

## Geothermie

# Simulation für Heizen und Kühlen Erdwärmesonden des Projekts „Wollerau“ als Basis für Kühlenergieberechnungen

Eine Wärmepumpe und 32 Erdwärmesonden (EWS) von je 135 m Länge stehen beim Industriegebäude „Wollerau“ für das Heizen und Kühlen im Einsatz. Auf der Grundlage dieses P+D-Projekts wurde ein Simulationswerkzeug entwickelt, das mit Hilfe einer zweijährigen Messreihe kalibriert werden konnte.

### Festlegen von Parametern

Das Projekt dient dazu, die geothermische Effizienz dieser Installation zu ermitteln und die Parameter für eine Simulation festzulegen. Dabei können *Integrationsfaktoren* und *Dimensionierungskennwerte* definiert werden. Erstere dienen zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Energiesystems in diesem Gebäude, letztere zur technischen Auslegung und Analyse des Langzeitverhaltens.

Die *Integrationsparameter* haben einen signifikanten Einfluss auf die Leistungsindikatoren des Systems und bestimmen speziell die gesamte Energieeffizienz. Dies betrifft im Besonderen die Integration der Erdwärmesonden in das Gesamtenergiekonzept des Gebäudes. Eine optimale Integration zeichnet sich aus durch das Heizen mit der tiefst möglichen Flüssigkeitstemperatur in der Wärmeverteilung und durch das Kühlen mit der höchst möglichen Temperatur.

*Dimensionierungsparameter* müssen garantieren, dass die Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit in der Erdwärmesonde jederzeit in festgelegten Limiten bleibt; bei EWS unterhalb eines Gebäudes darf diese Temperatur zudem nicht unter 0 °C fallen. Diese Aufgabe soll sowohl kurzzeitig, aufgrund dynamischer Veränderungen im System, als auch langfristig erfüllt werden, nachdem sich die durchschnittliche Erdtemperatur in der Bohrlochzone stabilisiert hat. Ohne Grundwasser-Durchfluss wird das Langzeitverhalten direkt vom Verhältnis des jährlichen

Kühl- zum Wärmeenergiebedarf beeinflusst.

### **Kühlpotential ohne Kühlmaschinen**

Die Studie hat gezeigt, dass das Kühlpotential, ohne Nutzung von Kühlmaschinen, vom Temperaturniveau bei der Kälteverteilung abhängig ist. Unter günstigen Bedingungen, kann die maximale Kälteleistung (i. e. die maximale Injektionsleistung), zwischen 40 und 50 W pro Meter Sondenlänge variieren. Mittelwerte liegen deutlich tiefer, zwischen 10 und 13 W/m. Die Wärmeinjektion liegt zwischen 20 und 35 kWh/m/Jahr. Sie soll kleiner als der Wärmeentzug sein. Dieser und die Erdwärmeleistung wurden mit 60 kWh/m/Jahr und 40 W/m errechnet.

### **Dynamische Simulation bei Konzepten**

Das entwickelte Simulationsprogramm kann ohne weiteres mit dem Gebäudewerkzeug TRNSYS verknüpft werden. Somit verfügen wir über ein tüchtiges Simulationswerkzeug zur Erhöhung der Planungssicherheit für geothermische Grossanlagen zwecks Heizen und Kühlen.

Bild 1

Prinzipschema des untersuchten Heiz- und Kühlsystems.

### **Daniel Pahud**

Projektleiter  
LEEE-SUPSI  
CH-6952 Canobbio

### **Jean-Christophe Hadorn**

BFE-Programmleiter Wärmespeicherung  
CH-1035 Bournens

### **Harald Gorhan**

BFE-Programmleiter Geothermie  
Neudörfli 10  
CH-5600 Lenzburg

Schlussbericht:

Optimisation par simulation calée de l'installation de stockage Wollerau  
Laboratorio Energie Ecologia ed Economia (LEEE), SUPSI, Daniel Pahud, 2003.