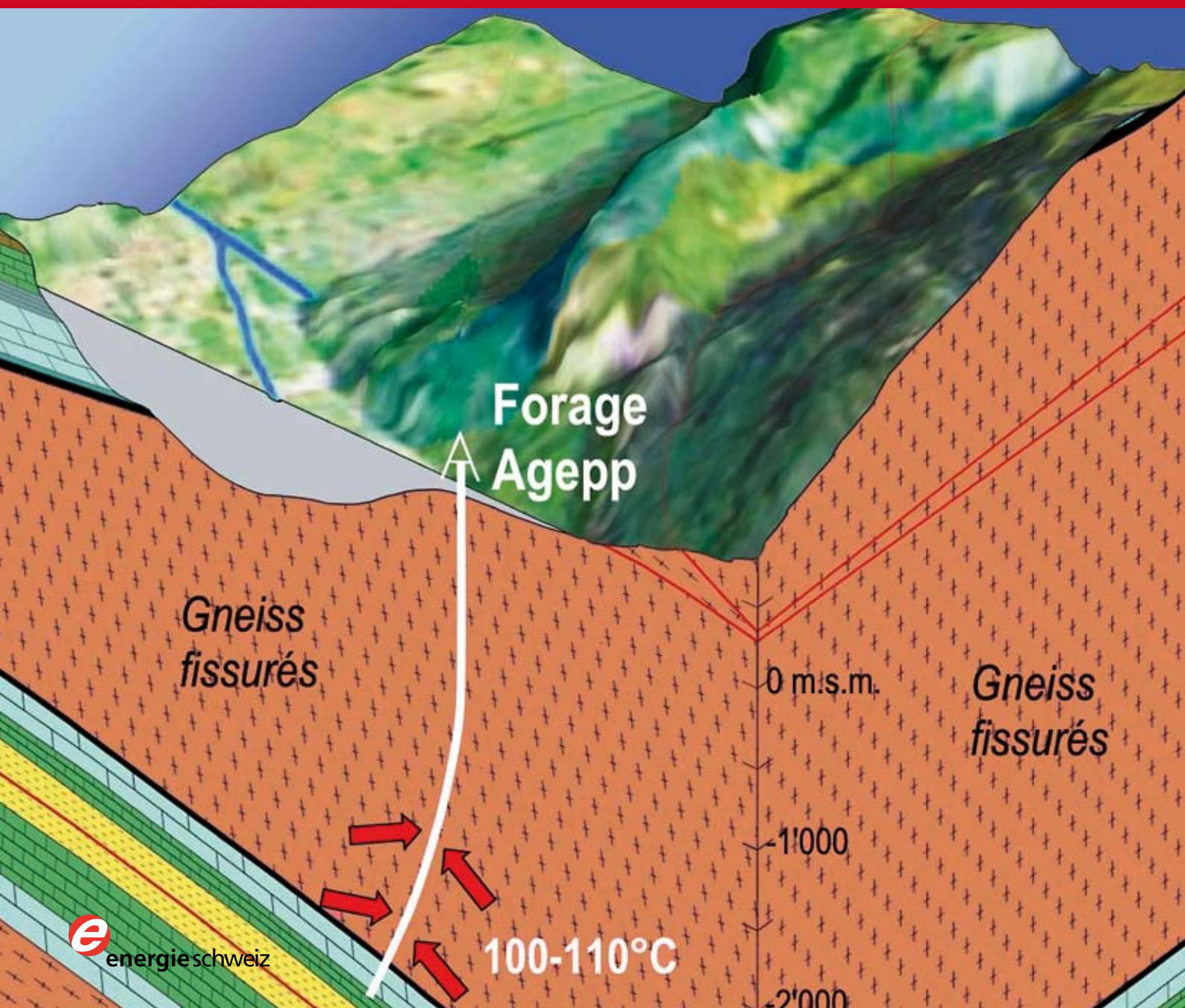


Zeitschrift der Schweizerischen Vereinigung für Geothermie SVG
Bulletin de la Société Suisse pour la Géothermie SSG
Bulletin of the Swiss Geothermal Society SGS

SVG/SSG **Geothermie: die wertvolle Energie**

Projet Agepp **Production d'électricité d'origine géothermique**

Aus- und Weiterbildung **Erfolgreiche Geothermie-Kurse**



Impressum

GÉOTHERMIE.CH

März / mars 2007

Nr. 42

17. Jahrgang / 17. année

Herausgeber / Éditeur

Schweizerische Vereinigung für Geothermie (SVG)
Société Suisse pour la Géothermie (SSG)

Administration SVG / SSG

Dr. Roland Wyss

Zürcherstrasse 105, CH-8500 Frauenfeld

T 052 721 79 02, info@geothermie.ch

Redaktionskommission /

Commission de rédaction

Rudolf Minder

Daniel Pahud

Ladislav Rybach

Sarah Signorelli

François-D. Vuataz

Jules Wilhelm

Roland Wyss

Redaktion / Rédaction

Jürg Wellstein

Wollbacherstrasse 48, CH-4058 Basel

T 061 603 24 87, wellstein.basel@bluewin.ch

Gestaltung / Graphisme

Senger Interactive, Zürich

info@sengerinteractive.ch

Druck / Impression

Gedruckt in der Schweiz /

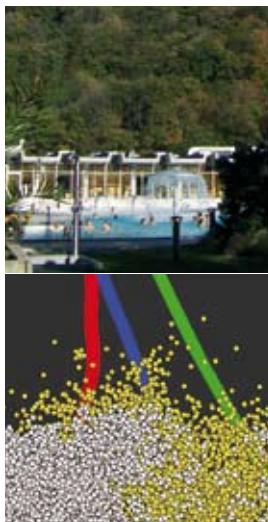
Imprimé en Suisse

Titelfoto / Photo de couverture

>> Ziel des Projekts Agepp (Alpine Geothermal Power Production) ist die gekoppelte Strom- und Wärmeproduktion aus tief liegenden Aquiferen in den Alpen. Als hierfür besonders geeignet werden tiefen Strukturen im Rhönental (Kantone Waadt und Wallis) betrachtet.

>> *Le projet Agepp entend démontrer qu'il est possible de produire de l'électricité d'origine géothermique, en exploitant des aquifères profonds dans les Alpes. Une installation pilote est envisagée dans la vallée du Rhône (Vaud et Valais), avec un forage profond dans les Massifs cristallins externes.*

>> Bild: Alpeo SA, Sierre, und BSI SA, Lausanne



3 Editorial *Préface*

4 SVG / SSG **Geothermie: die wertvolle Energie**
Mit einer Übersicht über die Potenziale und Projekte vermittelten die Referenten an der Fachtagung der SVG die Gewissheit, wie wertvoll Geothermie als Energie ist. *Avec un aperçu sur le potentiel et les projets, les conférenciers de la journée technique de la SSG ont fourni la certitude que la géothermie est une énergie précieuse.*

6 EGS **Erste Erfolge bei der Vorhersage von Stimulationen**
Komplexe Interaktionen, welche bei hydraulischen Stimulationen von EGS-Reservoiren auftreten, konnten bisher nur grob quantifiziert werden.

8 **Geothermie-Kraftwerk Basel ist erschüttert**

9 Forschung + Entwicklung **Zahlreiche Projekte in der Pipeline**
Durch Forschungs- und Entwicklungsprojekte konnten Grundlagen für die Nutzung der Geothermie gelegt werden.

10 **Projet AGEPP Production d'électricité d'origine géothermique dans les Alpes**
L'exploitation d'aquifères profonds dans les Alpes permettrait non seulement de valoriser la chaleur pour du chauffage, mais aussi de produire de l'électricité. *Die Nutzung von tiefen Aquiferen in den Alpen soll sich nicht nur auf die Wärme beschränken, sondern auch zur Stromproduktion dienen.*

13 **Dock Midfield Performances mesurées des pieux énergétiques**
C'est avec une campagne de mesures qu'a pu être optimisé le système de pieux énergétiques.

15 Aus- und Weiterbildung **Erfolgreiche Geothermie-Kurse**
Seit 2001 engagiert sich die SVG intensiv im Bereich der Aus- und Weiterbildung.

16 Normes **Réglementation technique des ouvrages géothermiques**
En Suisse, l'utilisation de l'énergie géothermique se développe très rapidement. Plusieurs règlements, dont une norme SIA sur les sondes et les champs de sondes géothermiques, sont d'ores et déjà en cours d'élaboration.

18 **Kongress EGC 2007 in der «Geothermie-Stadt»**

19 Kurzinfos / Veranstaltungen / neue Mitglieder

20 Hauptversammlung 2007
Assemblée générale 2007

Projet Agepp **Production d'électricité d'origine géothermique dans les Alpes**

L'exploitation d'aquifères profonds dans les Alpes permettrait non seulement de valoriser la chaleur pour du chauffage, mais aussi de produire de l'électricité avec un cycle binaire. Le projet Agepp entend en démontrer la faisabilité avec un projet pilote dans la Vallée du Rhône.

> Gabriele Bianchetti
Alpgeo Sàrl
Rue du Bourg 49
CH-3960 Sierre
T 027 456 94 56
bianchetti@alpgeo.ch
www.alpgeo.ch

> Prof. Thomas Kohl
Geowatt AG
Dohlenweg 28
CH-8050 Zürich
T 044 242 14 54
kohl@geowatt.ch
www.geowatt.ch

> Olivier Graf
Energie Solaire SA
ZI Ile Falcon
CH-3960 Sierre
T 027 455 22 12
olivier.graf@energie-solaire.com
www.energie-solaire.com

Le projet Agepp – une alternative aux projets EGS

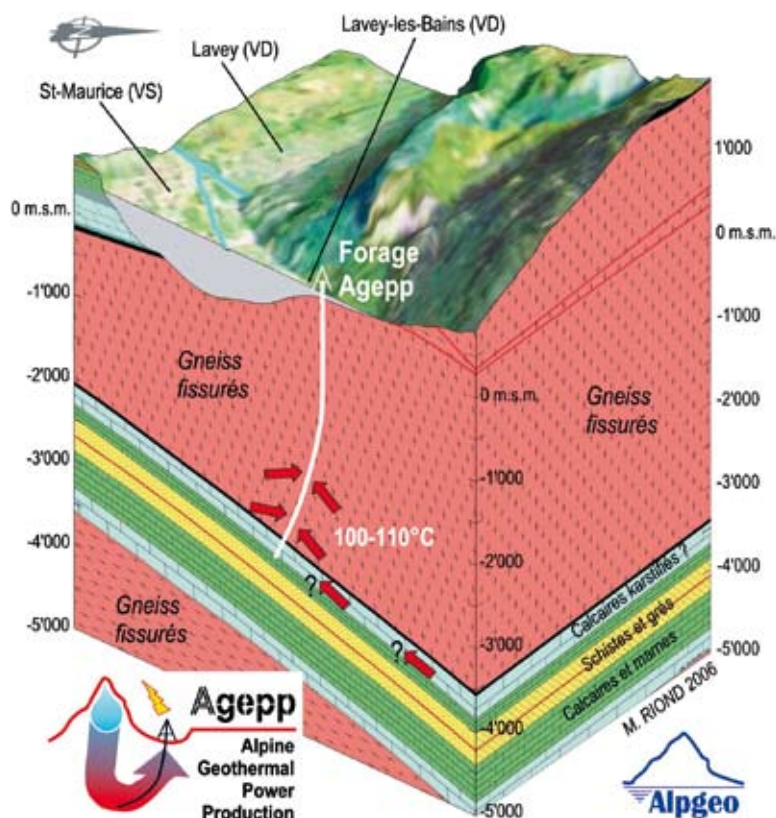
Le projet Agepp (Alpine Geothermal Power Production) entend démontrer qu'il est possible de produire de l'électricité d'origine géothermique avec un fluide binaire, en exploitant des aquifères profonds dans les Alpes. Il se veut une alternative aux projets EGS/DHM en cours, avec des risques de perforation et des coûts de réalisation moindres. Des eaux à faible minéralisation seront exploitées, sans créer de sismicité induite (pas de fracturation hydraulique prévue). Une installation pilote est envisagée dans la vallée du Rhône (Vaud et Valais), avec un forage profond dans les Massifs cristallins externes.

La réalisation du projet Agepp est prévue par étapes, qui seront engagées progressivement de 2005 à 2009. L'étude préliminaire, réalisée par les bureaux Alpgeo Hydrogéologues Conseils à Sierre, Geowatt SA, Swiss geothermal expert group à Zürich et BSI Service et Ingénierie à Lausanne, a été finalisée par un rapport en juin 2006

(Bianchetti et al. 2006). Elle a bénéficié du soutien financier de l'OFEN.

Aspects géologiques, hydrogéologiques et géothermiques

Les structures profondes ont été considérées avec un modèle 3D du cristallin élaboré pour le Musée géologique vaudois (Sartori et al. 2001) avec les résultats du programme national de recherche PNR20 (Deep structure of the Swiss Alps, Pfiffner et al. 1997). La présence de nombreuses sources thermales localisées le long du cristallin indique que ces formations rocheuses, qui s'enracinent à grande profondeur, peuvent être localement bien fissurées et aquifères. Deux aquifères profonds intéressants ont été identifiés à Brigerbad (VS) et Lavey (VD). Sur ce dernier site, la cible géothermique, située à env. 3 km de profondeur, a été définie par le recoupement de divers critères (structures profondes, gradient géothermique et hypocentre de séismes locaux induits par la fracturation hydraulique naturelle). La température attendue du fluide profond est



>> Les structures géologiques de la vallée du Rhône (Vaud et Valais) sont considérées comme convenant particulièrement pour une production couplée d'électricité et de chaleur à partir d'aquifères profonds dans les Alpes.

>> Für eine gekoppelte Strom- und Wärmeproduktion aus tief liegenden Aquiferen in den Alpen werden besonders geeignete Strukturen im Rhônetal (Kantone Waadt und Wallis) betrachtet.

>> Illustrationen: Alpgeo Sàrl, Sierre, und BSI SA, Lausanne

assez élevée (100 à 110 °C) et la minéralisation relativement faible (< 3 g/l). On estime entre 50 et 75 l/s les débits de production, pouvant atteindre exceptionnellement 100 l/s (actuellement : env. 30 l/s). Le site de Lavey apparaît donc comme idéal pour une prospection par forage, en raison de conditions géothermiques favorables et de bonnes connaissances des structures géologiques profondes et du système hydrothermal. Il est possible d'envisager une production en singlet, en raison de la bonne productivité de l'aquifère et de la faible minéralisation des eaux, ce qui constituerait un avantage économique important pour le projet.

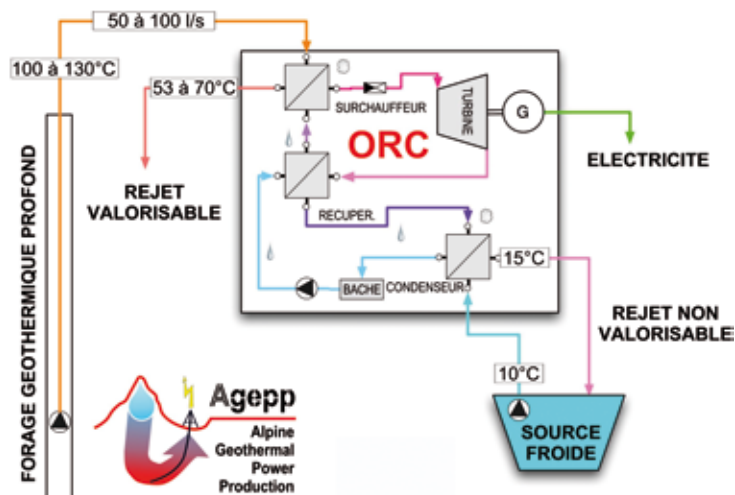
Production d'électricité d'origine géothermique

Un état des connaissances concernant des centrales géothermiques existantes a été dressé, en particulier pour celles d'Altheim et Bad Blumau (Autriche). La puissance du générateur dépend de la quantité de chaleur à disposition (débit et température de l'eau thermique), du système de refroidissement et du degré d'efficacité de la centrale. Pour optimiser le choix du fluide de travail, l'efficacité d'une centrale ORC (Organic Rankine Cycle) fonctionnant par cycle binaire a été simulée en fonction de divers scénarios (tableau 1). A remarquer qu'une production en continu d'électricité est possible (> 8'000 h/an), indépendamment des besoins de chauffage, moyennant un refroidissement efficace (lire ci-après).

La productivité et les coûts de la future centrale géothermique ont été estimés avec une température fixée à 115 °C et deux variantes d'exploitation (tableau 2). Sur cette base, le coût de revient du kWh_e, sans valorisation des rejets thermiques, est estimé entre 8 et 27 cts. L'importante incertitude sur l'évaluation de ce coût s'explique par la forte variabilité des paramètres pris en compte pour les calculs (singlet, doublet, débits et températures).

Valorisation de la chaleur des rejets

Selon la variante d'exploitation, les rejets thermiques auront une température entre 53 et 70 °C (tableau 1). Sur le site de Lavey, la disponibilité en eau de refroidissement est amplement suffisante (40 m³/s au canal de fuite de l'usine hydroélectrique de Lavey). Les conditions thermiques légales pour le rejet dans des eaux de surface seront facilement satisfaites, même en été et dans le cas le plus défavorable (1'250 l/s à 15 °C issus du condenseur mélangés aux 100 l/s d'eau thermique à 70 °C). Selon la variante retenue pour la valorisation de la chaleur des rejets, la puissance thermique de 4 à 15 MW_{th} permettrait de satisfaire des besoins annuels de chaleur de



>> Un système ORC (cycle organique de Rankine) se prêterait bien pour la production de courant avec les températures disponibles.

>> Ein ORC-System (Organic Rankine Cycle) würde sich für die Stromproduktion bei den vorhandenen Temperaturen eignen.

	Variante 1 °T de production = 100°C Fluide de travail : propane			Variante 2 °T de production = 130°C Fluide de travail : isobutane			Variante 3 °T de production = 130°C Fluide de travail : R600a		
Débit de production	50 l/s	75 l/s	100 l/s	50 l/s	75 l/s	100 l/s	50 l/s	75 l/s	100 l/s
Puissance électricité brute	0.75 MW _e	1.1 MW _e	1.5 MW _e	1.4 MW _e	2.1 MW _e	2.8 MW _e	1.3 MW _e	2.0 MW _e	2.6 MW _e
Puissance électricité nette ¹	0.55 MW _e	0.9 MW _e	1.1 MW _e	1.2 MW _e	1.9 MW _e	2.4 MW _e	1.1 MW _e	1.8 MW _e	2.2 MW _e
Temp. sortie ORC (T _{un1})	53 °C	53 °C	53 °C	57 °C	57 °C	57 °C	70 °C	70 °C	70 °C
Débit de refroidissement ²	418 l/s	627 l/s	835 l/s	627 l/s	940 l/s	1253 l/s	627 l/s	940 l/s	1253 l/s
Puissance thermique maximale ³	3.8 MW _{th}	5.8 MW _{th}	7.5 MW _{th}	4.6 MW _{th}	6.9 MW _{th}	9.2 MW _{th}	7.3 MW _{th}	11.0 MW _{th}	14.6 MW _{th}

¹ Des puissances de pompage de 200 kW_e (singlet = 50 à 75 l/s) et de 400 kW_e (doublet = 100 l/s) ont été prise en compte
² Avec l'eau de Rhône à 10 °C
³ Pour une valorisation optimale jusqu'à 35 °C

21 à 48 GWh_{th} (tableau 2). A titre de comparaison, ces besoins sont de 16 MWh_{th} aux Bains de Lavey. Pour le transport de la chaleur, l'utilisation de plusieurs tubes en PE-X isolés de Ø 110 mm est envisagée. Moyennant un prix de vente de la chaleur de 8 ct/kWh (dont 3 ct/kWh affectés pour le réseau de chauffage à distance) et une distribution monotube (rejet de l'eau thermique près des utilisateurs), il est économiquement possible de franchir des distances de plus de 5 km, si on trouve des consommateurs pour plus de 30 GWh/an (env. 2.5 km pour 5 GWh/an).

Conclusions et suite du projet

Les résultats de l'étude préliminaire sont très encourageants en vue d'une prospection géothermique des aquifères profonds du cristallin dans

>> Calcul de trois variantes avec des débits et des températures de l'eau différentes.

>> Berechnung von drei Varianten mit unterschiedlichen Fliessraten und Wassertemperaturen.

	Singlet 50 – 75 l/s	Doublet 75 – 100 l/s
1 GWh _e = consomm. électr./ an de 300 ménages 1 GWh _{th} = consomm. de chaleur/ an de 73 ménages		
Investissement total (y.c. puits)	– 14 Mio CHF	– 22 Mio CHF
Puissance électricité nette	0.6 – 1.1 MW _e	0.9 – 1.3 MW _e
Product. électrique annuelle (GWh _e) <i>Equivalent ménages</i>	5 – 10 1500 – 3000	8 – 11 2400 – 3300
Prix du kWh _e (sans valorisation de la chaleur)	14 – 23 cts	18 – 27 cts
Puissance thermique valorisable	2 + 2 à 9 MW _{th}	2 + 6 à 13 MW _{th}
Product. de chaleur annuelle (GWh _{th}) <i>Bains et équivalent ménages (2500 h/an)</i>	16 + 5 à 22 + 370 à 1600	16 + 15 à 32 + 1100 à 2350

>> Production d'électricité et de chaleur avec des systèmes à un ou deux puits.

>> Strom- und Wärmeproduktion mit Singlet- und Doublet-Systemen.

la vallée du Rhône. Dès février 2007, la phase B du projet Agepp va démarrer sur le site de Lavey. L'étude de faisabilité et d'avant-projet du forage profond, dont les résultats sont attendus pour février 2008, devra permettre, si les conditions pour la réalisation d'un forage profond sont remplies, de démarrer la phase d'exploration en profondeur. <

Bibliographie

Bianchetti G., Kohl Th. & Graf O. (2006); *Projet Agepp, géothermie du cristallin profond de la vallée du Rhône – Etude préliminaire; rapport final de la phase A, OFEN, juin 2006, non publié.*

Pfiffner O.A., Lehner P., Heitzmann P., Müller S. & Steck A. (1997); *Deep structure of the Swiss Alps; Results of NRP 20; Birkhäuser Basel, 380 pp.*

Sartori M., Escher A. et Escher M. (2001); *Modèle géologique virtuel de Zermatt au Jura; Musée cantonal de géologie, Lausanne.*

Zusammenfassung

Ziel des Projekts Agepp ist die gekoppelte Strom- und Wärmeproduktion aus tief liegenden Aquiferen in den Alpen. Als hierfür besonders geeignet werden tiefen Strukturen im Rhônetal (Kantone Waadt und Wallis) betrachtet. Die Standorte Brigbad (VS) und Lavey (VD) zeigen bereits heute ergiebige Quellschüttungen und erhöhte Temperaturgradienten. In Lavey konnte man eine Reservoirstruktur identifizieren, welche in ca. 3 km Tiefe liegt. Als Reservoirbedingungen können mindestens 110 °C bei möglichen Förderraten zwischen 50 und 75 l/s angenommen werden. Variantenstudien für Agepp zeigen mögliche Nettoleistungen von 1.1 MW_{el} (Singlet) und 1.3 MW_{el} (Dublettensysteme) auf. Es wird dabei mit Stromgestehungskosten von 8 Rp/kWh (Singlet-System, minimale Fließrate) bis 27 Rp/kWh (Dublettensystem, maximale Fließrate) gerechnet. In den Parameterstudien zeigt sich, dass die zur Verfügung stehende Wärmemenge beträchtlich ist und zwischen 4 und 15 MW_{th} erreichen kann. Bei einem Wärmeverkaufspreis von 8 Rp/kWh_{th} und einem Transportpreis von max. 3 Rp/kWh_{th} wurden verschiedene Szenarien gerechnet. Je nach Nutzung können Transportdistanzen bis zu 5 km ökonomisch sinnvoll geplant werden.

INSERATE



Erdwärmesonden

à la carte

sicher, sauber, effizient

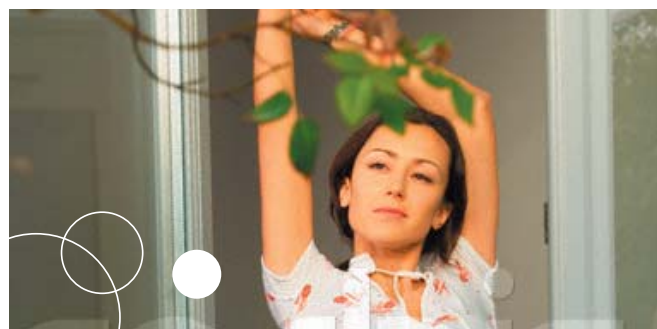
Büro Ostschweiz
8471 Oberwil/Winterthur
T 052 316 36 67
F 052 316 36 68



Tiefbohrungen



Frutiger AG
3661 Uetendorf
Tel 033 346 46 46
www.frutiger.com



Heizen mit Erdwärme!

Erfahrung zahlt sich aus.

Erdwärmesonden leisten mittlerweile einen grossen Anteil an den alternativen Energien und reduzieren die hohe Schadstoffbelastung. Mittlerweile werden über 300 Mio. Liter Erdöl jährlich dank Wärmepumpen in unserem Land eingespart und somit unsere Umwelt geschont.

Broder AG
St.Gallerstrasse 128
7320 Sargans

Tel. +41 81 720 00 31
Fax +41 81 720 00 34
broder@broder.ch
www.broder.ch

www.broder.ch
Erfahrung · Kompetenz