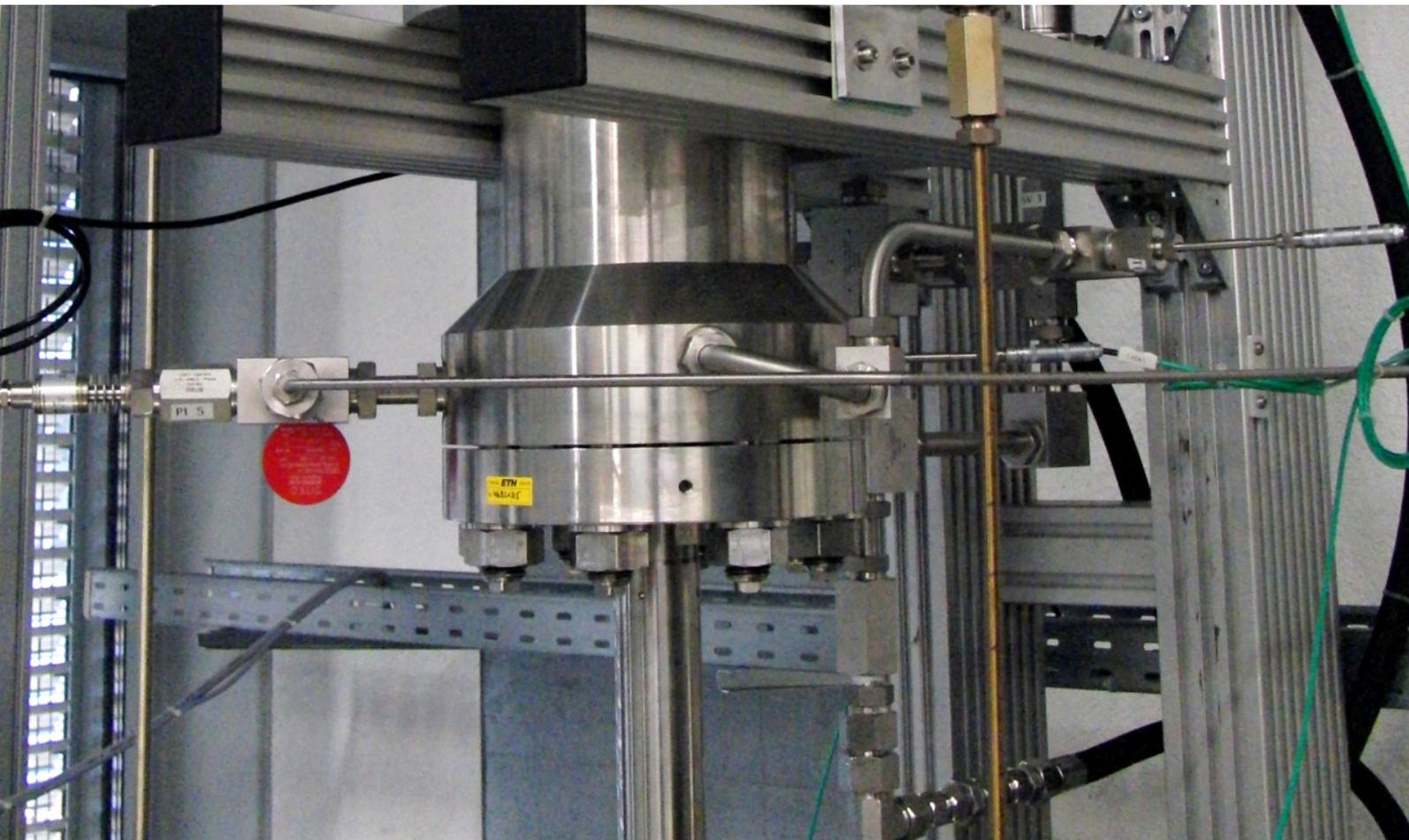


Überblicksbericht 2010

Forschungsprogramm Geothermie



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN

Titelbild:**Thermal Spallation Drilling Pilotanlage an der ETH Zürich**

Hochdruckkammer der neuen Pilotanlage zum Testen einer neuen Bohrtechnologie im Hochtemperatur- und Hochdruckbereich (mit Anschlüssen für Brennstoff, Sauerstoff und Wasser).

BFE Forschungsprogramm Geothermie

Überblicksbericht 2010

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
CH-3003 Bern

Programmleiter BFE (Autor):

Dr. Rudolf Minder, Minder Energy Consulting (rudolf.minderbluewin.ch)

Bereichsleiter BFE:

Dr. Gunter Siddiqi (gunter.siddiqi@bfe.admin.ch)

www.bfe.admin.ch/forschunggeothermie/

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

Einleitung

Der Begriff geothermische Energie umfasst mehrere Arten von Ressourcen, welche sich bezüglich Nutzung und Entwicklungsstand stark unterscheiden (siehe Figur Seite 3). Die Technik der Erdwärmesondenanlagen (EWS) zur Beheizung von Gebäuden ist heute weitgehend ausgereift und die Systeme können sich erfolgreich am Markt behaupten. Im Jahr 2009 wurden rund 2'000'000 m Erdwärmesonden abgeteuft, für 2010 dürfte sich eine ähnliche Zahl ergeben. Der Markterfolg der EWS zeigt, dass die von der öffentlichen Hand zu finanzierenden Forschungsbedürfnisse dieser Technik weitgehend abgedeckt sind. Die Unterstützung im Bereich der Niedertemperatur- oder untiefen Geothermie zielt deshalb primär auf grosse und komplexe Anlagen, insbesondere für kombiniertes Heizen und Kühlen sowie auf Verbesserungen bezüglich Qualität, Effizienz und Wirtschaftlichkeit.

Die hydrothermalen Ressourcen (z. B. Heisswasser führende Aquifere und/ oder Bruchstrukturen im Untergrund) sind im Gegensatz zu den EWS nur in speziellen Gebieten verfügbar, wo Wassermenge, Temperatur und Produktivität ausreichend sind. Je nach

Temperatur des Wassers kann die Wärme direkt zu Heizzwecken genutzt werden, bei sehr günstigen Verhältnissen ist auch eine Stromproduktion möglich. Wegen der geringen Zahl bisher realisierter Projekte besteht für Forschung und Entwicklung sowie für Pilot- und Demonstrationsanlagen ein substantieller Bedarf.

Die dritte Hauptkategorie, die Technik der «Enhanced oder Engineered Geothermal Systems» (EGS) hat weltweit wie auch in der Schweiz ein sehr grosses Potenzial, da solche Systeme in vielen Regionen grundsätzlich realisierbar sind. Deshalb werden bereits seit mehreren Jahren Studien und Forschungsprojekte durchgeführt, welche auch zu einem ersten Pilotprojekt – Deep Heat Mining in Basel – führten. Wichtig ist auch die Mitwirkung von Schweizer Forschenden am europäischen EGS-Projekt in Soultz-sous-Fôrets (F) und anderen Programmen weltweit, die Beiträge zur Technologieentwicklung leisten. Die nachhaltige Gewinnung von Wärme aus einem in 5'000 m Tiefe liegenden Felsvolumen ist eine enorme Herausforderung und erfordert Kenntnisse aus den verschiedensten Disziplinen.

IEA-Klassifikation: 3.5 Geothermal

Schweizer Klassifikation: 2.5 Geothermie

Programmschwerpunkte

Die Schwerpunkte der Geothermie-Forschung lagen im Jahr 2010 wiederum in den Gebieten der tiefen Geothermie, einerseits bei der Nutzung der hydrothermalen Quellen, andererseits bei den Enhanced Geothermal Systems (EGS). In diesem Gebiet wurde auch die internationale Zusammenarbeit ausgebaut. Im Bereich der untierten Geothermie beschränken sich die Forschungsarbeiten auf besondere, noch nicht am Markt etablierte Anwendungen, sowie auf Fragen der Effizienz und Qualitätssicherung. Erdwärmesonden-Systeme für Raumheizungen weisen ein ungebrochenes Marktwachstum auf, die Entwicklung in diesem Bereich wird grösstenteils durch die in dieser Branche tätigen Unternehmen sichergestellt. In einigen Anwendungsgebieten ist jedoch Forschungsbedarf vorhanden, vor allem bei komplexen Systemen, tiefen EWS (> 300 m), Geo-Strukturen wie z. B. Energiepfähle sowie unterstützenden Technologien.

Für die Nutzung tief liegender hydrothermalen Ressourcen besteht Forschungsbedarf bei den geophysikalischen Methoden der Prospektion, mit dem Ziel das Fündigkeitsrisiko zu verringern. Dazu gehört auch die verbesserte Auswertung vorhandener Daten aus alten Bohrungen und früheren seismischen Untersuchungen. Von grosser Bedeutung ist die Realisierung von Pilot- und Demonstrationsanlagen. Mit der Unterstützung mehrerer Pro-

jekte in geographisch und geologisch unterschiedlichen Regionen sollen in den nächsten Jahren erste Projekte realisiert werden. Dabei handelt es sich um Projekte, die neben der Stromerzeugung auch Wärme für die Raumheizung und andere Anwendungen produzieren sollen.

Langfristig werden weltweit grosse Hoffnungen auf die Technik der Enhanced / Engineered Geothermal Systems (EGS) gesetzt. Die Erfahrungen bezüglich der induzierten Seismizität mit dem Projekt in Basel haben klar gezeigt, dass für die Entwicklung von tief liegenden Reservoirs noch wenig Erfahrung vorliegt und dass in diesem Bereich noch grosse, langfristige Forschungsanstrengungen notwendig sind. Auf der andern Seite ist unbestritten, dass das Potenzial dieser Technologie sehr gross ist. Aus diesem Grund wird der Forschung und der internationalen Zusammenarbeit auf diesem Gebiet eine hohe Priorität eingeräumt.

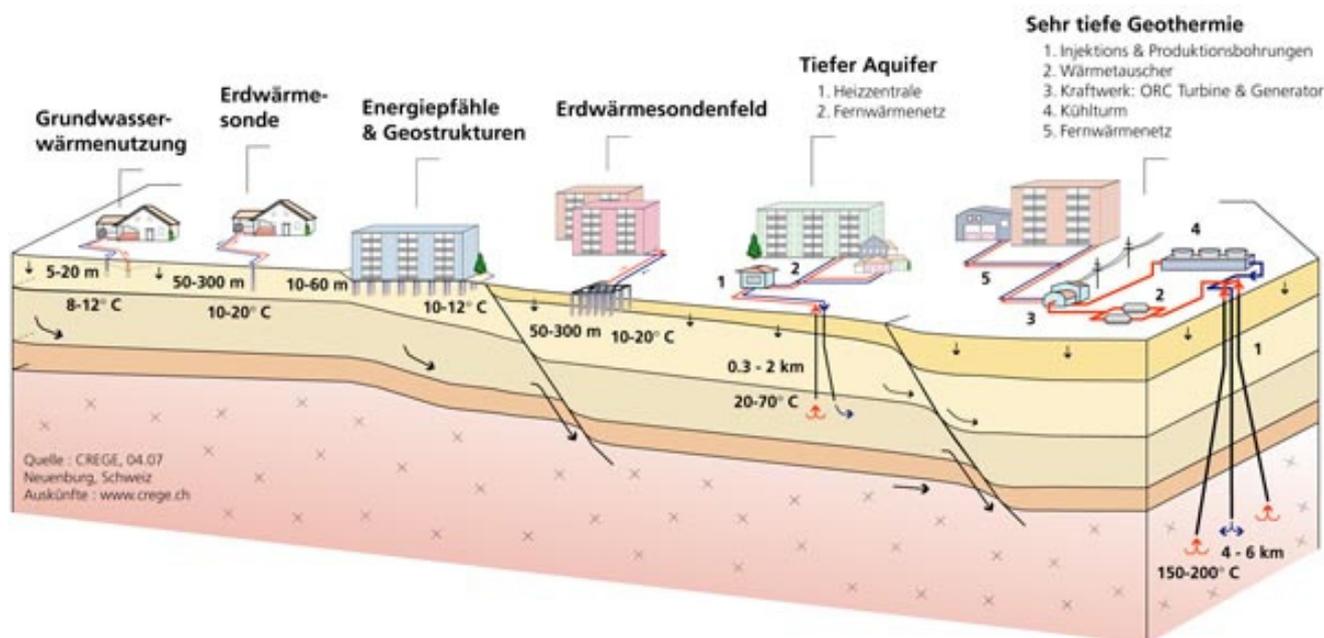
Rückblick und Bewertung 2010

2010 ergaben sich gegenüber den Vorjahren keine grundlegenden Verschiebungen in den Prioritäten. Nach wie vor liegt der Fokus der Forschung auf den Aspekten der tiefen Geothermie, welche sich neben der Wärme-gewinnung auch zur Stromerzeugung eignet. Derzeit sind einige Projekte im Bereich der tiefen hydrothermalen Res-

ourcen in verschiedenen Stadien der Bearbeitung, von Grundlagenstudien bis hin zur Planung von Pilotanlagen, Seismik-Messkampagnen und Explorationsbohrungen. Es kann damit gerechnet werden, dass innerhalb der nächsten Jahre erste Anlagen realisiert werden, was für die Geothermie in der Schweiz einen wichtigen Meilenstein bedeuten würde. Im vergangenen Jahr wurden auch die ersten Gesuche um Gewährung einer Bürgschaft zur Risikoabsicherung gemäss Energiegesetz [1] eingereicht.

Die Forschung im Gebiet der EGS ist längerfristig ausgelegt. Die Erfahrungen mit dem Projekt DHM (Deep Heat Mining) Basel haben gezeigt, dass den Risiko-Aspekten grosse Bedeutung zukommt und dass in diesem Bereich auch forschungsmässig noch viel Arbeit zu leisten ist.

Bei der untierten Geothermie wurden insbesondere Projekte unterstützt, welche sich mit tiefen Erdwärmesonden – im Bereich von 300–1000 m – zur Erzeugung von Raumwärme mittels Wärmepumpen eignen.



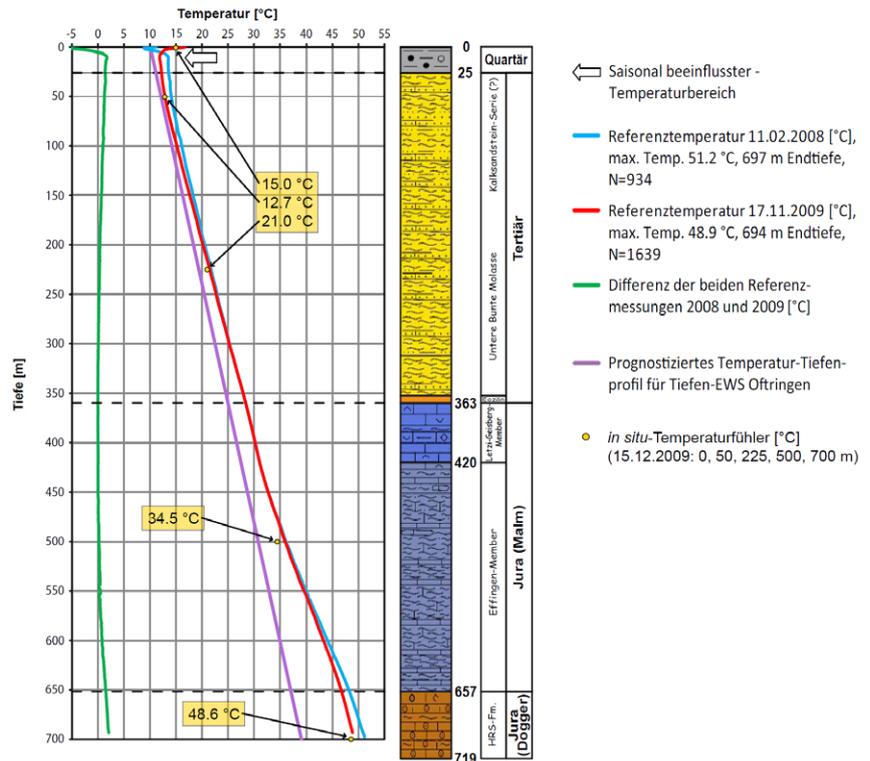
Die verschiedenen Nutzungsarten der geothermischen Energie (Quelle: S. Cattin, CREGE).

Highlights 2010

Oberflächennahe Geothermie: Tiefe Erdwärmesonden, EWS-Optimierung, Energiepfähle

Ein interessantes Thema bei der oberflächennahen Geothermie sind die tiefen Erdwärmesonden, d.h. Sonden welche tiefer als ca. 300 m abgeteuft werden. In diesem Bereich gibt es bisher nur wenige Anlagen, auch sind vergleichsweise wenige Bohranlagen verfügbar, welche solche Sonden kostengünstig erstellen können. In den meisten Fällen werden deshalb bei grösserem Wärmebedarf mehrere weniger tiefe Sonden verlegt. Tiefe Sonden weisen jedoch einige Vorteile auf, die auf gute zukünftige Marktchancen schliessen lassen. Sie benötigen weniger Platz an der Oberfläche und sind in dicht besiedelten Quartieren einsetzbar, sie arbeiten mit höheren Quellentemperaturen, was sich in einerseits in einem besseren Wirkungsgrad der Wärmepumpe niederschlägt und andererseits die Verwendung von reinem Wasser anstelle von Wasser-Glykol-Mischungen ermöglicht. Ein Projekt befasst sich mit dem Einsatz tiefer EWS in Kombination mit hoch effizienten Wärmepumpen zur Beheizung grösserer Wohnbauten, bei einem weiteren Projekt wurde eine 700 m-tiefe Sonde messtechnisch untersucht. Die Optimierung der EWS und speziell der Wärmeträgerflüssigkeit schliesslich wird in einem Projekt der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften untersucht [5]. Ein Problem tiefer Sonden besteht jedoch darin, dass der statische Druck entsprechend der Tiefe zunimmt, was besondere Anforderungen an die Bauweise und die Hinterfüllung stellt, um Schäden zu vermeiden. In diesem Bereich sind derzeit die Kenntnisse noch beschränkt.

Ein weiteres Projekt aus dem Bereich der oberflächennahen Geothermie befasst sich mit Energiepfählen, einem Strukturelement von grossen Gebäuden, das gleichzeitig als Wärmetauscher zum Untergrund funktioniert. Am Labor für Bodenmechanik der ETH Lausanne [6] werden solche Systeme untersucht, mit dem Ziel, verbesserte Grundlagen und Empfehlungen für die Auslegung solcher Elemente zu erarbeiten.



Figur 1: Temperaturprofile und Geologie bei der 700 m tiefen Erdwärmesonde in Oftringen.

Figur 2: Website des Projekts «Optimierung von Erdwärmesonden» der ZHAW

Projekt GEOTHERM – Prozesse in geothermischen Reservoiren

Unter der Leitung der ETH Zürich und in Zusammenarbeit mit der EPF Lausanne, dem Paul Scherrer Institut, der Universität Bonn, AF-Consult Switzerland AG und der Geopower Basel

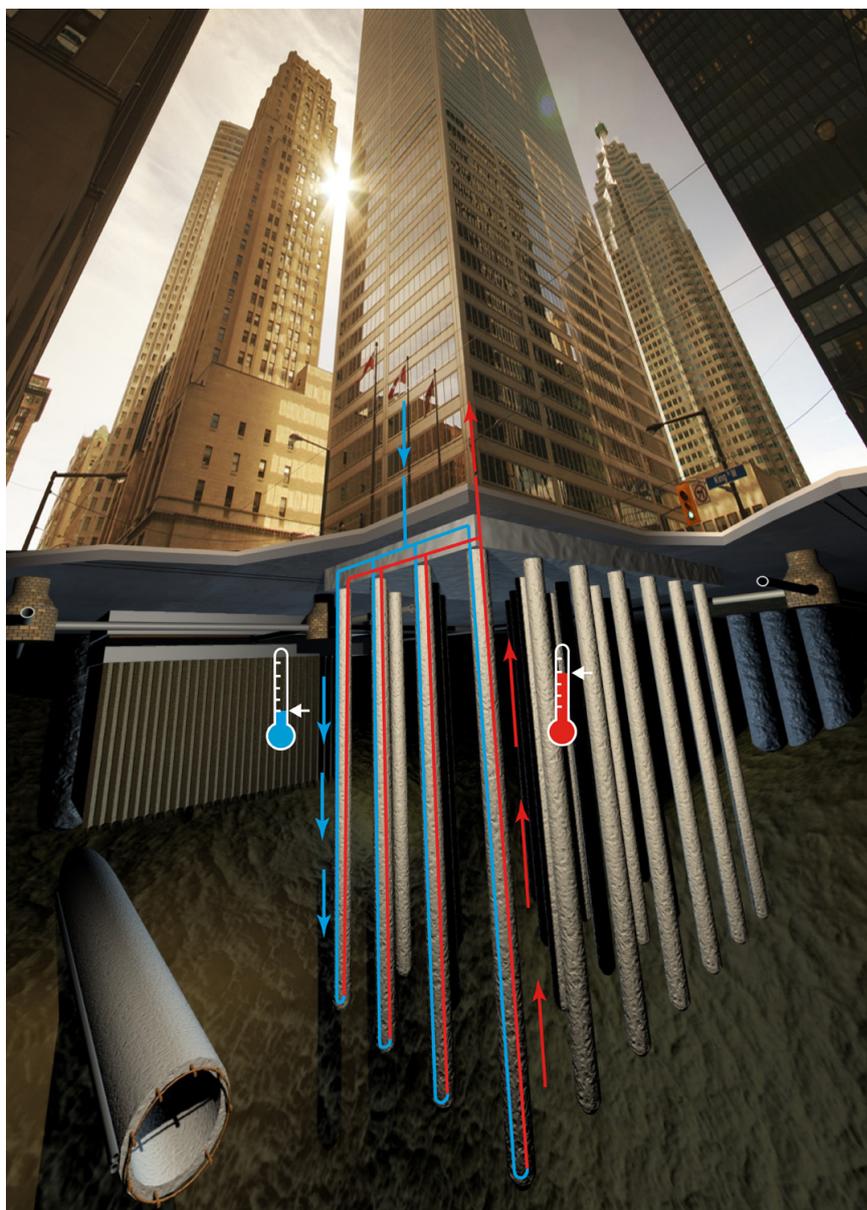
AG wird Grundlagenforschung in Engineered Geothermal Systems betrieben – unter anderem mit finanzieller Unterstützung des Bundesamts für Energie. Zentral sind die Datenaufarbeitung, Analyse, Interpretation und die Lehren aus dem Basler EGS-Projekt. Die Resultate tragen zum Verständnis der physikalischen Prozesse im Unter-

grund in der Erschließung von EGS-Reservoiren bei, um langfristig eine Nutzung dieser Klasse von geothermischen Ressourcen zu erlauben. Neue Methoden und Prozesssimulationen werden an Hand existierender Daten entwickelt. Das Projekt umfasst fünf Hauptthemen; (1) Erkenntnisse in die Permeabilitätszerzeugung auf Grund von Bohrlochmessungen und -beobachtungen, (2) Erkenntnisse der Prozesse der Erhöhung der Permeabilität an Hand von Analysen der seismischen Wellen und deren Attribute, (3) die Simulation der physikalischen Prozesse, die in der Erzeugung der Permeabilität aktiv sind, (4) die Simulation von Gestein-Wasser-Interaktionen und die Bildung von mineralischen Ausfällungen während des Wärmeentzugs aus dem Untergrund und (5) die nachhaltige Entwicklung und Nutzung geothermischer Ressourcen in urbanen Regionen.

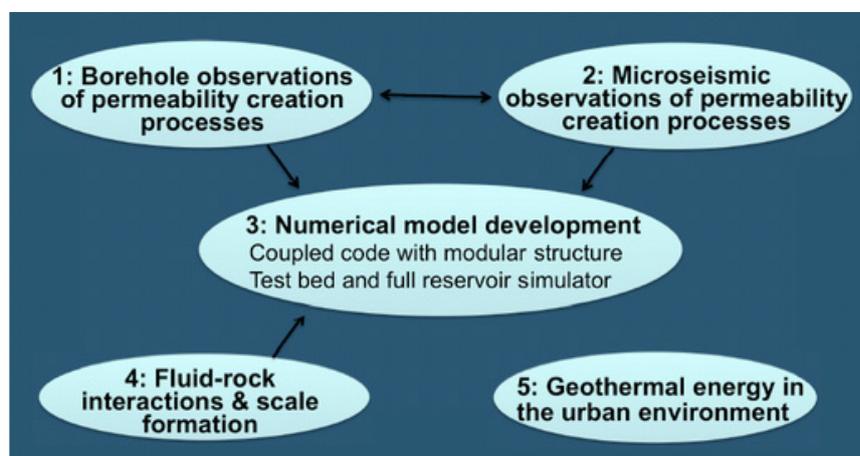
3D-Reservoirmodell der Region Basel

Ziel dieses Projektes des geologischen Instituts der Universität Basel ist die Entwicklung eines geologischen 3D-Modells der Region Basel als neuartiges Werkzeug für die Tiefenreservoirbewirtschaftung und Raumplanung. In der Vorbereitung von geothermischen Projekten könnte das Reservoirmodell sein Einsatzgebiet als Planungsinstrument, insbesondere im Hinblick auf die Evaluierung geothermischer Verfahren (EGS, Doublette u. a.), dienen. Es sollen sowohl Reservoirigenschaften, geothermisches Potenzial als auch etwaige Risiken aus dem Modell ableitbar sein. Das Modell stellt ein Werkzeug dar, das ständig aktualisierbar und erweiterbar sein soll. Alle zugänglichen Geodaten-sätze sollen einfließen und in Kombination miteinander auf ihre räumliche Konsistenz geprüft werden.

Das Projekt wurde 2010 mit dem INTERREG IV GeORG zusammengeführt. Zudem wurden hydraulische Kennwerte und Tiefentemperaturen für die Region erfasst. Ebenfalls wurden zahlreiche Bohrungen externer Datensammlungen aus Frankreich, Deutschland und den Kantonen Aargau und Solothurn erfasst und ins Modell eingefasst. Mit der Modellierung von Volumenkörpern wurde im östlichen Modellbereich begonnen. Südlich des Rheins und östlich der Beris wurde der erste zusammenhängende Komplex aus Volumenkörpern erstellt.



Figur 3: Empfehlung für optimierte und zuverlässige Energiepfähle.



Figur 4: Projekt GEOTHERM: Die 5 Forschungsmodule.

Nationale Zusammenarbeit

Die Geothermie-Entwicklung profitiert von der Zusammenarbeit zwischen Universitäten, Fachhochschulen, der Industrie und der öffentlichen Verwaltung. Das BFE unterstützt direkt und indirekt eine Reihe von Institutionen.

Universitäten und Fachhochschulen: ETHZ (Departemente für Maschinenbau und Erdwissenschaften), Uni Basel, Université de Neuchâtel und Laboratoire Suisse de Géothermie CREGE, Neuchâtel, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil, EPFL (Département de génie civil, Institut des sols, roches et fondations), Scuola universitaria della Svizzera italiana SUPSI (Istituto di Sostenibilità Applicata all'Ambiente Costruito).

Stromindustrie und Wärmeversorgung: Axpo AG, Neue Energien, Glattbrugg, BKW Energie AG, Bern, Elektra Baselland, Industrielle Werke Basel, Geopower Basel AG, Services Industriels de Genève, Services Industriels de Lausanne, Canton de Vaud: service de l'environnement et de l'énergie, Technische Betriebe St Gallen, Stadtwerk Winterthur, Gemeinde Landschaft Davos, Verband Fernwärme Schweiz (VFS).

Bundesämter, Agenturen und Fachverbände, Energiefachstellen verschiedener Kantone: Swisstopo, Bundesamt für Umwelt, Schweizerischer Erdbendienst SED, Agentur für erneuerbare Energien und Energieeffizienz (AEE, APES), Aktion für vernünftige Energiepolitik Schweiz (AVES), BAFU, Geothermie.ch, SBF, Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (FWS)[7], u.a.

Durchgeführte Tagungen und Konferenzen: Round table zum Stand von Tiefengeothermie-Projekten: Informationsaustausch und Diskussion insbesondere bezüglich der Risikogarantie des Bundes für Geothermie-Projekte, des Bedarf der Kantone für eine Vollzugshilfe für Tiefengeothermie-Projekte sowie allgemein über Probleme, Risiken und Potenziale.

Konferenz-Beiträge des BFE: Geothermie-Kongress St. Gallen vom 26.2.2010, Tagung der Schweiz. Gesellschaft für Hydrogeologie SGH und géothermie.ch «Grundwasser zwischen 500 und 5000 m – Prospektion, Nutzung und Bewirtschaftung von tiefen Aquifer-Systemen» am 16.4.2010 in Fribourg, Versammlung von SGNet am 19. Mai 2010 in Neuchâtel, Tagung «Strom aus Geothermie» von WWF und géothermie.ch, am 23.8.2010 in Bern, Journée Romande de la géothermie, 28.9.2010 in Yverdon.

Internationale Zusammenarbeit

International Energy Agency (IEA) [8]: Das IEA Geothermal Implementing Agreement GIA bietet einen ausgezeichneten Rahmen international zu den folgenden Themen zu kooperieren; (1) Umweltaspekte geothermischer Projekte, (2) Enhanced Geothermal Systems, (3) zukünftige Bohrtechnologien und (4) direkte Nutzung geothermischer Ressourcen. Das GIA ist derzeit in der dritten 5-Jahresperiode, welche am 31. März 2012 abläuft. Ziele sind die existierende Technologien zu verbessern und neue Technologien zu entwickeln, den Know-how-Transfer zu intensivieren, Informationen verfügbar zu machen und die Vorteile der Nutzung geothermischer Ressourcen zu kommunizieren. Derzeit umfasst das GIA 19 Mitglieder; 13 Länder, die EU sowie 5 Sponsoren-

Um der Geothermie – einer im Angesicht des enormen Potenzials notorisch unterschätzten erneuerbaren Ressource – eine bessere Positionierung zu ermöglichen, hat das IEA Sekretariat 2010 mit der Entwicklung einer «Geothermal Technology Roadmap» begonnen, welche die erwartete Entwicklung der geothermischen Energiequellen weltweit aufzeigen soll [9]. Die Schweiz hat sowohl personelle als auch finanzielle Ressourcen dafür zur Verfügung gestellt. Die IEA Roadmap wird im Sommer 2011 publiziert.

International Partnership for Geothermal Technology (IPGT) [4]: Diese Partnerschaft [4] wurde von Aust-

ralien, Island und der USA im August 2008 gegründet, im Oktober 2010 trat die Schweiz der Partnerschaft bei. Die IPGT basiert auf einem Staatsvertrag, der bezweckt, gemeinsame spezifische F&E und Pilot- und Demonstrationsprojekte durchzuführen. Die Organisation bezweckt die Entwicklung der Tiefengeothermie voranzutreiben – insbesondere im EGS Bereich. Die Schwerpunkte, welche von 7 Working Groups bearbeitet werden, umfassen (1) kostengünstige Bohrtechnologien, (2) zonale Isolation und Packertechnologie, (3) Hochtemperatur-Messinstrumente, (4) Stimulationsmethoden, (5) numerische Simulationen, (6) Explorationstechnologien und (7) induzierte Seismizität. Für die Schweiz stehen im Lichte der Erfahrungen des Basler EGS-Projektes die Stimulationsmethoden und die induzierte Seismizität im Vordergrund.

EGS Pilotanlage in Soultz-sous-Forêts, Frankreich [10]: Dieses Projekt befindet sich seit 2010 in einer Produktions- und Testphase. Einerseits wird das Projekt von einem deutsch-französischen Industriekonsortium betrieben, andererseits haben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Zugang durch ein wissenschaftliches Begleitprogramm. Die Schweiz finanziert über das Bundesamt für Energie eine Forschergruppe um das DHMA. Separat haben 2010 universitäre Forschungseinrichtungen Bestrebungen unternommen, Kooperationsverträge mit dem EGS-Projekt abzuschliessen. Seit Dezember 2009

und teilweise 2010 wurden Zirkulationstests durchgeführt. Im März 2010 erfolgte der offizielle Kick-off der Phase; das wissenschaftliche Begleitprogramm umfasst das Studium des Reservoirs während einer längerfristigen Zirkulation sowie die Untersuchung des Betriebsverhaltens der Untergrund- und Produktionsanlagen.

World Geothermal Congress WGC 2010: Ein wichtiges Ereignis im Jahr 2010 für die weltweite Geothermie-Sze-

ne war der World Geothermal Congress (WGC) 2010, welcher vom 25.4.–30.4. 2010 auf Bali, Indonesien, stattfand [11]. Diese von der International Geothermal Association [12] im 5-Jahresturnus durchgeführte Veranstaltung wurde von rund 2500 Personen aus 85 Ländern besucht. Insgesamt wurden über 1000 Beiträge präsentiert, wovon rund 20 von Teilnehmern aus der Schweiz.

Schweizer Beteiligung im Implementing Agreement for a Cooperative Programme on Geothermal Energy Research and Technology GIA

www.iea-gia.org

Annex / Task	Schweizer Delegierter
Environmental Impacts of Geothermal Energy Development	BFE
Enhanced Geothermal Systems (EGS) (formerly Hot Dry Rock)	BFE
Advanced Geothermal Drilling Techniques	BFE
Direct Use of Geothermal Energy	Minder Energy Consulting
Data for Geothermal Energy Applications	Minder Energy Consulting

Referenzen

[1] *Energiegesetz / Energieverordnung* (www.admin.ch/ch/d/sr/71730.0.de.pdf), (www.admin.ch/ch/d/sr/71730.01.de.pdf).

[2] *Pilotprojekt St. Gallen* (www.geothermie.stadt.sg.ch).

[3] *Projekt GEOTHERM* (www.cces.ethz.ch/projects/naturelgeotherm).

[4] *International Partnership for Geothermal Technology* (internationalgeothermal.org).

[5] *Projekt Erdsondenoptimierung* (www.erdsondenoptimierung.ch).

[6] *Laboratoire de mécanique des sols, EPFL* (lms.epfl.ch).

[7] *Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz FWS* (www.fws.ch).

[8] *International Energy Agency, Implementing Agreement for a Co-operative Programme on Geothermal Energy Research and Technology* (www.iea-gia.org).

[9] *IEA Road Maps* (www.iea.org/roadmaps).

[10] *EGS-Pilotprojekt Soultz-sous-Fôrets* (www.soultz.net).

[11] *François-D. Vuataz, WGC 2010 in Bali: a Record-Breaking Congress, Newsletter of the International Geothermal Association, 80 (2010).*

[12] *International Geothermal Association* (www.geothermal-energy.org).

Laufende und im Berichtsjahr abgeschlossene Projekte

(* IEA-Klassifikation)

- BETRIEBSVERHALTEN DES GEOTHERMIESPEICHERS «THE DOLDER GRAND»**

Lead: Geowatt AG, Zürich	Funding: BFE
Contact: Signorelli Sarah signorelli@geowatt.ch	Period: 2009–2011

Abstract: In diesem Projekt wird das Betriebsverhalten des Geothermiespeichers des Hotels «The Dolder Grand» dokumentiert. Dazu werden Betriebsdaten des vollen zweiten Betriebsjahres untersucht. Zur Charakterisierung des Temperaturverhaltens im Speicher werden Temperaturmessungen entlang von Erdwärmesonden während des Sommer- und Winterbetriebes mit der ungestörten Temperaturverteilung verglichen.

P+D 3.5*
- CHARAKTERISIERUNG DES GEOTHERMISCHEN RESERVOIRS RIEHEN: 3D STRUKTUR UND TRACER TEST**

Lead: Université de Neuchâtel	Funding: BFE
Contact: Schill Eva eva.schill@unine.ch	Period: 2009–2010

Abstract: Im Wärmeprojekt Riehen Plus ist eine Erhöhung der Förderrate auf bis zu 25 l s⁻¹ vorgesehen. Dies kann die bisherige thermische Nachhaltigkeit des Systems beeinflussen und möglicherweise zu einem thermischen Durchbruch führen. Ziel ist mit einer 3D Bewertung des Untergrundes und einem Tracertest im bestehenden System die effektive Porosität und mögliche Fliesswege zu erkunden. Die Informationen sind Grundlage einer Simulation der thermischen Nachhaltigkeit des Systems Riehen.

P+D 3.5
- CONSTRUCTIVE RECOMMENDATIONS FOR OPTIMIZED AND RELIABLE HEAT EXCHANGER PILE SYSTEMS**

Lead: EPFL/DGC/LMS, Ecublens	Funding: BFE
Contact: Laloui Lyesse lyesse.laloui@epfl.ch	Period: 2010–2014

Abstract: Heat exchanger piles are combining structural functions with energy management functions. They use the energy naturally present in the ground to heat or cool buildings. For years, the dimensioning of heat exchanger pile installations has relied on heat transfer calculations only. There is currently no method for the geotechnical design taking into account the effects of temperature cycles applied to the pile/soil system.

P+D 3.5
- GEOTHERMIEBOHRUNG ZÜRICH; SONNENGARTEN**

Lead: ewz Energiedienstleistungen, Zürich	Funding: BFE
Contact: Hoffmann Jörg joerg.hoffmann@ewz.ch	Period: 2009–2010

Abstract: Das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) hat im Triemli-Quartier mit einer Erkundungsbohrung den Untergrund von Zürich erforscht. Es ist gelungen, in diesem dicht besiedelten Gebiet ohne nennenswerte Probleme bis ins Kristallin vorzudringen und eine Bohrtiefe von 2434 m zu erreichen. Damit hat das ewz das Hauptziel der Erkundungsbohrung erreicht. Es gibt keine Hinweise, dass in den Gesteinsschichten Wasser vorhanden ist, das für eine wirtschaftlich sinnvolle Wärmenutzung ausreichen würde.

P+D 3.5
- EGS PILOT PLANT: EUROPEAN GEOTHERMAL PROJECT FOR THE CONSTRUCTION OF A SCIENTIFIC PILOT PLANT**

Lead: Deep Heat Mining Association	Funding: BFE
Contact: Vuataz François-D. francois.vuataz@unine.ch	Period: 2007–2011

Abstract: The Soultz project of the European Union is the most advanced deep EGS project worldwide with regard to research and development. After 22 years of research, a pilot power plant was inaugurated in June 2008. Thanks to a careful monitoring of all reservoir parameters, the coming project phase will bring for the first time a wealth of data on the continuous production/injection exploitation of the EGS reservoir.

P+D 3.5
- ERFOLGSKONTROLLE HEIZEN UND KÜHLEN IM GEWERBEBAU**

Lead: Eberhard & Partner AG	Funding: BFE
Contact: Eberhard Mark eberhard@eberhard-partner.ch	Period: 2008–2011

Abstract: Ziel des Projektes ist die praktische Überprüfung der auf Simulationen basierenden Erhebungen und Empfehlungen der über den Fussboden wirkenden Heizung und passiven Kühlung mit Erdsonden. Mit der Integration einer Messvorrichtung in die bereits bereitgestellte Geräteschaft wird es möglich, das System hinsichtlich Energieverbrauch, Energieeffizienz, thermischer Behaglichkeit, Temperaturdifferenzen, Taupunkt zu überprüfen und zu optimieren. Mndedem Erdwärtelten Projektdaten zu überprüfen.

P+D 3.5
- ERMITTLUNG UND INTERPRETATION DER TEMPERATUREN & WÄRMEFÖRDERUNG DER TIEFENSONDE OFTRINGEN BEI VARIIERENDEN DURCHFLÜSSEN**

Lead: Eberhard & Partner AG	Funding: BFE
Contact: Sachs Oliver sachs@eberhard-partner.ch	Period: 2009–2010

Abstract: Eine 706 m tiefe konventionelle Erdwärmesonde wurde hinsichtlich ihres Wärmepotenzials ausgetestet und eine optimierte Vorgehensweise für zukünftige Tiefensondierungen aufgezeigt. Wichtig ist es, die in der Tiefe gemessenen sehr hohen Wärmeinhalte so verlustarm wie möglich bis kurz unter die Erdoberfläche und anschliessend in die Wärmeleitzentrale zu bringen, um dort eine möglichst effiziente Wärmeübertragung ans Verteilsystem zu ermöglichen.

R+D 3.5

- 3D-RESERVOIRMODELL REGION BASEL FÜR EINE ENERGIE-RELEVANTE NUTZUNG (Z. B. GEOTHERMIE, CARBON STORAGE)** R+D 3.5

Lead: Universität Basel	Funding: BFE	
Contact: Huggenberger Peter peter.huggenberger@unibas.ch	Period: 2009–2011	

Abstract: Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines geologischen 3D-Modells der Region Basel als neuartiges Werkzeug für die Tiefenreservoirbewirtschaftung und Raumplanung.
- GEOTHERM - GEOTH. RESERVOIR PROCESSES: RESEARCH TOWARDS THE CREATION AND SUSTAINABLE USE OF ENHANCED GEOTHERMAL SYSTEMS** R+D 3.5

Lead: ETHZ Geologisches Inst.	Funding: BFE	
Contact: Evans Keith Frederick keith.evans@erdw.ethz.ch	Period: 2009–2012	

Abstract: A consortium of research groups from ETH Zürich, EPF Lausanne, the Paul Scherrer Institute and the University of Bonn, collaborate in a comprehensive program of basic research on key aspects of Enhanced Geothermal Systems (EGSs), with a focus on the system to be developed in Basel in December 2006. The work will contribute to understanding and developing an alternative and sustainable energy resource free of CO₂-emission.
- GEOTHERMISCHE RESSOURCENANALYSE IM BEREICH KGZ DAVOS** R+D 3.5

Lead: Landschaft Davos Gemeinde	Funding: BFE	
Contact: Calonder Gian Paul gian-paul.calonder@davos.gr.ch	Period: 2009–2010	

Abstract: Für die Wärmeversorgung der Erweiterung des Kongresszentrums Davos soll das geothermische Potenzial abgeklärt und bei positiven Ergebnissen genutzt werden, mit dem Ziel, den CO₂-Austoss der erwähnten Objekte massiv zu reduzieren. Weil die Nutzung der Erdwärme über ein Erdsondenfeld nicht realisiert werden kann, muss sich die Nutzung auf tiefere Schichten konzentrieren. Die geothermische Ressourcenanalyse umfasst seismische Untersuchungen zur Identifikation der Verhältnisse.
- LANGZEITERFAHRUNGEN MIT ERDWÄRMESONDEN-SYSTEMEN IN DER SCHWEIZ** R+D 3.5

Lead: Geowatt AG	Funding: BFE	
Contact: Rohner Ernst rohner@geowatt.ch	Period: 2009–2010	

Abstract: Die Betriebserfahrungen mit 33 Erdwärmesonden-Systemen, welche in den Jahren 1979 bis 1985 erbaut wurden, wurden durch gezielte Datenerhebung erfasst. Die Auswertung zeigt, dass die Erfahrungen grossmehrheitlich positiv sind und wenig gravierende Probleme auftraten. Die Resultate wurden im Rahmen des IEA Geothermal Implementing Agreement als Schweizer Beitrag eingebracht.
- MANUEL «GEOCOOLING»** R+D 3.5

Lead: SUPSI, Isaac	Funding: BFE	
Contact: Pahud Daniel daniel.pahud@supsi.ch	Period: 2005–2010	

Abstract: Le projet de recherche „rafraichissement par geocooling : bases pour un manuel de dimensionnement“ a mis en évidence le manque des connaissances actuelles relatives à l’intégration de ce genre de système dans un bâtiment et de son interaction avec ce dernier, et par voie de conséquence sur le potentiel d’utilisation de ce type de système. L’objectif principal du présent projet est de combler ces lacunes et de rédiger un manuel sur la thématique.
- MODELLING STIMULATION OF GEOTHERMAL WELLS** R+D 3.5

Lead: CREGE Centre de recherche en géothermie, Neuchâtel	Funding: BFE	
Contact: Vuataz François-D. francois.vuataz@unine.ch	Period: 2008–2010	

Abstract: The main objective of the work is to use coupled thermal-hydraulic-chemical numerical models patterned after the geothermal system at Berlin (El Salvador), to explore chemical and hydrological implications of reinjecting the used fluid into the reservoir as well as mineral scaling and the rate at which it occurs and its dissolution by acid mixtures injection.
- NACHMESSUNGEN UND AUFWÄLTIGUNG GEOTHERMIEBOHRUNG BASEL 1 (PROJEKT DEEP HEAT MINING)** P+D 3.5

Lead: Geopower Basel AG	Funding: BFE	
Contact: Ladner Florentin florentin.ladner@geothermal.ch	Period: 2008–2011	

Abstract: Im Rahmen des DHM-Projektes wurde 2006 die Bohrung Basel 1 auf 5’000m Tiefe abgeteuf. Im Anschluss daran wurde der offene Bohrlochbereich hydraulisch stimuliert, was zu mehreren an der Oberfläche spürbaren Erschütterungen führte. Der Stimulationsprozess wurde daraufhin abgebrochen und das Projekt wurde suspendiert und auf Grund einer Risikoanalyse Ende 2009 definitiv abgebrochen.

● **OPTIMIERUNG VON ERDWÄRMESONDEN**

R+D 3.5

Lead:	Zürcher Hochschule für angew. Wissenschaften, Wädenswil	Funding:	BFE
Contact:	Hubbuch Markus hubb@zhaw.ch	Period:	2009–2014
Abstract:	Der Stromverbrauch einer Erdwärmesonden-Wärmepumpen-Anlage wird wesentlich von der Jahresarbeitszahl (JAZ) bestimmt. Mit der Optimierung der Sondenbauweise soll eine deutliche Erhöhung der JAZ von Wärmepumpen mit Erdwärmesonden erreicht werden. Für die sichere Planung optimierter Anlagen werden die nötigen Grundlagen erarbeitet und im Internet verfügbar gemacht (www.erdsondenoptimierung.ch).		

● **PILOTANLAGE ZUR ENTWICKLUNG VON TIEFENBOHR-VERFAHREN MITTELS HYDROTHERMALER FLAMME**

R+D 3.5

Lead:	Institut für Verfahrenstechnik IPE, ETH Zürich	Funding:	BFE
Contact:	Rudolf von Rohr Philipp vonrohr@ipe.mavt.ethz.ch	Period:	2009–2012
Abstract:	Die Kosten von Bohrungen haben einen entscheidenden Einfluss auf die Entwicklung der tiefen Geothermie. Die Entwicklung von kostengünstigen Alternativen zu den konventionellen mechanischen Bohrverfahren ist deshalb von grossem Interesse. Bohr-Verfahren mit hydro-thermaler Flamme, englisch als thermal spallation drilling bezeichnet, ist eine der aussichtsreichsten Möglichkeiten, in Zukunft kostengünstige Tiefbohrungen zu erstellen.		

● **RISIKOANALYSE DEEP HEAT MINING BASEL**

R+D 3.5

Lead:	Amt für Umwelt und Energie	Funding:	BFE
Contact:	Lüchinger Martin martin.luechinger@bs.ch	Period:	2008–2010
Abstract:	Die seismischen Ereignisse, welche bei der Stimulation des Bohrlochs Basel 1 auftraten, veranlassten die Behörden der Stadt Basel, eine Risikoanalyse durchführen zu lassen. Diese ergab, dass der Standort Basel unter dem Aspekt des seismischen Risikos nicht geeignet ist, um ein tiefes geothermisches Reservoir im kristallinen Grundgebirge zu nutzen. Andere Standorte in der Schweiz weisen ein deutlich geringeres seismisches Risiko auf.		

● **TIEFE GEOTHERMIE WINTERTHUR**

R+D 3.5

Lead:	Stadtwerk Winterthur	Funding:	BFE
Contact:	Schüpbach Beat Beat.Schuepbach@win.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	Mit der Machbarkeitsstudie „Tiefe Geothermie Winterthur“ soll abgeklärt werden ob die Nutzung von tiefer Geothermie zur Gewinnung von Strom und Wärme in Winterthur erfolgsversprechend ist und was erforderlich ist, um die Erfolgchancen für die Erschliessung von tief liegenden geothermischen Ressourcen zu maximieren und wo aus Sicht der geologischen Verhältnisse, der Energieabnehmer sowie der Machbarkeit von Tiefenbohrungen geeignete Standorte wären.		

● **UTILISATION DE GÉOTHERMIE PROFONDE POUR LE CHAUFFAGE DE GRANDS BÂTIMENTS AVEC DES POMPES À CHALEUR À TRÈS HAUTE PERFORMANCE**

R+D 3.5

Lead:	Planair SA, La Sagne	Funding:	BFE
Contact:	Rognon Fabrice fabrice.rognon@planair.ch	Period:	2009–2011
Abstract:	géothermiques dans la tranche de profondeur de 300 à 800 mètres pour des bâtiments de puissance thermique à partir de 100kW environ. Actuellement, pour ces bâtiments, la source de chaleur est généralement un champ de sondes géothermiques verticales classiques ce qui pose plusieurs problèmes : le besoin de place, les coûts de raccordements et les délais de réalisation. Les ressources profondes devraient permettre de diminuer fortement le nombre de forages tout en augmentant les performances.		

● **PILOTPROJEKT GEOTHERMIE BRIG-GLIS**

P+D 3.5

Lead:	Geothermie Brigerbad AG, Brig	Funding:	BFE
Contact:	Paris Urban srp@srp.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	Le but visé consiste à définir et caractériser les techniques pour utiliser les ressources Das Projekt ist eines der ersten Geothermie-Projekte in der Schweiz, wo gute Aussichten bestehen, aus einem hydrothermalen Wasservorkommen sowohl Strom als auch Wärme zu gewinnen. In den ersten Projektphasen können infolge gemeinsamer Interessen mit der Thermalbad AG, Brigerbad, Synergien erzielt werden und wichtige geologische Erkenntnisse für die ganze Region mit vergleichsweise geringem Aufwand gewonnen werden.		

● **GP LA CÔTE: GÉOTHERMIE PROFONDE SUR LA CÔTE LÉMANIQUE**

R+D 3.5

Lead:	GP La Côte c/o IFWE, Lausanne	Funding:	BFE
Contact:	Vallat Patrick patrick.vallat@marchespublics.ch	Period:	2009–2010
Abstract:	Le projet entend évaluer la faisabilité d'exploiter des aquifères carbonatés profonds dans des zones à forte perméabilité, situées sur la Côte lémanique (VD), au pied du Jura. En effet, il est très probable que la fracturation engendrée par les grands décrochements du Jura affecte favorablement la perméabilité des aquifères profonds du Malm et du Dogger, situés à des profondeurs moyennes de l'ordre de 800±200 m, respectivement 1'700±200 m.		

BETRIEBSVERHALTEN VON ERDWÄRMEKÖRBE N ZUM HEIZEN UND KÜHLEN

R+D 3.5

Lead:	Geowatt AG, Zürich	Funding:	BFE
Contact:	Signorelli Sarah signorelli@geowatt.ch	Period:	2007–2010
Abstract:	Erdwärmekörbe werden erst seit 2001 zur Gewinnung von Geothermischer Energie für Heizzwecke verwendet. Für den Bau solcher Anlagen fehlten lange Zeit Empfehlungen zur Dimensionierung und praktische Installationshinweise. Diese Lücke wurden durch das 2005 herausgegebene "Handbuch Erdwärmekörbe" (Bassetti und Rohner, 2005) geschlossen. Das Ziel dieses Nachfolgeprojektes ist das bessere Verständnis der Betriebsweise von kleinen und grösseren Erdwärmekörbanlagen.		

