

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Thermische Nutzung des  
Untergrundes  
Unterirdische Thermische Energiespeicher  
Utilization of the subsurface for  
thermal purposes  
Underground thermal energy storage

VDI 4640

Blatt 3 / Part 3

Ausg. deutsch/englisch  
Issue German/English

*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.*

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

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkungen. . . . .	3	Preliminary note . . . . .	3
<b>1 Geltungsbereich. . . . .</b>	<b>4</b>	<b>1 Scope . . . . .</b>	<b>4</b>
<b>2 Abkürzungen, Formelzeichen und Indizes . . . . .</b>	<b>5</b>	<b>2 Abbreviations, symbols and indices . . . . .</b>	<b>5</b>
<b>3 Allgemeines . . . . .</b>	<b>6</b>	<b>3 General . . . . .</b>	<b>6</b>
3.1 Begriffsbestimmungen. . . . .	6	3.1 Definitions of terms. . . . .	6
3.2 Besonderheiten bei Umweltaspekten unterirdischer thermischer Energiespeicher. . . . .	8	3.2 Special environmental aspects of under- ground thermal energy storage . . . . .	8
3.3 Materialauswahl für höhere Temperaturen . . . . .	10	3.3 Choice of materials for higher temperatures. . . . .	10
<b>4 Systemeinbindung in das Energie- versorgungssystem. . . . .</b>	<b>13</b>	<b>4 Incorporation into an energy supply system . . . . .</b>	<b>13</b>
4.1 Energiebilanz . . . . .	13	4.1 Energy balance . . . . .	13
4.2 Temperaturniveau. . . . .	14	4.2 Temperature levels . . . . .	14
4.3 Speichernutzungsgrad . . . . .	15	4.3 Utilization ratio of the storage system . . . . .	15
4.4 Anwendungen . . . . .	16	4.4 Uses . . . . .	16
4.4.1 Kältespeicherung und/oder Nieder- temperatur-Wärmespeicherung ohne Wärmepumpe. . . . .	16	4.4.1 Storage of cold and/or of low- temperature heat without a heat pump . . . . .	16
4.4.2 Kältespeicherung und/oder Nieder- temperatur-Wärmespeicherung mit Wärmepumpe. . . . .	18	4.4.2 Storage of cold and/or of low- temperature heat with a heat pump . . . . .	18
4.4.3 Solarenergie und Wärmespeicherung . . . . .	18	4.4.3 Solar energy and heat storage . . . . .	18
4.4.4 Heizkraftwerk und Wärme- speicherung . . . . .	19	4.4.4 Heat and power co-generation plant coupled with heat storage . . . . .	19
4.4.5 Komplexe Energieversorgungs- systeme mit Abwärmenutzung und Wärmespeicherung. . . . .	20	4.4.5 Complex energy supply systems utilizing and storing waste heat . . . . .	20
4.4.6 Weitere Systemvarianten unter- irdischer thermischer Energie- speicherung . . . . .	21	4.4.6 Further system variants of underground thermal energy storage . . . . .	21
<b>5 Aquiferspeicher . . . . .</b>	<b>22</b>	<b>5 Aquifer storage. . . . .</b>	<b>22</b>
5.1 Systembeschreibung. . . . .	22	5.1 Description of system. . . . .	22
5.2 Natürliche Standortvoraussetzungen . . . . .	24	5.2 Natural site requirements. . . . .	24

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

VDI-Handbuch Energietechnik

	Seite		Page
5.3 Standorterkundung . . . . .	26	5.3 Site exploration . . . . .	26
5.3.1 Parametergewinnung . . . . .	26	5.3.1 Collecting parameters . . . . .	26
5.3.2 Parameterinterpretation und Anlagenauslegung . . . . .	27	5.3.2 Interpretation of parameters and design of system layout . . . . .	27
5.4 Konstruktive Ausführung der Brunnen . . . . .	29	5.4 Design of the wells . . . . .	29
5.5 Besonderheiten bei Genehmigungsverfahren für Aquiferspeicher . . . . .	30	5.5 Some special aspects relating to the licensing of aquifer storage systems . . . . .	30
5.6 Mögliche Betriebsprobleme durch die chemische Zusammensetzung des Grund- wassers . . . . .	31	5.6 Possible operating problems arising from the chemical composition of the groundwater . . . . .	31
5.6.1 Kalkausfällungen bei Hoch- temperatur-Wärmespeichern . . . . .	31	5.6.1 Precipitation of calcium carbonate in high-temperature heat storage systems	31
5.6.2 Eisen- und Manganausfällungen . . . . .	32	5.6.2 Precipitation of iron and manganese . . . . .	32
5.6.3 Entgasungserscheinungen . . . . .	33	5.6.3 Degassing phenomena . . . . .	33
5.6.4 Altlasten . . . . .	33	5.6.4 Contaminated sites . . . . .	33
<b>6 Erdwärmesonden-Speicher . . . . .</b>	<b>33</b>	<b>6 Storage systems using borehole heat exchangers (BHE) . . . . .</b>	<b>33</b>
6.1 Allgemeines . . . . .	33	6.1 General . . . . .	33
6.2 Geometrie des Speichers . . . . .	34	6.2 Geometry of the storage system . . . . .	34
6.3 Auslegung . . . . .	34	6.3 Layout . . . . .	34
6.3.1 Allgemeine Vorgehensweise . . . . .	34	6.3.1 General procedure . . . . .	34
6.3.2 Grobauslegung . . . . .	35	6.3.2 Rough layout . . . . .	35
6.3.3 Numerische Simulation . . . . .	36	6.3.3 Numerical simulation . . . . .	36
6.4 Konstruktive Ausführung . . . . .	36	6.4 Construction . . . . .	36
6.4.1 Bohrungen . . . . .	36	6.4.1 Boreholes . . . . .	36
6.4.2 Sondenmaterialien . . . . .	37	6.4.2 Borehole heat exchanger materials . . . . .	37
6.4.3 Wärmeträgermedium und Frostschutz	37	6.4.3 Heat transfer medium and anti-freeze . . . . .	37
6.4.4 Einbau und Verfüllung von Erdwärmesonden . . . . .	37	6.4.4 Installation and grouting of borehole heat exchangers . . . . .	37
6.4.5 Hydraulische Verschaltung . . . . .	38	6.4.5 Hydraulic circuit layout . . . . .	38
<b>7 Sonstige thermische Untergrundspeicher . . . . .</b>	<b>38</b>	<b>7 Other underground thermal storage systems</b>	<b>38</b>
7.1 Kavernenspeicher . . . . .	38	7.1 Cavern storage . . . . .	38
7.2 Stillgelegte Bergwerke . . . . .	39	7.2 Abandoned mines . . . . .	39
7.3 Naturähnliche thermische Untergrundspeicher . . . . .	39	7.3 Near-natural underground thermal energy storage systems . . . . .	39
7.3.1 Grundlegendes Bauprinzip . . . . .	39	7.3.1 Fundamental structural principle . . . . .	39
7.3.2 Kies-Wasser-Wärmespeicher . . . . .	40	7.3.2 Gravel-water thermal energy storage system . . . . .	40
7.3.3 Erdreich-Wasser-Wärmespeicher . . . . .	40	7.3.3 Soil-water thermal energy storage system . . . . .	40
<b>Anhang</b> Zugehörige Normen, Richtlinien, Vorschriften . . . . .	<b>41</b>	<b>Annex</b> Associated standards, guidelines, regulations . . . . .	<b>41</b>