

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Thermische Nutzung des Untergrunds  
Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte

VDI 4640  
Blatt 1  
Entwurf

Thermal use of the underground – Fundamentals,  
approvals, environmental aspects

*Einsprüche bis 2008-11-30*

- *vorzugsweise in Tabellenform als Datei per E-Mail an  
get@vdi.de  
Die Vorlage dieser Tabelle kann abgerufen werden unter  
<http://www.vdi-richtlinien.de/einsprueche>*
- *in Papierform an  
VDI-Gesellschaft Energietechnik  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf*

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich .....</b>	<b>3</b>
<b>2 Begriffe .....</b>	<b>3</b>
<b>3 Formelzeichen und Abkürzungen .....</b>	<b>4</b>
<b>4 Grundlagen.....</b>	<b>4</b>
4.1 Wärmeregime im Untergrund .....	4
4.2 Grundsätzliches zur Anlagenauslegung .....	5
<b>5 Erforderliche Genehmigungen .....</b>	<b>6</b>
5.1 Wasserrecht.....	6
5.2 Bergrecht.....	10
5.3 Genehmigungspraxis in Österreich und der Schweiz .....	10
<b>6 Sicherheitsaspekte der Wärmepumpe .....</b>	<b>11</b>
<b>7 Standortbewertung .....</b>	<b>11</b>
7.1 Oberirdische Standortgegebenheiten .....	11
7.2 Unterirdische Standortgegebenheiten .....	11
<b>8 Umweltaspekte.....</b>	<b>12</b>
8.1 Primärenergiebedarf und CO <sub>2</sub> -Emissionen .....	12
8.2 Einfluss von Wärmepumpen-Arbeitsmitteln.....	13
8.3 Mögliche Auswirkungen bei thermischer Nutzung des Untergrunds .....	13
8.4 Umweltschutz bei Bohrarbeiten.....	15
<b>9 Umweltgerechte Materialauswahl für Einbauten im Untergrund .....</b>	<b>15</b>
9.1 Materialien für Brunnen, Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden und Rohre .....	15
9.2 Wärmeträgermedien in Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden .....	16
9.3 Wärmepumpen-Arbeitsmittel für Direktverdampfung.....	16
Schrifttum .....	17

VDI-Gesellschaft Energietechnik  
Fachausschuss Regenerative Energien (FA-RE)

VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Umwelttechnik

## Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser VDI-Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen ([www.vdi-richtlinien.de](http://www.vdi-richtlinien.de)), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

An der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie waren beteiligt:

Dipl.-Ing. (FH) *M. Broder*, CH-Sargans

Dr.-Ing. *J. Brugmann*, Holzminden

Dipl.-Geol. *W. Büttner*, Hof/Saale

Dr. *W. J. Eugster*, CH-Zürich

Dipl.-Ing. *A. Frische*, Dortmund

Bau-Ing. *G. Geisen*, Velten

Dipl.-Geol. *C. Holl-Hagemeyer*, Krefeld

Dr.-Ing. *M. Koch*, Stuttgart

Dr.-Ing. *E. Konstantinidou*, Düsseldorf

Dipl.-Ing. ETH *K. Ochsner*, A-Linz

Dipl.-Ing. (FH) *E. Ramming*, Kulmbach

Dr.-Ing. *K. Ramming*, Kulmbach

Dipl.-Phys. *M. Reuß*, Garching (Obmann)

Dr. *S. Rumohr*, Wiesbaden

Dr. *B. Sanner*, Gießen (stellv. Obmann)

Dr. *S. Walker-Hertkorn*, Starzach-Felldorf

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

## Einleitung

Der Erduntergrund kann als Wärmequelle, Kältequelle und thermischer Energiespeicher genutzt werden. Er ist wegen des großen erschließbaren Volumens und des gleichmäßigen Temperaturniveaus für viele Anwendungen im Nieder-temperaturbereich gut geeignet.

Umwelt- und Erdwärme aus dem Untergrund wird über horizontale und vertikale Erdreichwärmeübertrager oder durch Abpumpen von Grundwasser gewonnen und (meist über Wärmepumpen) zum Heizen eingesetzt. Derartige Wärmepumpen-Anlagen können neben der Beheizung auch für die Raumkühlung verwendet werden. In einer zunehmenden Zahl von Anlagen wird bereits direkte Kühlung aus dem Untergrund ohne Einsatz der Wärmepumpe im Sommer betrieben.

Erdgekoppelte Wärmepumpen haben in Nordamerika und in Europa eine große Verbreitung erfahren und stoßen auch in Deutschland auf großes Interesse. Gründe dafür sind sicherlich, dass die Wärmepumpe bezüglich des Primärenergiebedarfs beim gegenwärtigen Stand der Technik mit realisierbaren Einsparungen bis zu 60 % gegenüber dem Ölkessel und bis zu 40 % im Vergleich zum Gasbrennwertkessel die effizientere Technik darstellt. Durch den Einsatz der Elektro-Wärmepumpen entstehen im Gegensatz zu Öl- und Gasheizung die Schadstoffemissionen nicht vor Ort, sondern hauptsächlich in modernen, mit aufwendigen Abgasreinigungsanlagen ausgerüsteten Kraftwerken. Dadurch wird ein wesentlicher Beitrag zur Senkung der Immissionen in dicht bebauten Wohngebieten geleistet.

Der Untergrund kann auch als thermischer Speicher zur Heizung oder Kühlung dienen. Wärme aus regenerativen Quellen (Sonne, Erdwärme u. Ä.) oder Abwärme, die sonst verloren gehen würde, kann gespeichert und später verwendet werden. Das Gleiche ist auch mit Umweltkälte möglich, die für Kühlanwendungen gespeichert werden kann. Schließlich sind auch Puffer- oder Redundanzspeicher in der Fernwärmeversorgung oder für Industrieprozesse möglich. Unterirdische thermische Energiespeicherung eignet sich besonders für die Speicherung größerer Wärme- oder Kältemengen über längere Zeiträume.

Diese Richtlinie wendet sich an planende und ausführende Unternehmen, an Komponenten-Hersteller (z. B. für Wärmepumpen, Rohrleitungen, Wärmedämmmaterialien usw.), an Genehmigungsbehörden, an Energieberater und an Fachausbilder. Ihr Ziel ist es, vom erreichten Stand der Technik ausgehend, eine korrekte Auslegung, geeignete Materialwahl und richtige Ausführung von Bohrungen, Installation und Systemeinbindung von Anlagen zur thermischen Nutzung des Untergrunds sicherzustellen. Damit können wirtschaftlich und technisch zufriedenstellende Anlagen gewährleistet werden, die auch bei langfristigem Betrieb störungsfrei und ohne Umweltbeeinträchtigung arbeiten. Die Richtlinienreihe VDI 4640 besteht aus vier Blättern:

**Blatt 1** Definitionen, Genehmigungen, Umweltaspekte

Blatt 2 Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen

Blatt 3 Unterirdische thermische Energiespeicher

Blatt 4 Direkte Nutzungen