

DIN EN ISO 17628

ICS 93.020; 27.080; 27.190

Einsprüche bis 2013-10-12

Entwurf

**Geotechnische Erkundung und Untersuchung –
Geothermische Versuche –
Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Boden und Fels unter
Anwendung von Erdwärmesonden (ISO/DIS 17628:2013);
Deutsche Fassung prEN ISO 17628:2013**

Geotechnical investigation and testing –
Geothermal testing –
Determination of thermal conductivity of soil and rock using a borehole heat exchanger
(ISO/DIS 17628:2013);
German version prEN ISO 17628:2013

Reconnaissance et essais géotechniques –
Essais géothermiques –
Détermination de la conductivité thermique de sol et roche dans les sondes
géothermiques (ISO/DIS 17628:2013);
Version allemande prEN ISO 17628:2013

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-08-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN, 10772 Berlin (Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 38 Seiten

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17628:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“, dessen Sekretariat vom ELOT (Griechenland) gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ erarbeitet.

Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 005-05-09 AA „Baugrund; Feldversuche (Sp CEN/TC 341/WG 2, WG 3, WG 5)“ im Normenausschuss Bauwesen (NABau).

Geotechnische Erkundung und Untersuchung — Geothermische Versuche — Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit von Boden und Fels unter Anwendung von Erdwärmesonden (ISO/DIS 17628:2013)

Reconnaissance et essais géotechniques — Essais géothermiques — Détermination de la conductivité thermique de sol et roche dans les sondes géothermiques (ISO/DIS 17628:2013)

Geotechnical investigation and testing — Geothermal testing — Determination of thermal conductivity of soil and rock using a borehole heat exchanger (ISO/DIS 17628:2013)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Formelzeichen und Abkürzungen	8
5 Installation der Erdwärmesonden	9
5.1 Bohrgeräte und Bohrausrüstung	9
5.1.1 Allgemeines	9
5.1.2 Anforderungen an Bohrgeräte und Bohrausrüstung	9
5.2 Werkstoffe für Erdwärmesonden und Baustoffe zum Verfüllen und Abdichten des Ringraums	9
5.2.1 Werkstoffe für Erdwärmesonden	9
5.2.2 Fluid zum Befüllen der Erdwärmesonden	10
5.2.3 Baustoff für die Ringraumabdichtung	10
5.3 Allgemeine Anforderungen vor der Installation	10
5.3.1 Anforderungen an die Bohr- und Installationsstelle	10
5.3.2 Auswahl der Bohr- und Installationsverfahren	11
5.3.3 Vor Beginn der Bohr- und Installationsarbeiten erforderliche Vorabinformationen	11
5.3.4 Umweltaanforderungen	12
5.3.5 Sicherheitsanforderungen	12
5.4 Ausführung	12
5.4.1 Bohrverfahren	12
5.4.2 Installation der Erdwärmesonden	12
5.4.3 Abdichtung des Ringraums	13
5.4.4 Funktionsprüfung	14
5.4.5 Wiederherstellung einer Bohr-/Installationsstelle	16
6 Geothermische Versuche	17
6.1 Allgemeines	17
6.2 Versuchsausrüstung	17
6.3 Durchführung der Prüfung	18
6.4 Prüfergebnisse	20
6.5 Auswertung der Prüfergebnisse	20
7 Bericht	22
7.1 Feldbericht	22
7.1.1 Installationsprotokoll	22
7.1.2 Verfüllprotokoll	23
7.1.3 Versuchsprotokoll	23
7.1.4 Messwerte- und Versuchsergebnisprotokoll	24
7.1.5 Protokoll der ausgewerteten Versuchsergebnisse	24
7.2 Ergebnisbericht	24

Anhang A (informativ) Beispiel für ein Formblatt für die Vorabinformationen für die beabsichtigte Installation einer Erdwärmesonde	25
Anhang B (informativ) Feldprotokolle	27
B.1 Installationsprotokoll	27
B.2 Verfüllprotokoll	28
B.3 Versuchsprotokoll	29
B.4 Messwerte- und Versuchsergebnisprotokoll	30
B.5 Protokoll der ausgewerteten Versuchsergebnisse	31
Anhang C (informativ) Ergebnisbericht	32
C.1 Beispiel für eine graphische Darstellung der installierten Erdwärmesonde und der geologischen Verhältnisse im Bereich der Bohrung	32
C.2 Beispiel für die graphische Darstellung der Prüfergebnisse	33
Literaturhinweise	35

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 17628:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 341 „Geotechnische Erkundung und Untersuchung“, dessen Sekretariat vom ELOT gehalten wird, in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee ISO/TC 182 „Geotechnics“ erarbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm legt Anforderungen an den 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 Geothermal Response Test wird eine bestimmte Wärmenergie über eine Erdwärmesonde in den Untergrund eingetragen, dann wird das Temperaturverhalten (en: response) gemessen. Das Temperaturverhalten ist abhängig von den thermischen Kenngrößen des Untergrunds und des Bohrlochs, z. B. von der Wärmeleitfähigkeit, der Wärmekapazität und der Leitfähigkeit des Verfüllmediums; daher können aus dem Verlauf der Temperaturkurve Werte für diese wesentlichen Kenngrößen abgeschätzt werden.

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

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

EN 791, *Bohrgeräte — Sicherheit*

EN 996, *Rammausrüstung — Sicherheitsanforderungen*

EN 1997-2, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 2: Erkundung und Untersuchung des Baugrunds*

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

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

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

EN ISO 3551-1, *Diamantkernbohrausrüstung — System A — Teil 1: Metrische Einheiten*

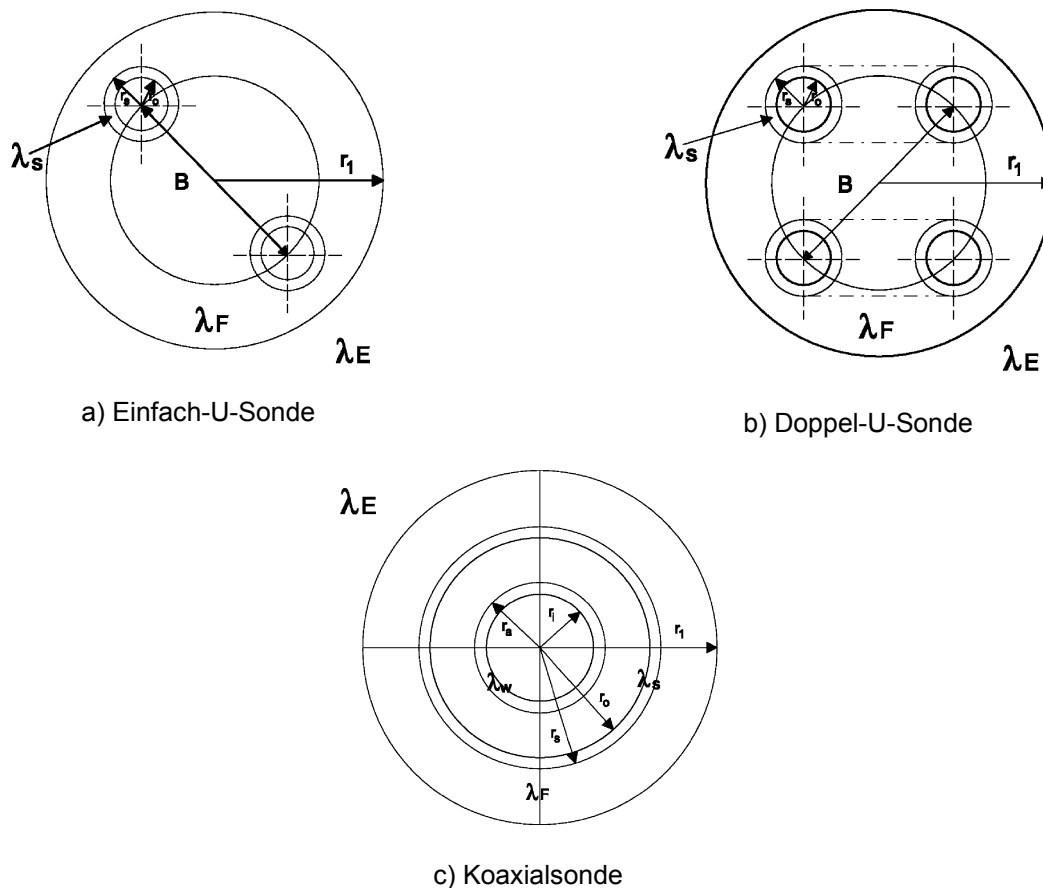
EN ISO 3552-1, *Diamantkernbohrausrüstung — System B — Teil 1: Metrische Einheiten*

EN ISO 10097-1, *Seilkernbohreleinrichtung — System A — Teil 1: Metrische Einheiten*

3 Begriffe

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

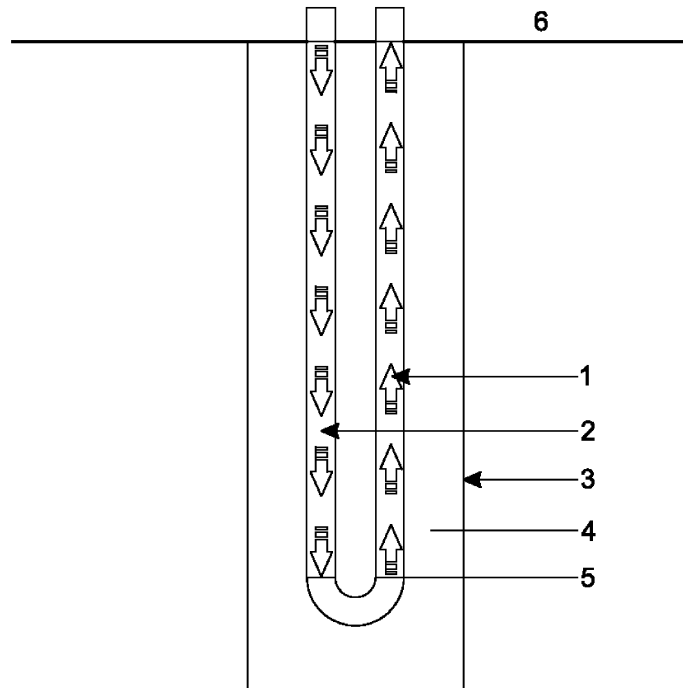
3.1 Erdwärmesonde
zwei in ein Bohrloch eingebrachte Rohre, die an ihrem unteren, an der Bohrlochsohle angeordneten Ende U-förmig miteinander verbunden sind (siehe Bilder 1 und 2)



Legende

r_1	Radius des Bohrlochs	λ_F	Wärmeleitfähigkeit der Ringraumfüllung
r_i	Innerer Radius	λ_W	Wärmeleitfähigkeit des Bohrloch-Innenrohrs
r_a	Äußerer Radius	λ_s	Wärmeleitfähigkeit des Bohrloch-Außenrohrs
r_o	Innerer Radius des Außenrohrs	λ_E	Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds
r_s	Äußerer Radius des Außenrohrs	B	Abstand zwischen den Rohren

Bild 1 — Beispiele für Erdwärmesonden — Darstellung im Querschnitt



Legende

- | | |
|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 Rücklaufleitung | 4 Abdichtung des Ringraums |
| 2 Vorlaufleitung (Versorgungsleitung) | 5 Rohrverbindung |
| 3 Bohrlochwandung | 6 Geländeoberfläche |

Bild 2 — Beispiel für eine Erdwärmesonde mit Abdichtung des Ringraums

3.2

geothermische Leitfähigkeit

Eigenschaft zur Kennzeichnung der Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds

3.3

Geothermal-Response-Test (GRT)

Versuch zur Ermittlung der mittleren ungestörten Untergrundtemperatur und der effektiven Wärmeleitfähigkeit

ANMERKUNG Aus den Versuchsergebnissen können die Wärmekapazität und der thermische Bohrlochwiderstand in Abhängigkeit von den Bedingungen des Untergrunds, den Grundwasserbedingungen und vom Verpressmaterial abgeleitet werden.

3.4

Wärmekapazität

c

Maß für die Wärmeenergie, die erforderlich ist, um die Temperatur einer Mengeneinheit eines Stoffs um ein Grad zu erhöhen

$$c = \frac{\Delta Q}{m \cdot \Delta T}$$

3.5

Wärmeleitfähigkeit

λ

Eigenschaft zur Kennzeichnung der Wärmeleitfähigkeit eines Materials

$$\lambda = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \cdot \frac{1}{A} \cdot \frac{x}{\Delta T}$$

3.6

Temperaturleitfähigkeit

α

Quotient aus Wärmeleitfähigkeit und volumenbezogener Wärmekapazität

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho c p}$$

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
c	Wärmekapazität	W
H	Länge der Erdwärmesonde	m
m	Masse eines Stoffs	kg
ρc_p	Volumenbezogene Wärmekapazität	J/m ³ /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
R_b	Bohrlochwiderstand	
T	Temperatur	°C
T_0	Temperatur des ungestörten Untergrunds	°C
T_f	Temperatur des Wärmeträgermediums zum Zeitpunkt t	°C
t_1	Mindestdauer des Versuchs	
x	Dicke der leitfähigen Fläche, die zwei Bereiche mit unterschiedlichen Temperaturen voneinander trennt	m
λ	Wärmeleitfähigkeit	W/m/K
λ_{earth}	Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds	W/m/K
λ_{eff}	Effektive Wärmeleitfähigkeit	W/m/K
λ_{est}	Geschätzte Wärmeleitfähigkeit	W/m/K
λ_{fill}	Wärmeleitfähigkeit der Ringraumfüllung	W/m/K
λ_s	Wärmeleitfähigkeit des Bohrloch-Außenrohrs	W/m/K
λ_w	Wärmeleitfähigkeit des Bohrloch-Innenrohrs	W/m/K
α	Temperaturleitfähigkeit	m ² /d

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.

Sofern zutreffend, müssen die Bohrgeräte und die Bohrausrüstung in Übereinstimmung mit ISO 3351-1, ISO 3352-1 und ISO 10097-1 sein.

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 bei Schrägbohrungen (Grad).

5.2 Werkstoffe für Erdwärmesonden und Baustoffe zum Verfüllen und Abdichten des Ringraums

5.2.1 Werkstoffe für Erdwärmesonden

Die Auswahl der Werkstoffe für Sondenrohre und Sondenfüße muss entsprechend dem Zweck und der Auslegung getroffen werden unter Berücksichtigung der Maße (Durchmesser, Wanddicke und Abstand) sowie

- a) der Qualität;
- b) der Dauerhaftigkeit;
- c) des Korrosionsverhaltens;
- d) des thermischen Widerstands;
- e) der Schlagfestigkeit;
- f) des hydraulischen Widerstands;
- g) der Vermeidung von Boden- und Grundwasserverunreinigungen.

Für Erdverlegung und nicht für den Trinkwassertransport vorgesehene Kunststoffrohre müssen mindestens die Qualität PE 100 Rohre, schwarz aufweisen.

An den U-Sonden müssen Abstandshalter angebracht werden, um thermische Verknüpfungen zu vermeiden. Der Abstand der Abstandshalter darf 2 m nicht überschreiten.

An den Rohren sind bis zum Rohrende für jeden fortlaufenden Meter Längenmarkierungen in zunehmender numerischer Folge beginnend bei Null anzubringen, so dass die installierte Länge jederzeit zu überprüfen ist.

5.2.2 Fluid zum Befüllen der Erdwärmesonden

Das Fluid zum Befüllen der Erdwärmesonden muss den Anforderungen entsprechen, die durch Versuchsaufbau und Umweltvorschriften festgelegt sind.

Zum Befüllen sollte Trinkwasser wegen seiner guten hydrodynamischen Eigenschaften verwendet werden und wegen des fehlenden Potenzials einer Gefährdung für Boden und Grundwasser in dem Fall, dass eine Undichtheit eines Rohres der Erdwärmesonde auftreten sollte.

Die Anwendung von Frostschutzmitteln bedarf einer besonderen Begründung. Falls verwendet, ist die Ringraumabdichtung so an die Frost-Tau-Bedingungen anzupassen, dass Rissbildung vermieden wird.

Bei der Auslegung ist die niedrigste Temperatur des Sondenfüllfluids zu berücksichtigen.

5.2.3 Baustoff für die Ringraumabdichtung

Der Baustoff für die Ringraumabdichtung muss den Wärmetransport vom Untergrund zur Erdwärmesonde ermöglichen. Das Abdichtungsmaterial muss das Bohrloch bis zur Geländeoberfläche abdichten, um die Möglichkeit des Eindringens von Verunreinigungen in möglicherweise durchteufte Grundwasserleiter zu verhindern. Das Abdichtungsmaterial muss einen dauerhaften, physikalisch und chemisch stabilen Einbau der Erdwärmesonde in den Untergrund sicherstellen. Es muss für alle möglicherweise auftretenden Einsatztemperaturen geeignet sein.

Das Abdichtungsmaterial muss nach dem Grad der Mineralisierung des Grundwassers und in Übereinstimmung mit dem geplanten Sondenfeldes ausgewählt werden.

Empfohlen werden Suspensionen aus Bentonit, Hochofenzement und Wasser, Suspensionen aus Bentonit, Hochofenzement, Sand und Wasser oder Suspensionen aus Bentonit, Sand und Wasser. Wenn reine Wasser-Bentonit-Suspensionen verwendet werden, muss ihre geringe Wärmeleitfähigkeit bei der Auslegung berücksichtigt werden.

Die eingesetzten Baustoffe müssen für Umwelt und Gesundheit chemisch unbedenklich sein.

5.3 Allgemeine Anforderungen vor der Installation

5.3.1 Anforderungen an die Bohr- und Installationsstelle

Vor Beginn der Bohrarbeiten müssen die Bohrstellen im vorgesehenen Gelände gekennzeichnet werden. Ihre Lage- und Höhenanordnung müssen exakt und in Übereinstimmung mit den örtlichen Bedingungen eingemessen und nach Abschluss der Installation in einen Lageplan eingetragen werden.

Die Bohr- und Installationsstellen müssen auf maßgebliche Gefährdungen, erdverlegte Leitungen und Kampfmittel überprüft werden; gegebenenfalls müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden. Bei einer Installation in kontaminierten Bereichen sind besondere Vorgehensweisen festzulegen und zu beachten.

Der Einfluss der Bohr- und Installationsarbeiten auf die Umwelt ist zu berücksichtigen. Besondere Maßnahmen sind zu treffen

- in Wassergewinnungsgebieten;
- in Bereichen mit artesischen oder gespannten Grundwasserbedingungen;
- in Untergründen mit quellfähigen oder erdfallgefährdeten Böden oder Gesteinen.

Der Abstand zu bestehenden Bauwerken sollte mindestens 2 m betragen; die Standsicherheit der Bauwerke darf nicht beeinträchtigt werden.