

Thermal use of the underground – Ground source heat pump systems

*Einsprüche bis 2015-10-31*

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal <http://www.vdi.de/einspruchsportal>
- in Papierform an  
VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt  
Fachbereich Energiewandlung und -anwendung  
Postfach 10 11 39  
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung .....	2
Einleitung .....	2
<b>1 Anwendungsbereich</b> .....	2
<b>2 Normative Verweise</b> .....	3
<b>3 Begriffe</b> .....	3
<b>4 Formelzeichen und Abkürzungen</b> .....	4
<b>5 Thermische Nutzung des Grundwassers mit Brunnenanlagen</b> .....	4
5.1 Auslegung .....	4
5.2 Errichtung und Inbetriebnahme der Anlage .....	7
<b>6 Nutzung des oberflächennahen Untergrunds mit Erdwärmekollektoren</b> .....	10
6.1 Auslegung horizontaler Erdwärmekollektoren .....	10
6.2 Installation .....	17
<b>7 Nutzung des Untergrunds mit Erdwärmesonden</b> .....	18
7.1 Auslegung .....	19
7.2 Installation/Errichtung der Anlage .....	34
<b>8 Besonderheiten von Anlagen mit Direktverdampfung</b> .....	43
8.1 Auslegung .....	43
8.2 Installation .....	43
8.3 Inbetriebnahme .....	44
<b>9 Besonderheiten weiterer Wärmequellenanlagen/Wärmesenkenanlagen</b> .....	44
9.1 Gründungspfähle als Wärmeübertrager – Energiepfähle .....	44
9.2 Erdberührte Betonbauteile als Wärmeübertrager .....	46
9.3 Geothermie in Tunnelbauwerken .....	46
9.4 Kompakte Erdwärmekollektoren .....	47
9.5 Speichersonde .....	53

Inhalt	Seite
<b>10 Systemeinbindung</b> .....	53
10.1 Verteiler und Sammler .....	53
10.2 Armaturen und Pumpen .....	53
10.3 Anschlussleitungen zwischen Verteiler und Wärmepumpe .....	53
10.4 Dimensionierung der Rohrleitungen und Pumpen .....	54
<b>11 Wärmenutzungsanlagen</b> .....	54
11.1 Erdgekoppelte Wärmepumpe .....	54
11.2 Betriebsweisen von Wärmepumpen .....	54
11.3 Bauaustrocknung .....	56
11.4 Austausch von Wärmepumpen .....	56
<b>12 Materialien für Wärmequellenanlagen</b> .....	57
12.1 Materialeigenschaften polymerer Werkstoffe .....	57
12.2 Materialeigenschaften nicht polymerer Materialien .....	59
<b>13 Verhalten in Störfällen und Rückbau erdgekoppelter Wärmepumpenanlagen</b> .....	59
13.1 Verhalten in Störfällen .....	59
13.2 Rückbau der Wärmepumpe .....	60
13.3 Rückbau der Wärmequellenanlage .....	60
<b>Anhang A</b> Druckverlustdiagramme .....	61
<b>Anhang B</b> Verpressung von Erdwärmesonden (Beispiel für Verpressprotokoll) .....	62
<b>Anhang C</b> Prüfverfahren des Frost-Tau-Widerstands .....	63
Schrifttum .....	64

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)  
Fachbereich Energiewandlung und -anwendung

VDI-Handbuch Energietechnik  
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

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

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Dipl.-Geol. *Wolfgang Büttner*, München  
Dipl.-Ing. *Mathias Broder*, Sargans (CH)  
Dr.-Ing. *Johannes Brugmann*, Holzminden  
Dipl.-Ing. *Hartmut Dittrich*, Hamburg  
Dr. *Walter J. Eugster*, Zürich (CH)  
Bau-Ing. *Gerhard Geisen*, Velten  
Dipl.-Geol. *Claudia Holl*, Krefeld  
Dipl.-Ing. *Manfred Fricke*, Erfurt  
Dr.-Ing. *Michael Koch*, Stuttgart  
Prof. Dr.-Ing. *Roland Koenigsdorff*, Biberach  
Dipl.-Ing. *Dirk Ludwig*, Allendorf/Eder  
Dipl.-Ing. *Gerd Lugert*, Mörfelden-Walldorf  
Dipl.-Ing. (FH) *Mario Psyk*, Erlangen  
Dipl.-Ing. *Christof Pufahl*, Ennigerloh  
Dipl.-Ing. (FH) *Erich Ramming*, Kulmbach  
Dipl.-Phys. *Manfred Reuß*, Garching (Vorsitzender)  
Dr. *Sven Rumohr*, Wiesbaden  
Dr. *Burkhard Sanner*, Gießen (stellvertretender Vorsitzender)  
Dr. *Ingo Schäfer*, Krefeld  
Dr. *Simone Walker-Hertkorn*, Starzach-Felldorf  
Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

## Einleitung

Der Untergrund kann als Wärmequelle, Wärmesenke und thermischer Energiespeicher genutzt werden. Er ist wegen des großen erschließbaren Volumens und des gleichmäßigen Temperaturniveaus für viele Anwendungen gut geeignet.

Umwelt- und Erdwärme aus dem Untergrund werden über horizontale oder 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 Kühlung verwendet werden. Die direkte Kühlung aus dem Untergrund ohne Einsatz der Wärmepumpe im Sommer ist energetisch besonders günstig.

Erdgekoppelte Wärmepumpen haben in Nordamerika und in Europa eine große Verbreitung erlangt und stellen heute eine bewährte Technik dar. Grund dafür ist, dass die Wärmepumpe bezüglich des Primärenergiebedarfs beim gegenwärtigen Stand der Technik mit realisierbaren Einsparungen von bis zu 60 % gegenüber dem Ölkessel und bis zu 40 % im Vergleich zum Gasbrennwertkessel die effizientere Technik darstellt. Des Weiteren entstehen durch den Einsatz der Elektrowärmepumpen im Gegensatz zur Öl- und Gasheizung die Schadstoffemissionen nicht vor Ort, sondern im Wesentlichen 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 (Solarthermie, Erdwärme und ähnliche) 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.

Die Richtlinienreihe VDI 4640 besteht aus fünf Blättern:

Blatt 1 Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte

**Blatt 2** Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen

Blatt 3 Unterirdische thermische Energiespeicher

Blatt 4 Direkte Nutzungen

Blatt 5 Thermal-Response-Test  
(in Vorbereitung)

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter [www.vdi.de/4640](http://www.vdi.de/4640).

## 1 Anwendungsbereich

In der Richtlinie werden Auslegung und Installation folgender Anwendungsfälle betrachtet: Wärmepumpenanlagen (WP-Anlagen) mit Nutzung des Grundwassers durch Brunnenanlagen, WP-Anlagen mit Nutzung des Untergrunds durch Erdwär-

mekollektoren und Erdwärmesonden sowie Anlagen mit Direktverdampfung. Weitere Wärmequellenanlagen, wie Energiepfähle, erdberührte Betonbauteile oder Tunnelbauwerke als Wärmeübertrager, kompakte Erdwärmekollektoren und Speichersonden, werden ebenfalls in der Richtlinie behandelt.

Die Systembetrachtung der kompletten Anlage (Anschluss Wärmepumpeverteiler, Armaturen und Pumpen, Heizsysteme, Pufferspeicher, Steuerung und Trinkwassererwärmung) behandelt Aspekte, die bei der Dimensionierung und Installation des Gesamtsystems beachtet werden müssen.

Die Richtlinie wendet sich an planende und ausführende Unternehmen, an Komponentenhersteller (z. B. für Wärmepumpen, Erdwärmekollektoren oder -sonden, Verpressmaterialien), an Genehmigungsbehörden, an Energieberater und an Fachausbilder.

## **2 Normative Verweise**

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich:

DIN 4943:2013-09 Zeichnerische Darstellung und Dokumentation von Brunnen und Grundwassermessstellen

DIN EN ISO 22475-1:2007-01 Geotechnische Erkundung und Untersuchung-Probeentnahmeverfahren und Grundwassermessungen; Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführungen (ISO 22475-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22475-1:2006

DVGW W 124:1998-11 Kontrollen und Abnahmen beim Bau von Vertikalfilterbrunnen

DVGW W 130:2007-10 Brunnenregenerierung

DVGW W 135:1998-11 Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen

DVGW W 400-2:2004-09 Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRWW); Teil 2: Bau und Prüfung

VDI 4640 Blatt 1:2010-06 Thermische Nutzung des Untergrunds; Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte