

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 2022-05-31

- vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal <http://www.vdi.de/4640-1>
- in Papierform an
VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt
Fachbereich Energietechnik
Postfach 10 11 39
40002 Düsseldorf

Inhalt	Seite
Vorbemerkung	2
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Begriffe	3
3 Formelzeichen und Abkürzungen	4
4 Grundlagen	4
4.1 Wärmeregime im Untergrund	4
4.2 Grundsätzliches zur Anlagenauslegung	7
5 Rechtliche Rahmenbedingungen	7
5.1 Wasserrecht	7
5.2 Bergrecht	10
5.3 Geologiedatengesetz (GeolDG)	11
5.4 Standortauswahlgesetz (StandAG)	11
6 Wesentliche Anforderungen an geothermische Anlagen nach der AwSV	12
7 Standortbewertung	12
7.1 Oberirdische Standortgegebenheiten	12
7.2 Unterirdische Standortgegebenheiten	12
8 Umweltaspekte	13
8.1 Energieeffizienz und energiebedingte Emissionen	13
8.2 Gesamtbeurteilung des Beitrags von Wärmepumpenanlagen zum Treibhauseffekt	14
8.3 Umweltschutz bei Bohrarbeiten	16
8.4 Mögliche Auswirkungen bei thermischer Nutzung des Untergrunds	17
9 Umweltgerechte Materialauswahl für Einbauten im Untergrund	18
9.1 Materialien für Brunnen, Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden und Rohre	18
9.2 Wärmeträgermedien in Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden	18
9.3 Wärmepumpenkältemittel für Direktverdampfung	18
Schrifttum	19

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)
Fachbereich Energietechnik

VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Wärme- und 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), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Prof. Dr.-Ing. *Roland Koenigsdorff*, Biberach

Dipl.-Phys. *Manfred Reuß*, Wolfersdorf

Dr. *Sven Rumohr*, Wiesbaden

Dr. *Martin Sabel*, Berlin

Dipl.-Geol. *Ingo Schäfer*, Krefeld

Prof. Dr. *Simone Walker-Hertkorn*, Starzach

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

Einleitung

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

Das thermische Energiepotenzial des Untergrunds (Erdwärme) wird im oberflächennahen Bereich (oberflächennahe Geothermie) über horizontale und vertikale Erdwärmeübertrager oder durch Abpumpen von Grundwasser gewonnen. Die Nutzung zum Heizen erfolgt meist über Wärmepumpen. Derartige erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen können neben der Beheizung auch für Kühlzwecke verwendet werden. Ebenso ist in vielen Fällen die direkte Kühlung aus dem Untergrund ohne den Einsatz einer Wärmepumpe möglich.

Erdgekoppelte Wärmepumpen haben sich in Deutschland etabliert und werden zukünftig im Zuge der Energiewende deutlich mehr an Bedeutung gewinnen. Der Hauptgrund dafür ist, dass effiziente Wärmepumpenanlagen beim gegenwärtigen Stand der Technik gegenüber mit fossilen Brennstoffen befeuerten Heizkesseln mindestens 50 % bis 60 % an nicht erneuerbarer Primärenergie einsparen. Auch gegenüber mit erneuerbaren Brennstoffen betriebenen Heizkesseln ist der Aufwand an gesamter Primärenergie (erneuerbar plus nicht erneuerbar) bei Wärmepumpenanlagen deutlich geringer, wobei der Anteil an nicht erneuerba-

rer Primärenergie vom anzurechnenden Strommix abhängt. Weiterhin entstehen durch den Einsatz von Elektrowärmepumpen im Gegensatz zu Heizkesseln direkt vor Ort keine Schadstoffemissionen aus Verbrennungsvorgängen, sondern lediglich bei der Stromerzeugung, die in mit effizienten Abgasreinigungsanlagen ausgerüsteten Kraftwerken sowie zunehmend mithilfe erneuerbarer Energiequellen erfolgt. Dadurch wird ein wesentlicher Beitrag zur Senkung der Immissionen insbesondere in dicht bebauten Wohngebieten geleistet.

Der Untergrund kann auch als thermischer Speicher zum Heizen oder Kühlen dienen. Wärme aus regenerativen Quellen (Sonne, Erdwärme u.Ä.) oder Abwärme, die sonst verloren gehen würde, kann zur zusätzlichen Regenerierung des Untergrunds eingesetzt werden. Das Gleiche ist auch mit „Umweltkälte“ möglich, die für Kühlanwendungen sowohl passiv als auch aktiv genutzt 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 Richtlinienreihe wendet sich an planende und ausführende Unternehmen, an Komponentenhersteller (z.B. von Wärmepumpen, Rohrleitungen, Wärmedämmmaterialien), an Behörden, an Energieberater und an Fachausbilder. Ihr Ziel ist es, ausgehend vom erreichten Stand der Technik eine korrekte Auslegung, geeignete Materialwahl und richtige Ausführung von Bohrungen, Grabarbeiten, 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 unzulässige Umweltbeeinträchtigung arbeiten.

Die Richtlinienreihe VDI 4640 zur thermischen Nutzung des Untergrunds besteht aus nachfolgenden Blättern:

- Blatt 1** Grundlagen, Genehmigungen, Umweltaspekte
- Blatt 2 Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen
- Blatt 3 Unterirdische thermische Energiespeicher
- Blatt 4 Direkte Nutzungen
- Blatt 5 Thermal Response Test (TRT)
- Blatt 6 Verfüllen von Erdwärmesonden-Bohrungen; Baustoffe und Verfahren (in Vorbereitung)

Eine Liste der aktuell verfügbaren und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/4640.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie beschreibt Grundlagen, Umweltaspekte und Genehmigungsverfahren für oberflächennahe geothermische Anlagen zum Heizen, Kühlen und Speichern von thermischer Energie bis zu einer Tiefe von etwa 400 m.

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