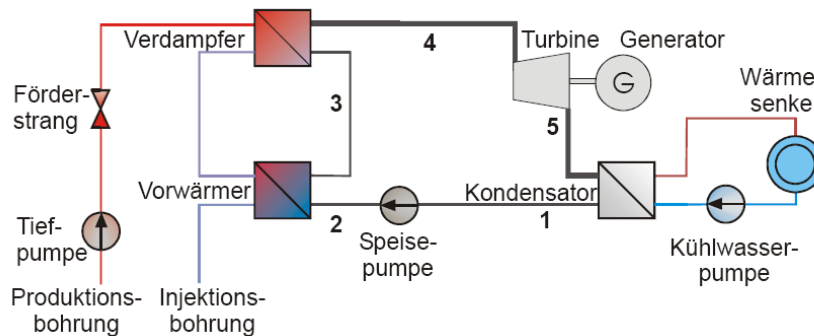


Abbildung 5 Schema des einfachen Clausius-Rankine-Prozess mit organischem Arbeitsmittel, Köhler, 2005

Das Kraftwerk kann in Primär- und Sekundärkreislauf unterteilt werden. Im Primärkreislauf durchläuft das über eine Tiefenpumpe geförderte, warme Wasser einen Verdampfer, in dem es abgekühlt wird. Nach dem Durchlaufen des Vorwärmers wird das Wasser in das Reservoir reinjiziert.

Die Wärmeenergie des Thermalwassers wird im Verdampfer und Vorwärmer auf ein Sekundärfluid übertragen. Durch die Erhitzung expandiert es und wird zur Turbine weitergeleitet, in der es durch Entspannung Arbeit leistet. Mit Hilfe des Generators wird die mechanische Arbeit in elektrischen Strom umgewandelt. Anschließend gelangt der Dampf des Sekundärfluides in einen Kondensator, in dem es wieder verflüssigt wird. Die Kühlung erfolgt entweder durch einen Nasskühlturm oder einen Luftkondensator. Hierbei ist der Nasskühlturm zwar effektiver, aber durch die Abhängigkeit von Wasser für die Kühlung nicht so standortunabhängig einsetzbar ist, wie ein Luftkondensator. Nach der Verflüssigung läuft das Arbeitsmedium über eine Speisepumpe, die den Kreisprozess schließt, wieder zu Vorwärmer und Verdampfer.

4 Geothermie-Projekte der SGG

Die SGG besitzt in Bayern in zehn Gebieten Aufsuchungserlaubnisse, die nacheinander entwickelt werden sollen. Die Projektentwicklung verläuft in zwei Phasen. In der ersten Phase werden die Bohrungen abgeteuft und nachgewiesen, dass Temperaturen und Schüttung für die Stromerzeugung ausreichen. In der zweiten Phase wird dann ein Kraftwerk zur Strombereitstellung errichtet.

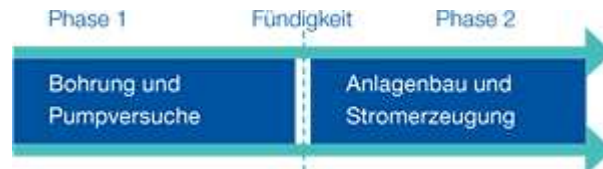


Abbildung 6 Phasen der Projektentwicklung

Die SGG hat sich vorgenommen in den nächsten Jahren eine Serie von Anlagen in Bayern zu errichten, Im Moment befinden sich zwei Projekte im Erlaubnisfeld Kirchstockach in der Bohrphase. Weitere Projekte befinden sich in Planung.



Abbildung 7 Bohrplatz in Dürnhaar

Das erste Projekt befindet sich in Dürnhaar, Aying, etwa 25 km südöstlich von München. Die Bohrungen werden hier auf circa 3700 Meter abgeteuft (s. Anlage 4). Die erste Bohrung ist bereits fertiggestellt.

Das Projekt in Kirchstockach ist nur wenige Kilometer von Dürnhaar entfernt. Bohrbeginn der ersten Bohrung war Mitte September.

Tabelle 1 Eckdaten der Geothermie-Projekte

Projektstandort	Dürrnhaar	Kirchstockach
Erlaubnisfeld	Kirchstockach	Kirchstockach
Feldesinhaber	Fa. Ganser	Fa. Ganser
Beginn der Umsetzung	Juli 2007	November 2007
Bohrungen	2 (Dublette)	2 (Dublette)
Bohrtiefen	3 670 m / 3 720 m	3 750 m / 3 730 m
Beginn der 1. Bohrung	September 2007	September 2008
Beginn der 2. Bohrung	April 2008	Dezember 2008
Fertigstellung 1. Phase	November 2008	Februar 2009
Bohrunternehmer	H. Anger's Söhne	HOCHTIEF Construction AG Energy Europe

5 Tätigkeitsbericht

Während des Praktikums arbeitete ich im Büroпарк an der Gruga von HOCHTIEF, Alfredstrasse 236, 45133 Essen. In diesem Gebäude sind neben HOCHTIEF PPP Solutions auch andere Unternehmensbereiche von HOCHTIEF untergebracht. Der Arbeitsaufwand entsprach einer 40 Stunden Woche.

Die Tätigkeiten während meines Praktikums können in zwei verschiedene Bereiche geteilt werden. Zum Einen die Unterstützung des Tagesgeschäfts der Geschäftsstelle und zum Anderen das Erstellen einer Studie.



Abbildung 8 Büroпарк an der Gruga, HOCHTIEF

5.1 Tagessgeschäft

Das Tagesgeschäft bezog sich meist auf die Tätigkeiten der SGG und deren Projekte in Bayern sowie die Erkundung von neuen, internationalen Märkten. Ich durfte dabei immer an den wöchentlichen Telefonkonferenzen mit den Projektpartnern in München teilhaben und wurde zu Meetings mit potenziellen, internationalen Partnern, Produktanbietern und Kooperationspartnern innerhalb von HOCHTIEF mitgenommen. Der Höhepunkt war ein zweitägiger Aufenthalt in München, bei dem ich die Partner einmal persönlich kennen lernen durfte und die Bohrungen besichtigt wurden.

Meine Hauptaufgaben beim Tagesgeschäft bestanden aus der Recherche und Aufbereitung von verschiedensten geothermiebezogenen Informationen, Verwaltungsaufgaben und Öffentlichkeitsarbeit. Zu den ersten Aufgaben zählte, neben der Einarbeitung in das Thema, ein Abgleich der digitalen Ordnerstruktur mit der den Papierdokumenten. Weiterhin sammelte ich Informationen für ein Energiekennzahlenkompendium, das einen schnellen Überblick über die wichtigsten energie- und geothermiebezogenen Kenngrößen gibt und technische Zahlen mit Hilfe von Vergleichen für

den Benutzer verständlich macht. Die Erstellung und Pflege einer Datenbank für Geothermie-Projekte in Deutschland wurde während der drei Monate durch die Verfolgung von Presseartikeln zu den Projekten zu einer täglichen Aufgabe. Später sammelte ich auch Informationen zu internationalen Märkte und arbeitete sie so auf, dass sie für spätere Recherchen einfach zu nutzen sind. Für das Tagesgeschäft und die Öffentlichkeitsarbeit mussten auch immer wieder kleine Texte geschrieben werden. So wurden unter anderem Projekthandbücher mitgestaltet und die Neugestaltung der Homepage der SGG mitangeregt.

5.2 Studie

Neben den täglichen Aufgaben und der Mitbetreuung des Tagesgeschäfts wurde außerdem eine Studie unter dem Titel „Gewinnbetrachtung von strom- und wärmegeführten Geothermie-Projekten unter Berücksichtigung der EEG-Novelle“ angefertigt.

Der Anlass für die Erstellung der Studie war die Novellierung des Erneuerbaren Energie Gesetzes (EEG) zum 1. Januar 2009. Die Novelle führt neben einer neuen, erhöhten Einspeisevergütung von Strom aus geothermischen Kraftwerken einen Wärmebonus ein, welcher Landschaft für Geothermie-Projekte gerade im Hinblick auf die Rolle eines Wärmeabsatzes verändert. Da die alleinige Stromproduktion auch mit der erhöhten Vergütung noch an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit eines Projektes steht, gilt es gerade für privatwirtschaftliche Investoren zusätzliche ökonomische Sicherheit zu erlangen. Ein Wärmeabsatz scheint dazu geeigneter denn je, obwohl dies gleichzeitig eine Einbuße in der Stromproduktion bedeutet.

In der Studie wurde daher angestrebt eine allgemeine Gewinnbetrachtung von wärme- und stromgeführten Geothermie-Projekten unter Berücksichtigung von standortspezifischen, geologischen und die Abnehmerstruktur betreffenden Faktoren anzustellen.

Die Betrachtung wird durch ein Rechenmodell in Microsoft EXCEL ermöglicht, welches verschiedene Versorgungsszenarien umfasst. In den Szenarien werden verschiedene Kombinationen aus strom- und wärmegeführten Projekten untersucht. Als Vergleichsfälle dienen dabei ein rein stromgeführtes und ein rein wärmegeführtes Projekt. Des Weiteren soll der spezielle Fall betrachtet werden, der die Anforderungen der EEG Novelle an den Wärmebonus gerade erfüllt, sonst aber die maximale Stromeinspeisung als Schwerpunkt hat.

Im Laufe der vorzustellenden Studie wurde in Abhängigkeit von geologischen Aspekten und weiteren Standortfaktoren eine allgemeine Aussage zur Gewinnoptimierung von Geothermie-Projekten unter Berücksichtigung ihrer Absatzmodalitäten getroffen.

Die Ergebnisse der Studie werden beim Geothermiekongress 2008 in Karlsruhe vorgestellt.

6 Zusammenfassung

In den drei Monaten in Essen habe ich viel dazu gelernt. Durch die vielseitige Arbeit habe ich Einblicke in die verschiedensten Wissensbereiche von Recht bis hin zur Kraftwerkstechnik bekommen und für mich neue Zusammenhänge entdeckt. Es sind zum Beispiel im Rechenmodell für die Gewinnbetrachtung von Geothermie-Projekten Klimadaten hinterlegt. Diese braucht man, weil auch der thermische Wirkungsgrad des Kraftwerkes mit betrachtet werden musste. Dieser Wirkungsgrad ist allerdings beim Einsatz von Luftkondensatoren von der Außentemperatur abhängig. Und als ich Stuckgips auf dem Bohrplatz bei den Spülungszusätzen fand musste ich auch zweimal hingucken.

Doch neben der rein fachlichen Komponente habe ich mich auch im sozialen Umfeld sehr wohl gefühlt. HOCHTIEF PPP Solutions GmbH gliedert sich in die Teilbereiche Mautstrassen, Öffentlicher Hochbau und Erneuerbare Energien. Alle Geschäftsstellen sind Nachbarn innerhalb des Gebäudes in der Alfredstrasse. Durch die räumliche Nähe hatte ich auch die Gelegenheit mit Mitarbeitern dieser Bereiche in Kontakt zu treten. Besonders war dies während der gemeinsamen Teilnahme an einem Drachenbootrennen auf dem Baldeneysee Mitte August möglich.



Abbildung 9 Die Paddel Power Piraten, TVK Essen

7 Quellen

Broschüre „Tiefe Geothermie in Deutschland“, 2007 , Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

KÖHLER, S. (2005): Geothermisch angetriebene Dampfkraftprozesse, Analyse und Prozessvergleich binärer Kraftwerke, Technischen Universität Berlin.

Agentur für Erneuerbare Energien, <http://www.unendlich-viel-energie.de/>

Geothermie – Wikipedia, <http://de.wikipedia.org/wiki/Geothermie>

Homepage von HOCHTIEF, <http://www.hochtief.de/>

Süddeutsche Geothermie-Projekte GmbH & Co. KG , <http://www.sgg-bayern.de/>

TVK Essen, <http://www.tvk-essen.de/>

Anhang

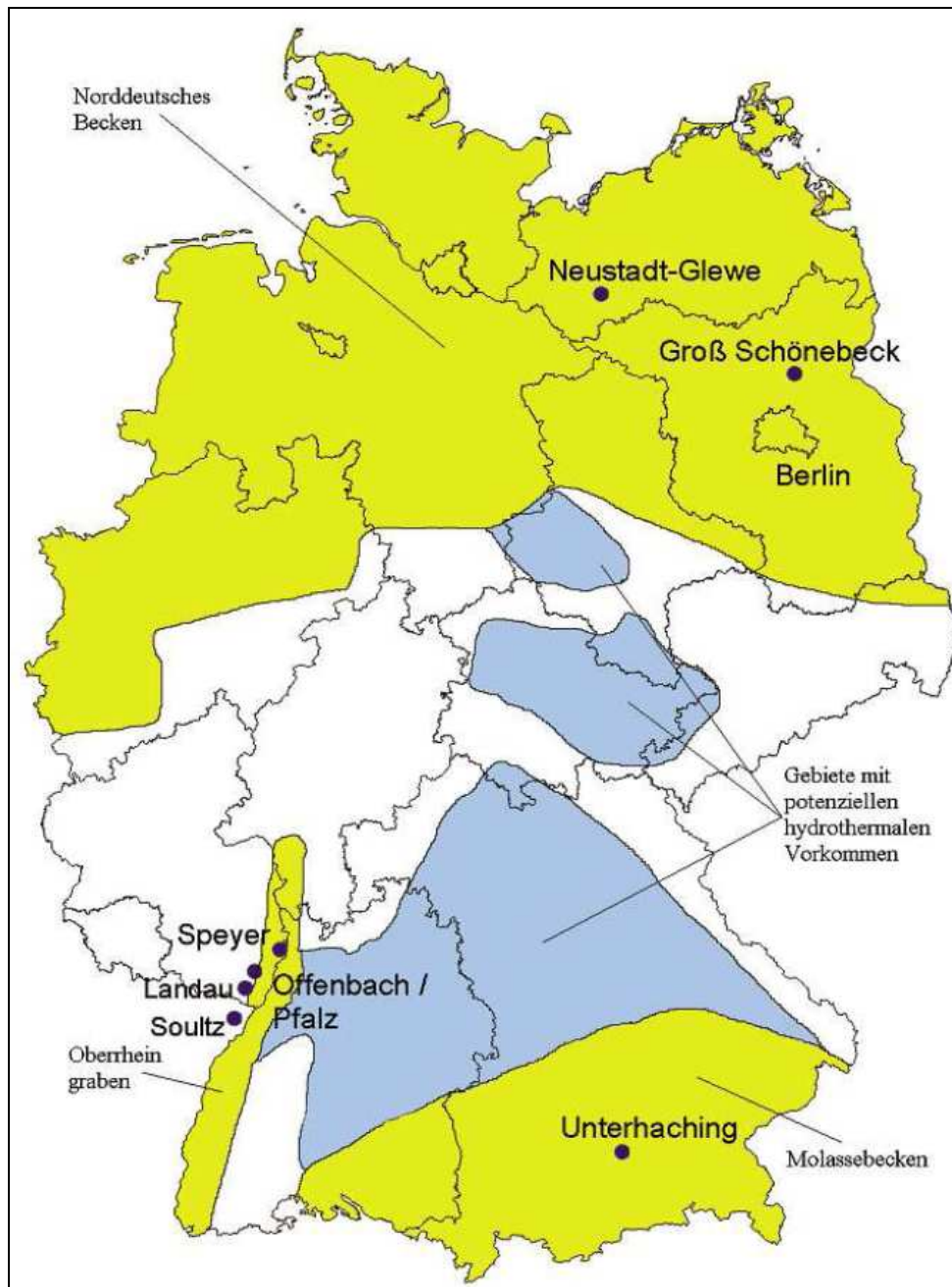
Kontakte

HOCHTIEF PPP Solutions GmbH
Geschäftsstelle Erneuerbare Energien
Alfredstrasse 236
45133 Essen

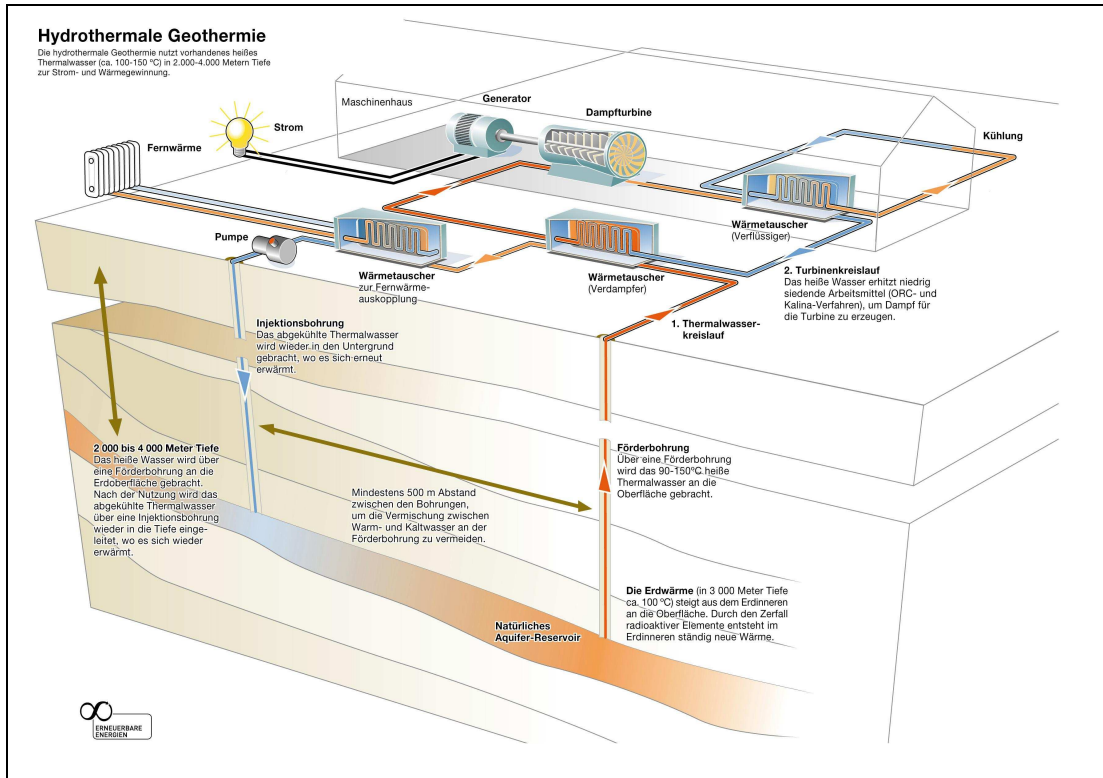


Abbildung 10 Bohrmeißel, Dürrnhaar

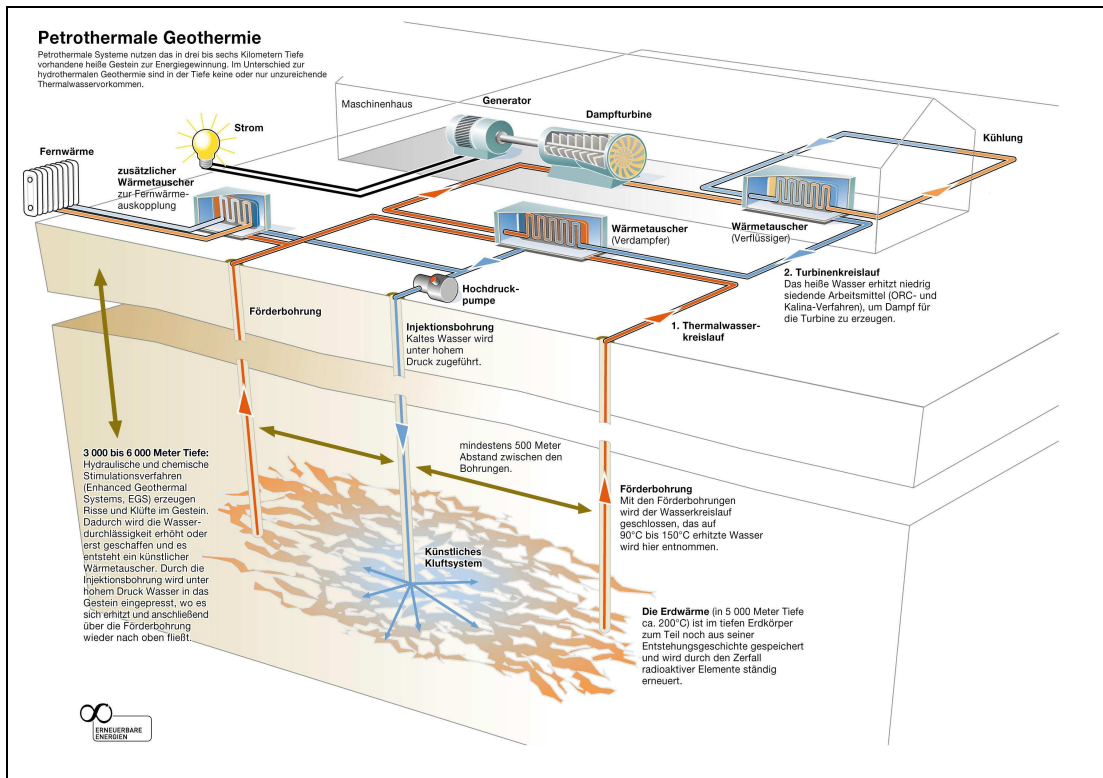
Geothermie



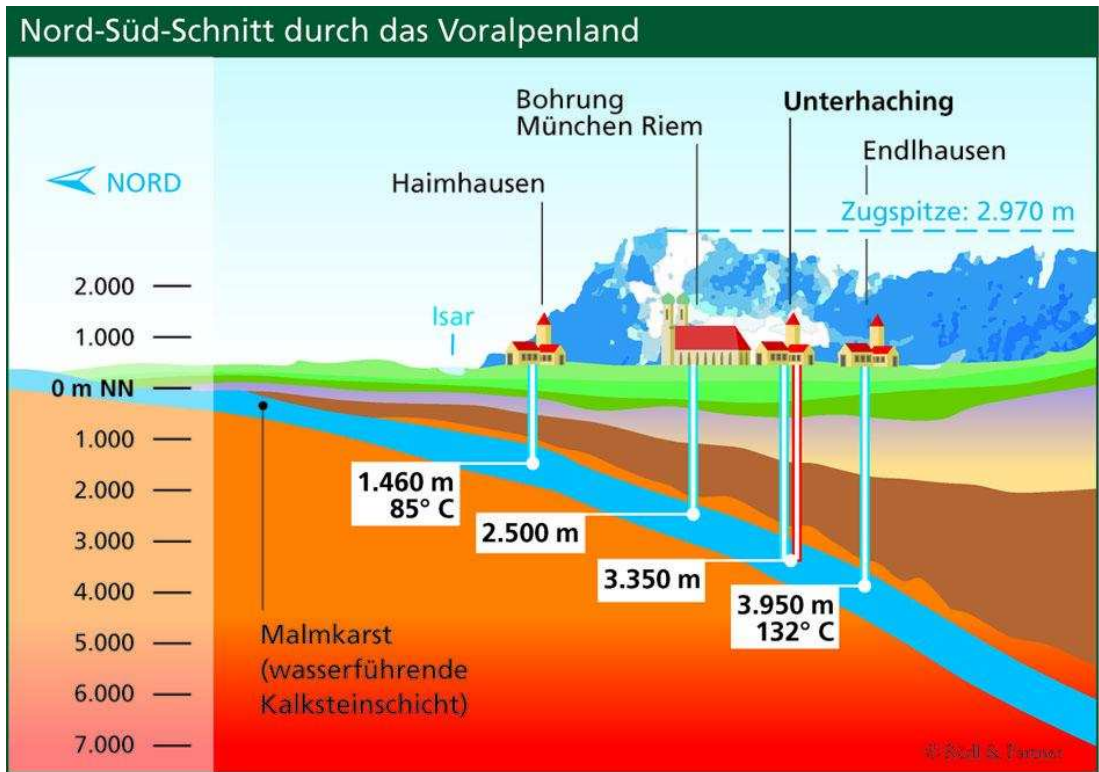
Anlage 1 Zur Nutzung geeignete geothermale Vorkommen in Deutschland, BMU



Anlage 2 Prinzipdarstellung hydrothermalen Geothermie, Agentur für Erneuerbare Energien



Anlage 3 Prinzipdarstellung petrothermalen Geothermie, Agentur für Erneuerbare Energien



Anlage 4 Nord-Süd-Schnitt durch das Voralpenland, Rödl & Partner