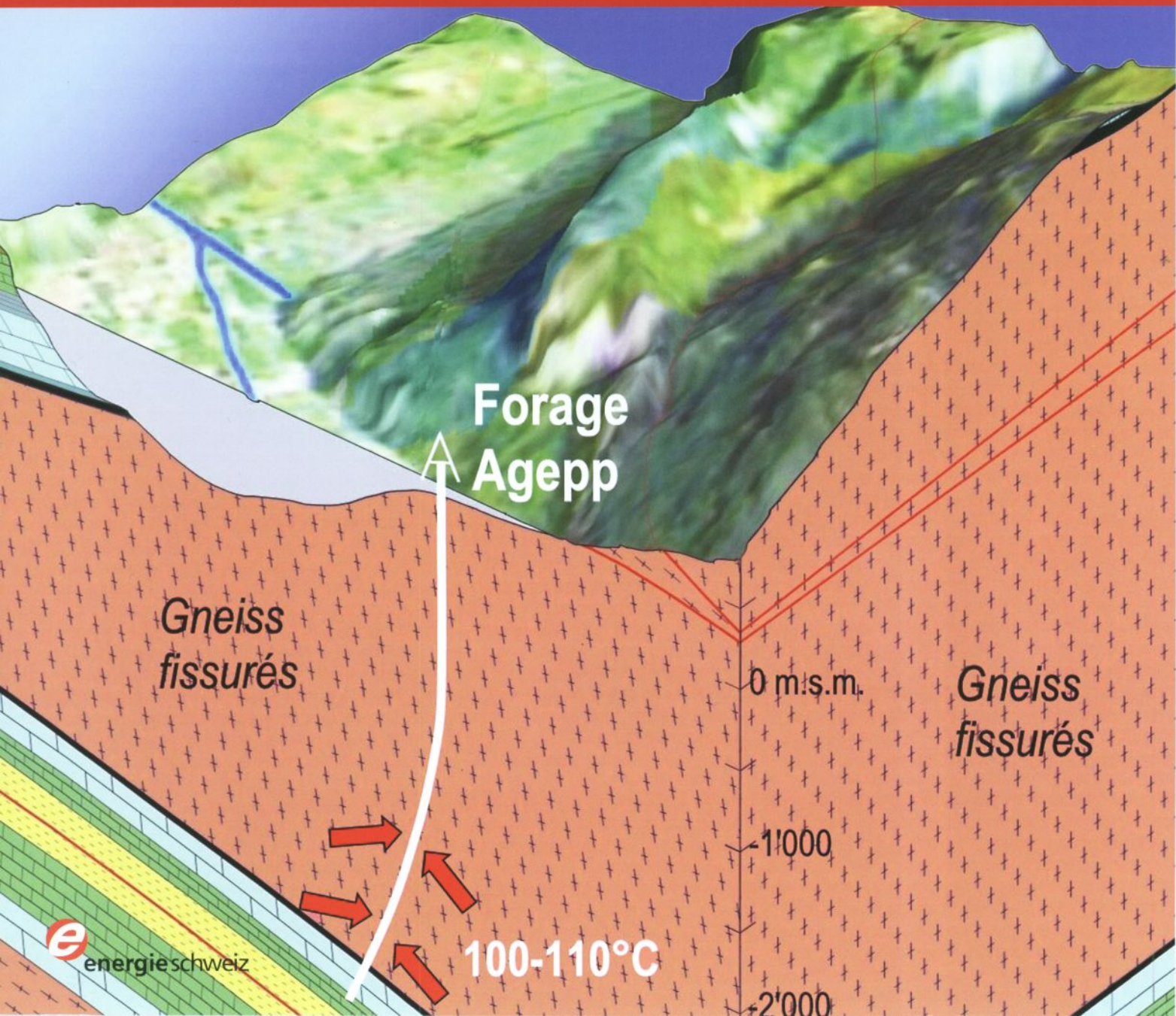


Zeitschrift der Schweizerischen Vereinigung für Geothermie SVG
Bulletin de la Société Suisse pour la Géothermie SSG
Bulletin of the Swiss Geothermal Society SGS

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

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

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



Dock Midfield **Performances mesurées des pieux énergétiques**

C'est avec une campagne de mesures qu'a pu être optimisé le système de pieux énergétiques du terminal E à l'aéroport de Zurich.

Le Dock Midfield

Le Dock Midfield est le nouveau terminal E de l'aéroport de Zurich. Avec une longueur de 500 mètres sur une largeur de 30 mètres, il a été construit dans le triangle des pistes dans le cadre de la 5^e étape de développement de l'aéroport. Le terrain, formé par d'anciens fonds lacustres, est trop meuble pour reprendre le poids du bâtiment. Ce dernier a dû être construit sur 440 pieux de fondation. Les pieux, moulés sur place, sont en béton. Avec un diamètre compris entre

La distribution de refroidissement du bâtiment est couplée au circuit des pieux énergétiques par l'intermédiaire d'un simple échangeur de chaleur. Ce mode de production de froid est appelé refroidissement par geocooling. Il permet d'assurer une recharge thermique partielle du terrain, indispensable pour garantir un fonctionnement à long terme du système. La PAC peut être utilisée comme machine frigorifique en complément aux pieux énergétiques. Ses rejets thermiques sont évacués par une tour de refroidissement sur

> Dr. Daniel Pahud
ISAAC – DACD – SUPSI
Case postale 105
CH-6952 Canobbio
T 058 666 63 53
daniel.pahud@supsi.ch

> Prof. Markus Hubbuch
Hochschule Wädenswil
Grüntal
CH-8820 Wädenswil
T 044 789 98 32
m.hubbuch@hsw.ch



>> Dock Midfield de l'aéroport de Zurich.

>> Dock Midfield (Terminal E) auf dem Flughafen Zürich.

90 et 150 cm, ils sont fichés dans une couche de moraine de fond située à environ 30 mètres de profondeur. Le bâtiment a été mis en service en automne 2003.

Les pieux énergétiques

Trois cents six pieux sont utilisés en pieux énergétiques. Les pieux sont équipés avec cinq tubes en U en polyéthylène, fixés verticalement sur leur cage métallique. Les tubes des pieux, régulièrement espacés sur la circonférence de leur armature, sont raccordés en surface à deux collecteurs principaux. La longueur totale des pieux énergétiques équivaut à 8'200 mètres. Avec un espacement moyen de 9 mètres, ils forment ainsi un gigantesque échangeur de chaleur avec le terrain, ce qui permet de faire contribuer de façon significative l'énergie géothermique au chauffage et au refroidissement du bâtiment.

Concept énergétique

Le circuit hydraulique des pieux est couplé à l'évaporateur d'une pompe à chaleur (PAC) qui peut fonctionner à 4 allures différentes. Grâce à un réseau de chauffage à distance, la PAC ne couvre pas les pointes de demande de chaleur. Le système est donc bivalent pour la production de chaleur, ce qui permet d'exploiter les pieux énergétiques de façon favorable en continu en hiver.

le toit du bâtiment et ne compromettent pas la production de froid par geocooling. Ainsi le système est également bivalent pour la production de froid.

Performances thermiques mesurées

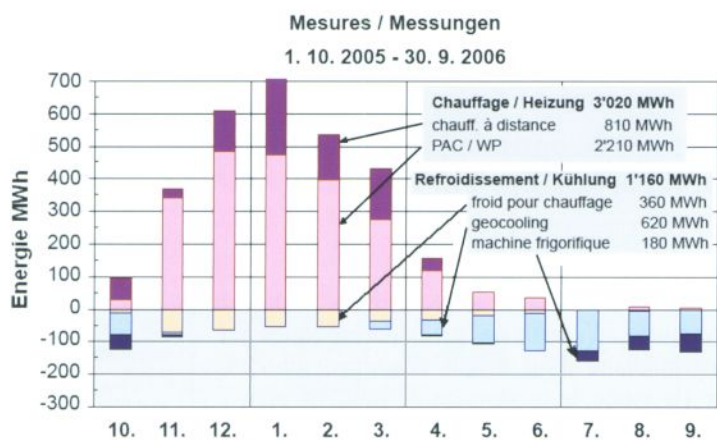
Les mesures de l'installation ont débuté en octobre 2004 pour une durée de 2 ans. Plus d'une cinquantaines de mesures, enregistrées avec un pas de temps de 5 minutes, ont permis un suivi complet et détaillé de l'installation.

Les mesures d'octobre 2005 à septembre 2006 ont montré que la PAC, dimensionnée pour délivrer une puissance thermique de 630 kW, contribue pour plus de 70 % au chauffage du bâtiment. La demande de refroidissement, quant à elle, est couverte par geocooling (53 %), en satisfaisant des besoins de chauffage simultanés (32 %), et avec la PAC utilisée comme machine frigorifique (15 %). La recharge thermique du

>> Indices de performance mesurés du système.

>> Gemessene Leistungswerte des Systems.

	Mesures 2004 – 2005	Mesures 2005 – 2006
Coefficient de performance annuel de la PAC	3.7	3.9
Efficacité annuelle de geocooling	44	61
Efficacité de refroidissement pour chauffage	30	33
Efficacité annuelle de la machine frigorifique	2.7	2.7
Efficacité globale annuelle du système	4.9	5.1



>> Bilan mensuel du système. >> *Monatliche Energiebilanz des Systems.* >> Illustrationen: D. Pahud

terrain, accomplie par geocooling, représente 40 % de l'énergie extraite en hiver par la PAC. Les indices de performance du système sont excellents. Le coefficient de performance annuel de la PAC est mesuré à 3.9. L'efficacité annuelle de geocooling, définie par le rapport de l'énergie de geocooling sur l'énergie électrique consommée par les pompes de circulation, est exceptionnellement élevée avec une valeur de 60. L'efficacité globale annuelle du système, définie par le rapport de l'énergie thermique de chauffage et de refroidissement sur l'énergie électrique totale pour le faire fonctionner, pompes de circulation incluses, est de 5.1. Le tableau permet de récapituler les indices de performance mesurés du système.

Remarques finales

Le bilan énergétique du système, et en particulier les demandes d'énergie annuelles de chauffage et de refroidissement sont proches des valeurs établies durant la phase de planification. D'autre part, les performances thermiques du système sont très bonnes. Ceci confirme la nécessité et le bien fondé d'une planification détaillée et soignée de ce type de système, et d'une procédure de dimensionnement basée sur des études détaillées, qui ont inclus deux tests de réponse géothermiques (Pahud et al., 1998), des simulations thermiques dynamiques du bâtiment (Koschenschütz et Weber, 1998) et du système avec pieux énergétiques (Pahud et al., 1999).

Un potentiel d'amélioration existe avec la distribution de refroidissement. La basse efficacité annuelle de la machine frigorifique pénalise sensiblement l'efficacité globale annuelle du système. Sans le fonctionnement de la machine frigorifique, l'efficacité globale pourrait être augmentée de 10 %. Ceci impliquerait que toute l'énergie de refroidissement couverte par la machine frigorifique devrait être couverte par geocooling, dont l'efficacité est extrêmement élevée.

Relativement à un système conventionnel, le système avec pieux énergétiques permet une économie annuelle d'environ CHF 200'000. Le temps de retour de l'investissement supplémentaire est estimé à 6 ans.

Remerciements

L'Office fédéral de l'énergie est vivement remercié pour son soutien financier. Unique AG, Amstein + Walther AG et la Haute école spécialisée de Wädenswil (Département Facility Management) sont également remerciés pour leur collaboration active dans ce projet, de même les personnes impliquées dans ce travail. <

Références

- Koschenschütz M. & R. Weber (1998) *Thermische Simulationsberechnungen Teil 1 und 2.* EMPA, Abt. Haustechnik, Dübendorf
- Pahud D., Fromentin A. et Hubbuch M. (1998) *Response-Test für die Energiepfahlanlage Dock Midfield, Zürich Flughafen. Messung der Bodenleitfähigkeit in situ.* Bundesamt für Energie, Bern, Switzerland
- Pahud D., Fromentin A. et Hubbuch M. (1999) *Heat Exchanger Pile System of the Dock Midfield at the Zürich Airport. Detailed Simulation and Optimisation of the Installation. Final report.* Swiss Federal Office of Energy, Switzerland

Les rapports des auteurs peuvent être téléchargés du site de l'ISAAC: www.isaac.supsi.ch

Zusammenfassung

Das Dock Midfield des Flughafens Zürich ist der neue Terminal E. Dieser wurde auf 440 stehenden Pfählen errichtet, von welchen 306 als Energiepfähle genutzt werden. Diese wurden in optimaler Art und Weise ins Energiekonzept des Gebäudes integriert und tragen signifikant zur Deckung des Wärme- und Kälteenergiebedarfs bei.

Zwei Jahre detaillierter Messungen der Installation zeigen, dass das System mit hervorragenden Leistungswerten funktioniert. Die Jahresarbeitszahl im Geocooling-Betrieb, definiert als direkt gewonnene Kälteenergie aus den Energiepfählen zum Strombedarf der Pumpen, ist mit einem Wert von 60 aussergewöhnlich hoch. Die Gesamteffizienz des Systems über ein Jahr, unter Berücksichtigung von Wärmepumpen- und Kältemaschinenbetrieb sowie der Direktkühlung, wurde mit 5.1 gemessen.

Auch aus wirtschaftlicher Sicht ist das System ein Erfolg. Die Rückzahldauer der Mehrinvestitionen gegenüber einem konventionellen System beträgt geschätzt 6 Jahre.