

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Thermische Nutzung des Untergrundes
Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen

VDI 4640

Blatt 2 / Part 2

Thermal use of the underground
Ground source heat pump systems

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkungen.	3	Preliminary note	3
1 Geltungsbereich.	4	1 Scope	4
2 Abkürzungen	5	2 Abbreviations.	5
3 Nutzung des Grundwassers mit Brunnenanlagen.	6	3 Use of the groundwater with well systems	6
3.1 Auslegung	6	3.1 Design.	6
3.1.1 Hydraulische Parameter	6	3.1.1 Hydraulic parameters	6
3.1.2 Hydrochemische Parameter	7	3.1.2 Hydro-chemical parameters	7
3.2 Installation	8	3.2 Installation	8
3.2.1 Bohrarbeiten und Brunnenbau	8	3.2.1 Drilling and well construction.	8
3.2.2 Spezielle Anlagenteile	10	3.2.2 Special components	10
4 Nutzung des oberflächennahen Untergrundes mit Erdwärmekollektoren	11	4 Use of the shallow underground using horizontal ground heat exchangers (horizontal loops)	11
4.1 Auslegung	11	4.1 Design.	11
4.2 Installation	12	4.2 Installation	12
4.2.1 Verlegetiefe und -abstand.	12	4.2.1 Loop depth and distance.	12
4.2.2 Erdarbeiten	13	4.2.2 Earthworks.	13
4.2.3 Anforderungen an die verwendeten Materialien	13	4.2.3 Required properties of the materials used	13
4.2.4 Verlegung der Leitungen	13	4.2.4 Laying the pipes	13
4.2.5 Druckabsicherung	14	4.2.5 Securing pressure	14
4.2.6 Füllen und Entlüften	14	4.2.6 Filling and de-aeration.	14
4.2.7 Inbetriebnahme	14	4.2.7 Commissioning	14
5 Nutzung des Untergrundes mit Erdwärmesonden	15	5 Use of the underground with borehole heat exchangers (vertical loops)	15
5.1 Auslegung	15	5.1 Design.	15
5.1.1 Kleinere Anlagen bis zu Heizleistungen von 30 kW, nur Wärmeentzug.	16	5.1.1 Small systems up to heating capacity of 30 kW, only heating	16
5.1.2 Größere Anlagen (>30 kW Heizleistung)	19	5.1.2 Larger systems (> 30 kW heating capacity)	19

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

VDI-Handbuch Energietechnik

	Seite		Page
5.2 Installation	21	5.2 Installation	21
5.2.1 Bohrarbeiten	21	5.2.1 Drilling	21
5.2.2 Herstellung und Prüfung von Erdwärmesonden	22	5.2.2 Manufacturing and testing of borehole heat exchangers	22
5.2.3 Einbau Erdwärmesonden und Verfüllung	23	5.2.3 Installation of borehole heat exchangers and grouting	23
5.2.4 Verlegung der Leitungen	27	5.2.4 Laying of connecting pipes	27
5.2.5 Druckabsicherung	27	5.2.5. Securing the pressure	27
5.2.6 Füllen und Entlüften	28	5.2.6 Filling and de-aeration	28
5.2.7 Inbetriebnahme	28	5.2.7 Commissioning	28
6 Besonderheiten von Anlagen mit Direktverdampfung	28	6 Special features of systems with direct evaporation	28
6.1 Auslegung	28	6.1 Design	28
6.2 Installation	29	6.2 Installation	29
6.2.1 Materialanforderungen	29	6.2.1 Material requirements	29
6.2.2 Verlegung	29	6.2.2 Installation	29
6.2.3 Verteiler	29	6.2.3 Manifold	29
6.2.4 Zusätzliche Sicherheitsorgane	30	6.2.4 Additional safety devices	30
6.2.5 Befüllung	30	6.2.5 Filling	30
6.3 Inbetriebnahme	30	6.3 Commissioning	30
7 Besonderheiten weiterer Wärmequellen (-senken)anlagen	30	7 Characteristics of other heat sources (sinks)	30
7.1 Gründungspfähle als Wärmeübertrager („Energiepfähle“)	30	7.1 Foundation piles as heat exchangers („Energy piles“)	30
7.1.1 Auslegung	30	7.1.1 Design	30
7.1.2 Fertigteilrammpfähle	31	7.1.2 Prefabricated driven piles	31
7.1.3 Ortbetonpfähle	32	7.1.3 In-situ concrete piles	32
7.1.4 Anschluss von „Energiepfählen“.	32	7.1.4 Connecting of „Energy piles“.	32
7.2 Erdberührte Betonbauteile als Wärmeübertrager	32	7.2 Concrete elements touching the earth as heat exchangers	32
7.3 Platzsparende, kompakte Erdwärmekollektoren	33	7.3 Space saving, compact horizontal ground heat exchangers	33
7.3.1 Grabenkollektor	34	7.3.1 Trench collectors	34
7.3.2 Spiralkollektor	34	7.3.2 Spiral collectors	34
7.4 Koaxialbrunnen	34	7.4 Coaxial wells	34
7.5 Gruben, Tunnels	35	7.5 Pits, tunnels	35
8 Systemeinbindung	36	8 Incorporating the system	36
8.1 Verteiler und Sammler	36	8.1 Manifolds and collectors	36
8.2 Armaturen und Pumpen	36	8.2 Fittings and pumps	36
8.3 Anschlussleitungen zwischen Verteiler und Wärmepumpe	36	8.3 Connecting pipes between the manifolds and heat pump	36
8.4 Dimensionierung der Rohrleitungen und Pumpen	36	8.4 Dimensioning of pipes and pumps	36
9 Wärmenutzungsanlage	37	9 Heat usage systems	37
9.1 Heizsysteme, Pufferspeicher	37	9.1 Heating systems, buffer storage	37
9.1.1 Flächenheizung	37	9.1.1 Panel heating	37
9.1.2 Radiatoren und Konvektoren	37	9.1.2 Radiators and convectors	37
9.1.3 Pufferspeicher	38	9.1.3 Buffer storage	38
9.2 Steuerung	38	9.2 Control	38
9.3 Trinkwassererwärmung	38	9.3 Domestic hot water	38

	Seite
10 Rückbau erdgekoppelter Wärmepumpenanlagen	39
10.1 Rückbau der Wärmepumpe	39
10.2 Rückbau der Wärmequellenanlage	39
10.2.1 Rückbau von Grundwasserbrunnen	39
10.2.2 Rückbau von Erdwärmekollektoren.	39
10.2.3 Rückbau von Erdwärmesonden	40
Anhang A Zugehörige Normen, Richtlinien, Vorschriften usw.	41

	Page
10 Dismantling ground source heat pump systems	39
10.1 Dismantling the heat pump	39
10.2 Dismantling the heat source system	39
10.2.1 Dismantling groundwater wells	39
10.2.2 Dismantling horizontal ground heat exchangers	39
10.2.3 Dismantling borehole heat exchangers	40
Annex A Associated standards, guidelines, regulations, etc.	41

Vorbemerkungen

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

Umwelt- und Erdwärme aus dem Untergrund werden über horizontale bzw. 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 einigen 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 erlangt. Sie stoßen in Deutschland auf großes Interesse. Grund dafür ist, dass die Wärmepumpe bezüglich des Primärenergiebedarfs beim gegenwärtigen Stand der Technik mit realisierbaren Einsparungen von 30 bis 45 % gegenüber dem Ölkessel und 20 bis 35 % im Vergleich zum Gasbrennwertkessel die effizientere Technik darstellt. Des Weiteren entstehen durch den Einsatz der Elektro-Wärmepumpen 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 bzw. Kühlung dienen. Wärme aus regenerativen Quellen (Solarthermie, Erdwärme und ähnliche) oder Abwärme, die ansonsten verloren gehen würde, kann gespeichert und später verwendet werden. Das Gleiche ist auch mit Umweltkälte möglich, die für Kühlanwendungen gespeichert werden kann.

Preliminary note

The underground can be used as a heat source, cold source and thermal reservoir. It is well suited for many applications in the low-temperature range due to the available large volume and the constant temperature level.

Environmental and geothermal energy from the underground is obtained via horizontal and vertical ground heat exchangers or by pumping groundwater and (mostly via heat pumps) used for heating. Apart from heating, such heat pump systems can also be used for space cooling. In some plants, direct cooling from the underground is already used in summer without using the heat pump.

Ground source heat pumps have widespread in North America and Europe. In Germany, they are met with great interest. The reason for this is probably because, with current state of the art, the heat pumps represent the more efficient technology with respect to primary energy requirements with savings of 30 to 35 % compared the oil-heated boiler and 20 to 35 % compared to the gas condensing boilers. Furthermore, differently from oil and gas heating, through the use of electrical heat pumps the pollutant emissions do not occur in situ but mostly in modern power stations equipped with costly exhaust gas cleaning plants. Therefore, an important contribution is made to the reduction of emissions in densely populated residential areas.

The underground can also be used as a thermal reservoir for heating and cooling. Heat from renewable sources (solar or geothermal energy, etc.), which would otherwise be lost, can be stored and used later. The same is also true of environmental cold, which can be stored for cooling applications. Finally, buffer or redundancy storage systems are also possible in