

DIN EN ISO 17628

ICS 27.080; 27.190; 93.020

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –
Geothermische Versuche –
Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Boden und Fels unter Anwendung
von Erdwärmesonden (ISO 17628:2015);
Deutsche Fassung EN ISO 17628:2015**

Geotechnical investigation and testing –

Geothermal testing –

Determination of thermal conductivity of soil and rock using a borehole heat exchanger
(ISO 17628:2015);

German version EN ISO 17628:2015

Reconnaissance et essais géotechniques –

Essais géothermiques –

Détermination de la conductivité thermique des sols et des roches dans les sondes
géothermiques (ISO 17628:2015);

Version allemande EN ISO 17628:2015

Gesamtumfang 37 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 17628:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“, dessen Sekretariat vom BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-11 AA „Bohr- und Entnahmeverfahren, Grundwassermessungen (SpA zu CEN/TC 341/WG 1)“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 14688-1 siehe DIN EN ISO 14688-1
ISO 14689-1 siehe DIN EN ISO 14689-1
ISO 22475-1 siehe DIN EN ISO 22475-1

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 14688-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Boden — Teil 1: Benennung und Beschreibung*

DIN EN ISO 14689-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Benennung, Beschreibung und Klassifizierung von Fels — Teil 1: Benennung und Beschreibung*

DIN EN ISO 22475-1, *Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Probenentnahmeverfahren und Grundwassermessungen — Teil 1: Technische Grundlagen der Ausführung*

Deutsche Fassung

Geotechnische Erkundung und Untersuchung —
Geothermische Versuche —
Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Boden und
Fels unter Anwendung von Erdwärmesonden
(ISO 17628:2015)

Geotechnical investigation and testing —
Geothermal testing —
Determination of thermal conductivity of soil and
rock using a borehole heat exchanger
(ISO 17628:2015)

Reconnaissance et essais géotechniques —
Essais géothermiques —
Détermination de la conductivité thermique des sols et
des roches dans les sondes géothermiques
(ISO 17628:2015)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 23. April 2015 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Formelzeichen und Abkürzungen	9
5 Installation der Erdwärmesonden	10
5.1 Bohrgeräte und Bohrausrüstung	10
5.1.1 Allgemeines	10
5.1.2 Anforderungen an Bohrgeräte und Bohrausrüstung	10
5.2 Werkstoffe und Wärmeträgermedien für Erdwärmesonden sowie Werkstoffe zum Verfüllen des Ringraums	10
5.2.1 Werkstoffe für Erdwärmesonden	10
5.2.2 Wärmeträgerfluid für Erdwärmesonden	11
5.2.3 Werkstoff für die Ringraumverfüllung	11
5.3 Allgemeine Anforderungen vor der Installation	11
5.3.1 Anforderungen an die Bohr- und Installationsstelle	11
5.3.2 Auswahl der Bohr- und Installationsverfahren	12
5.3.3 Vor Beginn der Bohr- und Installationsarbeiten erforderliche Vorabinformationen	12
5.3.4 Umwelanforderungen	13
5.3.5 Sicherheitsanforderungen	13
5.4 Ausführung	13
5.4.1 Bohrverfahren	13
5.4.2 Installation der Erdwärmesonden	14
5.4.3 Verfüllen des Ringraums	14
5.4.4 Funktionsprüfung	15
5.4.5 Wiederherstellung einer Bohr-/Installationsstelle	18
6 Geothermischer Reaktionsversuch	18
6.1 Allgemeines	18
6.2 Versuchsausrüstung	19
6.3 Durchführung der Prüfung	19
6.4 Prüfergebnisse	22
6.5 Auswertung der Prüfergebnisse	22
7 Bericht	22
7.1 Feldbericht	22
7.1.1 Installationsprotokoll	23
7.1.2 Verfüllprotokoll	24
7.1.3 Versuchsprotokoll	24
7.1.4 Messwerte- und Versuchsergebnisprotokoll	24
7.1.5 Protokoll der ausgewerteten Versuchsergebnisse	25
7.2 Ergebnisbericht	25
Anhang A (informativ) Beispiel für ein Formblatt für die Vorabinformationen für die beabsichtigte Installation einer Erdwärmesonde	26

Anhang B (informativ) Feldprotokolle	28
B.1 Installationsprotokoll.....	28
B.2 Verfüllprotokoll	29
B.3 Versuchsprotokoll.....	30
B.4 Messwerte- und Versuchsergebnisprotokoll.....	31
B.5 Protokoll der ausgewerteten Versuchsergebnisse	32
Anhang C (informativ) Beispiel für eine graphische Darstellung der installierten Erdwärmesonde und der geologischen Verhältnisse im Bereich der Bohrung	33
Literaturhinweise.....	34

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 17628:2015) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ erarbeitet.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Januar 2016, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Januar 2016 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 17628:2015 wurde vom CEN als EN ISO 17628:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

ISO 17628 wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“ des Europäischen Komitees für Normung (CEN) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics, Unterkomitee SC1“ der ISO entsprechend der Vereinbarung zur technischen Zusammenarbeit zwischen ISO und CEN (Wiener Vereinbarung) erarbeitet.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Anforderungen an den Geothermischen Reaktionsversuch (en: Geothermal Response Test, GRT) fest. Mit dem GRT wird in wassergesättigtem oder in nicht wassergesättigtem Boden und Fels an einer in ein Bohrloch eingebrachten Erdwärmesonde eine in-situ-Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds vorgenommen. Für diesen Versuch werden flüssige (fluide) Wärmeträgermedien verwendet, die keinen Phasenänderungen unterliegen.

Die Wärmeleitfähigkeit ist eine wesentliche Kenngröße für die Dimensionierung und Auslegung von Wärmespeichern und Erdwärmesondenanlagen.

Bei einem Geothermischen Reaktionsversuch wird eine bestimmte Wärmenergie über eine Erdwärmesonde (EWS) in den Untergrund eingetragen oder aus einem Bohrloch extrahiert, dann wird die Temperaturreaktion gemessen. Die Temperaturreaktion ist abhängig von den thermischen Kenngrößen des Untergrunds und des zum Verfüllen des Bohrlochs verwendeten Materials, z. B. von der Wärmeleitfähigkeit und vom spezifischen elektrischen Widerstand des Bohrlochs; daher können aus dem Verlauf der Temperaturkurve Werte für diese wesentlichen Kenngrößen abgeschätzt oder abgeleitet werden.

Diese Internationale Norm gilt für Erdwärmesonden, die vertikal oder schräg in den Untergrund mit einer Länge von bis zu 400 m und mit einem Durchmesser bis zu 200 mm eingebracht werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 14688-1, *Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of soil — Part 1: Identification and description*

ISO 14689-1, *Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of rock — Part 1: Identification and description*

ISO 22475-1, *Geotechnical investigation and testing — Sampling methods and groundwater measurements — Part 1: Technical principles for execution*

EN 16228-1, *Geräte für Bohr- und Gründungsarbeiten — Sicherheit — Teil 1: Gemeinsame Anforderungen*

EN 16228-2, *Geräte für Bohr- und Gründungsarbeiten — Sicherheit — Teil 2: Mobile Bohrgeräte für Tiefbau, Geotechnik und Gewinnung*

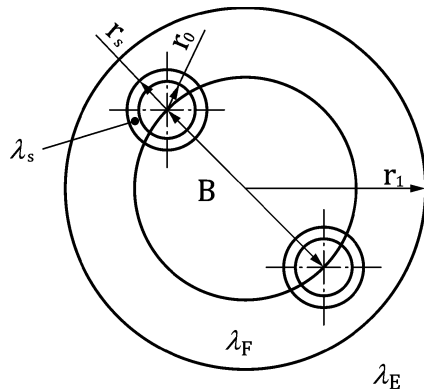
3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 22475-1 und die folgenden Begriffe.

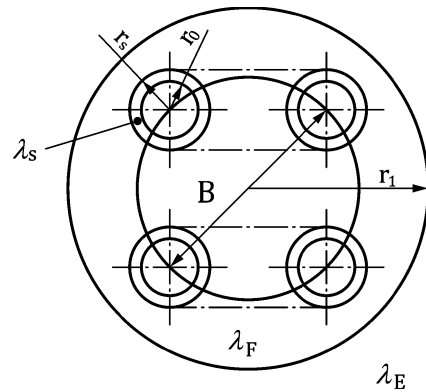
3.1 Erdwärmesonde EWS

ein oder zwei U-Rohr(e) oder ein Koaxialrohr, das/die in ein Bohrloch eingebracht wird/werden und durch das/die das Wärmetauschermedium strömt

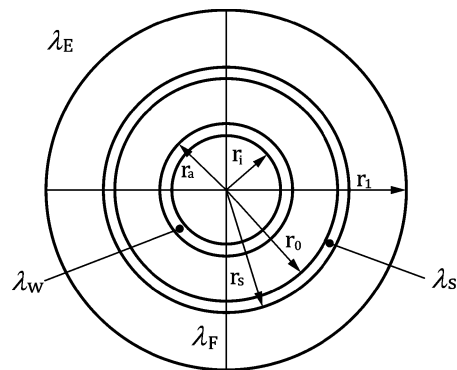
Anmerkung 1 zum Begriff Siehe Bild 1 und Bild 2.



a) Einfach-U-Sonde



b) Doppel-U-Sonde



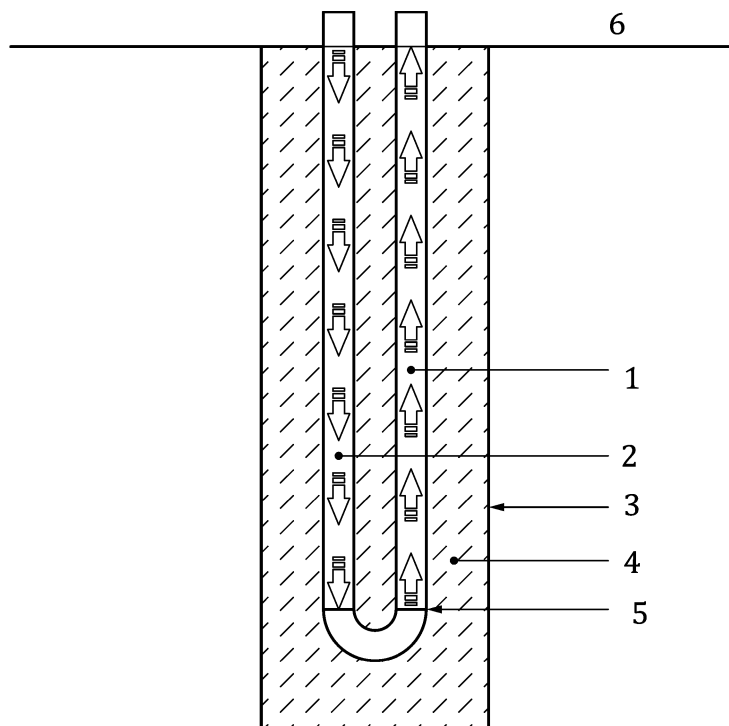
c) Koaxialsonde

Legende

r_1 Radius des Bohrlochs
 r_i Innerer Radius
 r_a Äußerer Radius
 r_o Innerer Radius des Außenrohrs
 r_s Äußerer Radius des Außenrohrs

λ_F Wärmeleitfähigkeit der Ringraumfüllung
 λ_w Wärmeleitfähigkeit des Bohrloch-Innenrohrs
 λ_s Wärmeleitfähigkeit des Bohrloch-Außenrohrs
 λ_E Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds
 B Abstand zwischen den Rohren

Bild 1 — Beispiele für Erdwärmesonden — Darstellung im Querschnitt



Legende

- 1 Austritt aus der Erdwärmesonde
- 2 Eintritt in die Erdwärmesonde
- 3 Bohrlochwandung
- 4 Ringraumfüllung
- 5 Rohrverbindung
- 6 Geländeoberfläche

Bild 2 — Beispiel für eine Erdwärmesonde mit Ringraumfüllung

3.2

Geothermischer Reaktionsversuch

(en: Geothermal Response Test, GRT)

Versuch zur Ermittlung der Wärmeleitfähigkeit

4 Formelzeichen und Abkürzungen

Tabelle 1 — Auflistung der Formelzeichen und Abkürzungen

Formelzeichen	Bezeichnung	Einheit
A	Gesamter Querschnitt einer leitfähigen Fläche	m^2
B	Rohrabstand	m
H	Länge der Erdwärmesonde	m
k	Neigung (der Temperaturkurve)	
m	Masse eines Stoffs	kg
ρc_p	Volumenbezogene Wärmekapazität	$\text{J}/\text{m}^3/\text{K}$
Q	Wärmezufuhr	W
r_0	Radius des Bohrlochs	m
r_i	Innerer Radius	m
r_a	Äußerer Radius	m
r_o	Innerer Radius des Außenrohrs	m
r_s	Äußerer Radius des Außenrohrs	m
Re	Reynolds-Zahl	
R_b	Bohrlochwiderstand	
T	Temperatur	$^{\circ}\text{C}$
T_0	Temperatur des ungestörten Untergrunds	$^{\circ}\text{C}$
T_f	Temperatur des Wärmeträgermediums zum Zeitpunkt t	$^{\circ}\text{C}$
t_1	Mindestdauer des Versuchs	
x	Dicke der leitfähigen Fläche, die zwei Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturen voneinander trennt	m
λ	Wärmeleitfähigkeit	$\text{W}/\text{m}/\text{K}$
λ_E	Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds	$\text{W}/\text{m}/\text{K}$
λ_{eff}	Effektive Wärmeleitfähigkeit	$\text{W}/\text{m}/\text{K}$
λ_{est}	Geschätzte Wärmeleitfähigkeit	$\text{W}/\text{m}/\text{K}$
λ_F	Wärmeleitfähigkeit der Ringraumfüllung	$\text{W}/\text{m}/\text{K}$
λ_s	Wärmeleitfähigkeit des Bohrloch-Außenrohrs	$\text{W}/\text{m}/\text{K}$
λ_w	Wärmeleitfähigkeit des Bohrloch-Innenrohrs	$\text{W}/\text{m}/\text{K}$

5 Installation der Erdwärmesonden

5.1 Bohrgeräte und Bohrausrüstung

5.1.1 Allgemeines

Bohrgeräte und Bohrausrüstung müssen von ihrer Größe und Art so ausgewählt werden, dass sie den geforderten Qualitätsansprüchen genügen.

5.1.2 Anforderungen an Bohrgeräte und Bohrausrüstung

Bohrgeräte mit einer angemessenen Stabilität, Leistungsfähigkeit und Ausrüstung, wie z. B. Bohrgestänge, Verrohrung, Kernrohre und Bohrkronen, müssen so ausgewählt werden, dass die erforderliche Tiefe und Standfestigkeit des Bohrlochs sichergestellt werden kann.

Alle bohrrelevanten Vorgänge des Bohrgeräts und der Bohrausrüstung müssen exakt regelbar sein.

Sofern festgelegt, sollten folgende Bohrdaten gemessen und über der Tiefe aufgezeichnet werden:

- a) Bohrgeschwindigkeit (m/min);
- b) gebohrte Länge (m);
- c) Spülungsumsatz (l/min);
- d) Abweichungsrichtung und Neigung (Grad);
- e) Bohrlochdurchmesser (mm);
- f) Verrohrung und Länge der Verrohrung (m);
- g) Spülmedium.

5.2 Werkstoffe und Wärmeträgermedien für Erdwärmesonden sowie Werkstoffe zum Verfüllen des Ringraums

5.2.1 Werkstoffe für Erdwärmesonden

Die Auswahl der Werkstoffe für die Sondenrohre und ihre tiefsten Abschnitte muss entsprechend dem Zweck und der Auslegung getroffen werden unter Berücksichtigung:

- a) der Qualität;
- b) der Dauerhaftigkeit;
- c) des Korrosionsverhaltens;
- d) des thermischen Widerstands;
- e) der Schlagfestigkeit;
- f) des hydraulischen Widerstands;
- g) der Druckfestigkeit;
- h) des Widerstands gegen Verformung;
- i) der Vermeidung von Boden- und Grundwasserverunreinigungen;
- j) der Maße (Durchmesser, Wanddicke und Abstand).