

Dokumentation  
D 0179

s i a

## Energie aus dem Untergrund

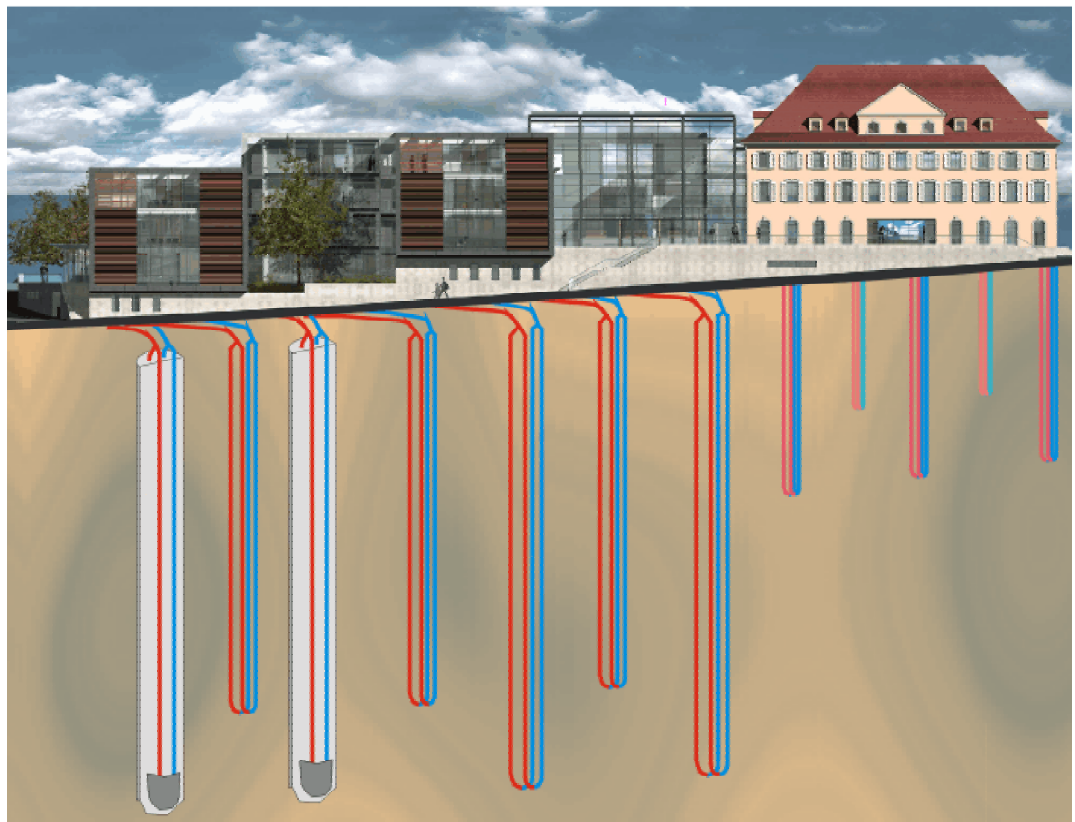
Erdreichspeicher für moderne Gebäudetechnik

schweizerischer  
ingenieur- und  
architektenverein

société suisse  
des ingénieurs et  
des architectes

società svizzera  
degli ingegneri e  
degli architetti

swiss society  
of engineers and  
architects



# Energie aus dem Untergrund

Erdreichspeicher für moderne Gebäudetechnik

schweizerischer  
ingenieur- und  
architektenverein

société suisse  
des ingénieurs et  
des architectes

società svizzera  
degli ingegneri e  
degli architetti

swiss society  
of engineers and  
architects

selnaustrasse 16  
ch-8039 zürich  
[www.sia.ch](http://www.sia.ch)

## **s i a**

Schweizerischer Ingenieur- und  
Architektenverein  
Selnaustrasse 16, Postfach, CH-8039 Zürich

Titelbild: Erdwärmesondenanlage der  
Sparkassenzentrale Donaueschingen. Quelle  
und Copyright: systherma, Planungsbüro für  
Erdwärmesysteme, D-72181 Starzach-Felldorf

Druck: Schwabe & Co. AG, Muttenz, 2003-08  
Auflage 500 Exemplare

ISBN 3-908483-52-2  
Dokumentation SIA D 0179  
Energie aus dem Untergrund – Erdreichspeicher  
für moderne Gebäudetechnik

Copyright © 2003 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen  
Nachdrucks, der auszugsweisen oder  
vollständigen Wiedergabe (Fotokopie,  
Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in  
Datenverarbeitungsanlagen und das der  
Übersetzung, sind vorbehalten.

## Inhalt

Harald L. Gorhan und Mark Zimmermann	Vorwort	5
Thomas Kohl	Geothermie – Energiespeicher der Natur	7
Walter J. Eugster	Der Untergrund gehört allen – Gesetzliche Rahmenbedingungen	13
<b>Erdwärmesonden – Wärme und Kälte aus der Tiefe</b>		
Ernst Rohner	Erdwärmesonden: Bohrung, Einbau und Berechnung	15
Fritz Luder und Michael Menzl	Erdwärmesonden, Erdreichkollektoren, Energiepfähle – Wärme und Kälte aus der Tiefe	29
<b>Energiepfähle – Energie aus der Fundation</b>		
Stefan Holst	Dynamische Gebäude- und Anlagesimulation für Energiekonzepte mit Erdreichabsorbersystemen	45
Robert Ferrari	Planung und Ausführung von Energiepfählen	55
Marcel Morath	Erfahrungen aus Planung, Bau und Betrieb mit grösseren Energiepfählanlagen im Industriebereich	63
<b>Luftansaug-Erdregister</b>		
Mark Zimmermann	Konzeption und Planung von erdverlegten Luftansaug-Kanälen und Luftansaug-Erdregistern	69
Thomas Baumgartner	Beispiele von Gebäuden mit Luftansaug über das Erdreich	79
<b>Sanftes Heizen, sanftes Kühlen, sanftes Klimatisieren</b>		
Robert Meierhans	Sanftes Heizen und sanftes Kühlen – Sinnvolle Nutzung erneuerbarer Energiequellen	85
Rolf Kussmann	Thermoaktive Bauteilsysteme in der Praxis, Erdkopplung und Regelstrategien	91
Hansjürg Leibundgut	Exergieoptimierte Lüftung	97
<b>Thermoaktive Bauteilsysteme tabs</b>		
Markus Koschenz und Beat Lehmann	Thermoaktive Bauteilsysteme <i>tabs</i> : Kühlen mit Energie aus dem Erdreich	103
Fritz Nüßle	Geothermisches Heizen und Kühlen im Büro- und Verwaltungsgebäude der Drees & Sommer AG, Stuttgart	111

## Verfasser

Thomas Baumgartner, Baumgartner & Partner, CH-8600 Dübendorf

Dr. Walter Eugster, Polydynamics Engineering, CH-8048 Zürich

Robert Ferrari, Nägele Energie- und Haustechnik GmbH, A-6832 Röthis

Dr. Harald Gorhan, Electrowatt-Ekono AG, EWE, CH-8037 Zürich

Stefan Holst, Transsolar Energietechnik, D-80336 München

Dr. Thomas Kohl, Institut für Geophysik, ETH Zürich, CH-8093 Zürich / Geowatt AG, Dohlenweg 28, CH-8050 Zürich

Markus Koschenz, EMPA Energiesysteme/Haustechnik, CH-8600 Dübendorf

Rolf Kussmann, Meierhans + Partner AG, Beratende Ingenieure für Gebäudetechnik, CH-8117 Fällanden

Beat Lehmann, EMPA Energiesysteme/Haustechnik, CH-8600 Dübendorf

Dr. Hansjürg Leibundgut, Amstein + Walthert AG, CH-8050 Zürich

Fritz Luder, Dipl. Ing. HTL/STV, CH-8360 Eschlikon

Robert Meierhans, Indoor Climate Concepts GmbH, CH-8610 Uster

Michael Menzl, Haka Gerodur AG, CH-8717 Benken

Marcel Morath, Ingenieurbüro Lippuner & Partner AG, CH-9472 Grabs

Fritz Nüßle, Zent-Frenger, D-64646 Heppenheim

Ernst Rohner, Geowatt AG, CH-8050 Zürich

Mark Zimmermann, EMPA Zentrum für Energie und Nachhaltigkeit im Bauwesen ZEN, CH-8600 Dübendorf

## Vorwort

Vor etwa 25 Jahren wurde mit der Entwicklung von Erdregistern und Erdwärmesonden begonnen, um mit Hilfe von Wärmepumpen Einfamilienhäuser zu beheizen. Anfänglich gab es einen langsamen Start – es mussten ja erst Berechnungsmethoden und geeignete Installationsstypen und -materialien für Erdwärmesonden entwickelt werden. Nach relativ kurzer Zeit erfolgte aber ein rasanter Aufschwung in der Verwendung von so genannten «erdgekoppelten» Wärmepumpenanlagen, so dass heute, per capita oder Fläche, die Schweiz weltweit einen Spitzenplatz einnimmt.

Die Entwicklung der Erdwärmenutzung und der Bohrtechnik hat in der Zwischenzeit die horizontal verlegten Erdregister praktisch verdrängt. Die Bohrtechnik blieb aber auch nicht bei den anfänglich untiefen Sonden (80 bis 100 m) stehen. Es wurde begonnen, Erdwärmesonden in immer grössere Tiefen zu verlegen, um von den dort höheren Temperaturen zu profitieren.

Zur Beheizung von auch grösseren Gebäudekomplexen lag es nahe, mehrere Erdwärmesonden, sogenannte Erdwärmesondenfelder energetisch zu bewirtschaften. Dies verlangte wiederum nach verbesserten Auslegungsberechnungen, da sich die einzelnen Sonden beim Wärmeentzug gegenseitig beeinflussen können. Ein weiterer Vorteil dieser Felder lag auch in der Verwendung des Untergrundes als Speichermedium. Im Sommer kann das Gebäude gekühlt und die Überschusswärme im Erdreich gespeichert werden. Dann im Winter ist wiederum der Bezug der gespeicherten Wärme aus dem Untergrund möglich. Etliche derartig ausgelegte Grossanlagen funktionieren in der Schweiz klaglos, und dies bereits seit mehreren Jahren. Gerade wegen der kombinierten Wärme- und Kälteproduktion kann die Wirtschaftlichkeit des Betriebes solcher Anlagen gesteigert werden, da zur Zirkulation durch den Untergrund nur eine Umwälzpumpe (free cooling) und keine teurere Kältemaschine benötigt wird.

Eine weitere Technologie zur Gewinnung von Erdwärme und Kälte wurde in den letzten 15 Jahren entwickelt. Bei schlechten Baugrundverhältnissen müssen grössere Gebäude bekanntermassen auf Pfähle gegründet wer-

den. Hier lag natürlich die Idee nahe, diese Pfähle mit Wärmetauscherrohren zu versehen, um dann mit derartigen «Energiepfählen» dem Boden Wärme und Kälte entziehen zu können. Diese Rohre können sowohl in Ort betonpfählen als auch in Ramm pfählen eingebaut werden. Auch für diese Energiepfähle gibt es bereits mehrere Ausführungsbeispiele in der Schweiz, wie zum Beispiel die Flughafenerweiterung Dock Midfield in Kloten. Bei der Eröffnung im Herbst 2003 wird sich hoffentlich ein Erfolg einstellen, zumindest was die geothermische Energienutzung betrifft!

Aus den genannten Gründen ist es nicht verwunderlich, dass das Bundesamt für Energie (BFE) an einer engen Zusammenarbeit zwischen den Programmen «Geothermie» und «Rationelle Energienutzung in Gebäuden» sehr interessiert ist. Um die Energie aus dem Untergrund optimal nutzen zu können, muss auch die Gebäudetechnik entsprechend ausgelegt sein. In diesem Zusammenhang sollte auch die Verwendung von Erdwärme für Gebäude im Minergie- oder Minergie-P-Standard erwähnt werden, welche sehr oft sogenannte Luftsaug-Erdregister zur Vorwärmung der Aussenluft im Winter und zu deren Kühlung im Sommer benutzen. Aber auch für grössere Gebäude, die mit thermoaktiven Bauteilen betrieben werden, bietet die Nutzung von Wärme und Kälte aus dem Erdreich grosse Vorteile.

Wärme und Kälte aus dem Erdreich stellen somit eine erneuerbare, einheimische Energieressource dar, deren Nutzung kaum Auswirkungen auf die Umwelt hat und an der Erdoberfläche praktisch unsichtbar ist. Mit der vorliegenden Dokumentation soll ein Überblick über die aktuellen Möglichkeiten der untiefen Geothermie vermittelt werden. Sie soll dem Planer und Bauherrn zeigen, wie sich diese Technik in Bauprojekten optimal einsetzen lässt.

Harald L. Gorhan  
Leiter BFE-Programm «Geothermie»

Mark Zimmermann  
Leiter BFE-Programm «Rationelle Energienutzung in Gebäuden»