

DIN EN 13480-6

ICS 23.040.01

Ersatz für
DIN EN 13480-6:2014-12,
DIN EN 13480-6
Berichtigung 1:2016-10 und
DIN EN 13480-6/A1:2016-10

**Metallische industrielle Rohrleitungen –
Teil 6: Zusätzliche Anforderungen an erdgedeckte Rohrleitungen;
Deutsche Fassung EN 13480-6:2017**

Metallic industrial piping –
Part 6: Additional requirements for buried piping;
German version EN 13480-6:2017

Tuyauteries industrielles métalliques –
Partie 6: Exigences complémentaires pour les tuyauteries enterrées;
Version allemande EN 13480-6:2017

Gesamtumfang 39 Seiten

DIN-Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD)



Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 13480-6:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 267 „Metallische industrielle Rohrleitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird. Das zuständige deutsche Gremium ist der Arbeitsausschuss NA 082-00-17 AA im DIN-Normenausschuss Rohrleitungen und Dampfkesselanlagen (NARD).

Dieser Teil von DIN EN 13480 enthält die zusätzlichen Anforderungen, die an erdgedeckte Rohrleitungen gestellt werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 13480-6:2014-12, DIN EN 13480-6 Berichtigung 1:2016-10 und DIN EN 13480-6/A1:2016-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Norm wurde redaktionell überarbeitet;
- b) Überarbeitung von 5.2 bezüglich der Konstruktion von erdgedeckten Rohrleitungen;
- c) Aufnahme eines neuen Anhang A bezüglich der Berechnungen für erdgedeckte Rohrleitungen;
- d) Überarbeitung von A.3.5.6.4 „Spannung in der tragenden Länge des Rohres“;
- e) Überarbeitung von A.3.5.7 „Nicht eingespanntes Rohr“;
- f) Überarbeitung des Anhangs ZA zum Zusammenhang mit der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU.

Frühere Ausgaben

DIN EN 13480-6: 2004-10, 2012-11, 2013-11, 2014-12

DIN EN 13480-6/A1: 2006-03, 2016-10

DIN EN 13480-6 Berichtigung 1: 2016-10

Deutsche Fassung

Metallische industrielle Rohrleitungen - Teil 6: Zusätzliche Anforderungen an erdgedeckte Rohrleitungen

Metallic industrial piping - Part 6: Additional requirements for buried piping

Tuyauteries industrielles métalliques - Partie 6: Exigences complémentaires pour les tuyauteries enterrées

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 21. Juni 2017 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 CEN-CENELEC-Management-Zentrum 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, Serbien, 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.....	3
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Allgemeines.....	5
3.1 Sicherheit.....	5
3.2 Verlauf der Rohrleitung	6
3.3 Tiefe der Verlegung	6
3.4 Kennzeichnung der Rohre und Aufzeichnung	6
3.5 Festlegungen für die innere Prüfung	6
3.6 Beseitigung des Rohrinhaltes.....	7
3.7 Entwässerung des Grabens	7
4 Werkstoffe	7
5 Konstruktion und Berechnung	7
5.1 Mindest-Wanddicke für erdgedeckte Rohrleitungen.....	7
5.2 Konstruktion.....	8
6 Montage	9
6.1 Gräben.....	9
6.2 Verlegen des Rohres.....	9
6.3 Verfüllen.....	10
7 Schutzrohre oder Mantelrohre	10
8 Korrosionsschutz	10
8.1 Allgemeines.....	10
8.2 Umhüllungen	11
8.3 Kathodischer Schutz.....	11
9 Prüfungen	11
Anhang A (normativ) Berechnungen für erdgedeckte Rohrleitungen.....	12
A.1 Allgemeines.....	12
A.2 Werkstoffe	12
A.3 Konstruktion und Berechnung	12
Anhang Y (informativ) Entwicklung der EN 13480-6.....	35
Y.1 Unterschiede zwischen EN 13480-6:2012 und EN 13480-6:2017	35
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU.....	36
Literaturhinweise	37

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 13480-6:2017) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 267 „Industrielle Rohrleitungen und Fernrohrleitungen“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom AFNOR gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Dezember 2017, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Dezember 2017 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.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

In dieser Europäischen Norm ist der Anhang A informativ.

Diese Europäische Norm EN 13480 für industrielle Rohrleitungen aus metallischen Werkstoffen besteht aus den folgenden aufeinander verweisenden und zusammengehörenden acht Teilen:

- *Teil 1: Allgemeines*
- *Teil 2: Werkstoffe*
- *Teil 3: Konstruktion*
- *Teil 4: Fertigung und Verlegung*
- *Teil 5: Prüfungen*
- *Teil 6: Zusätzliche Anforderungen an erdgedeckte Rohrleitungen;*
- *CEN/TR 13480-7: Anleitung für den Gebrauch des Konformitätsbewertungsverfahrens*
- *Teil 8: Zusatzanforderungen an Rohrleitungen aus Aluminium und Aluminiumlegierungen*

Obwohl die Teile dieser Norm einzeln erhältlich sind, sollte erkennbar sein, dass sie voneinander abhängig sind. Die Herstellung von metallischen industriellen Rohrleitungen erfordert schlechthin die Anwendung aller relevanten Normteile, damit die Anforderungen der Norm ausreichend erfüllt werden können.

Diese Europäische Norm wird von einer Maintenance MHD Working Group bearbeitet, deren Aufgabe darauf beschränkt ist, Korrekturen und Interpretationen vorzunehmen, die im Zusammenhang mit EN 13480 stehen.

Anfragen können an diese Webadresse gerichtet werden: <http://www.unm.fr> (en13480@unm.fr). Über den Link zur MHD-Webseite kann auch ein Formular zur Übermittlung von Fragen heruntergeladen werden. Nachdem sich die Experten der Fachgebiete auf eine Antwort geeinigt haben, wird diese dem Fragesteller mitgeteilt. Korrigierte Seiten erhalten eine spezifische Ausstellungsnummer und werden von CEN nach den CEN-Regularien herausgegeben. Die Auswertungsbögen werden auf die Webseite des MHD gestellt.

Dieses Dokument ersetzt EN 13480-6:2012. Diese neue Ausgabe umfasst die vorher von den CEN-Mitgliedern genehmigten Änderungen und Korrekturen sowie die korrigierten Seiten bis Ausgabe 4 ohne jegliche technische Änderungen. Anhang Y liefert genaue Angaben zu den maßgeblichen technischen Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe.

Zu dieser neuen Ausgabe können von Zeit zu Zeit Änderungen/Ergänzungen herausgegeben werden, die unmittelbar als Alternative zu den hier verwendeten Regularien genutzt werden.

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, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt Anforderungen an ganz oder teilweise erdgedeckte industrielle Rohrleitungen fest, die teilweise in Schutzrohren oder ähnlichen Schutzvorrichtungen verlaufen. Es muss in Zusammenhang mit den anderen sieben Teilen der EN 13480 angewendet werden.

Werden erdgedeckte Rohrleitungen nach dieser vorliegenden Norm an Rohrleitungen angeschlossen, die unter eine andere Zuständigkeit fallen, z. B. Fernrohrleitungen, dann sollte der Übergang an einem Absperrorgan vorgenommen werden, z. B. an einem Absperr- oder Regelventil, durch das die beiden Abschnitte getrennt werden. Dies sollte in unmittelbarer Nähe des Grenzbereiches des Betriebsgeländes erfolgen, kann jedoch inner- oder außerhalb dieser Grenze sein.

Arbeitstemperatur bis 75 °C.

ANMERKUNG Bei höheren Temperaturen sollte auf EN 13941:2009+A1:2010 verwiesen werden, wobei jedoch berücksichtigt werden sollte, dass CEN/TC 107 nur vorummantelte Rohrleitungen mit Temperaturen bis 140 °C und Durchmessern bis 800 mm behandelt, die den neuesten Stand der Technik dieser Produkte darstellen.

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).

EN 13480-1:2017, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 1: Allgemeines*

EN 13480-2:2017, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 2: Werkstoffe*

EN 13480-3:2017, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 3: Konstruktion und Berechnung*

EN 13480-5:2017, *Metallische industrielle Rohrleitungen — Teil 5: Prüfung*

3 Allgemeines

3.1 Sicherheit

- a) Erdgedeckte Rohrleitungen innerhalb eines Betriebsgeländes stellen eine potentielle Gefährdung für das Personal, die Betriebsanlage und die Umwelt dar. Diese Norm enthält einen Leitfaden, wie die durch die Rohrleitung entstehende Gefährdung bewertet und die Integrität des Rohrleitungssystems bewahrt werden kann.

ANMERKUNG 1 Entsprechende nationale oder lokale Regelungen sind zu beachten.

- b) Die hauptsächlich zu berücksichtigenden Faktoren sind:

- Konstruktion, einschließlich Verlauf und Verlegung der Rohrleitung, Beeinflussung durch Verbindungssysteme;
- Werkstoffe und Festlegungen für die Bauausführung sowie Qualitätslenkung;
- Betriebsverfahren und Überwachung;

- Korrosionsschutz;
- Schutz und Verringerung der Auswirkungen bei äußerer Stoßbeanspruchung.

Alle Faktoren stehen in Wechselwirkung zueinander.

ANMERKUNG 2 Es wird empfohlen, alle erdgedeckten Rohrleitungen einem formellen Verfahren der Gefahrenanalyse zu unterziehen.

ANMERKUNG 3 Entsprechende nationale oder lokale Regelungen sind zu beachten.

- c) Zusätzliche Sicherheitsanforderungen können für Fluide der Gruppe 1 nach EN 13480-1:2017 festgelegt werden, einschließlich automatischer Vorrichtungen zum Absperren erdgedeckter Abschnitte der Rohrleitung.

3.2 Verlauf der Rohrleitung

Alle Trassen für erdgedeckte Rohrleitungen sind zwischen dem Eigentümer und dem Betreiber der Baustelle zu vereinbaren. Der Eigentümer des Geländes muss genaue Angaben über alle anderen vorhandenen oder geplanten unterirdischen Einrichtungen sowie alle Fahrwege oder andere Oberflächenbelastungen innerhalb der Arbeitsstreifenbreite oder -zone der geplanten Rohrleitung machen.

Rohrleitungen der Kategorie III nach EN 13480-1:2017 müssen von allen anderen Rohren oder Einrichtungen mindestens 0,25 m entfernt sein, außer es kann nachgewiesen werden, dass ein geringerer Abstand vertretbar ist.

3.3 Tiefe der Verlegung

Falls kein besonderer Schutz vorhanden ist (z. B. Betonplatten), müssen erdgedeckte Rohrleitungen eine Mindest-Überdeckung von 0,8 m haben.

Der Konstrukteur muss darauf achten, die Überdeckung über den Mindestwert hinaus zu erhöhen, falls durchdringende Kälte oder Frosthebungen des Bodens vorkommen können oder wenn Schäden durch Erdarbeiten möglich sind.

3.4 Kennzeichnung der Rohre und Aufzeichnung

Erdgedeckte Rohre müssen mit einem fortlaufenden Band oder anderen vereinbarten Mitteln direkt oberhalb des Rohres in einer Entfernung von mindestens 0,3 m markiert sein.

Alle erdgedeckten Rohre müssen auf den Einbauzeichnungen, in denen die Trasse, bezogen auf Tragwerke und andere dauerhafte Einrichtungen, genau verzeichnet ist, gekennzeichnet sein. Der Grundstückseigentümer kann verlangen, dass die Trasse mit Markierungspfosten oder Abdeckplatten in entsprechenden Abständen markiert wird.

3.5 Festlegungen für die innere Prüfung

Wird eine regelmäßige innere Prüfung der erdgedeckten Rohrleitung erwartet und in den Festlegungen das empfohlene Verfahren angegeben, dann muss der Konstrukteur die entsprechenden Mittel für die Einbringung und Entfernung der Prüfvorrichtungen vorsehen. Die Verschlussvorrichtungen und Öffnungen für die Prüfungen müssen nach EN 13480-3:2017 ausgelegt sein.

3.6 Beseitigung des Rohrinhaltes

Bei der Konstruktion des Rohrleitungssystems müssen das sichere Befüllen und die Beseitigung des Rohrinhaltes berücksichtigt werden. Dies umfasst Entlüftungs- und Entleerungsöffnungen bzw. -gefälle, je nach Vereinbarung, sowie die Auswahl geeigneter Bögen und Formstücke.

3.7 Entwässerung des Grabens

Der Konstrukteur muss berücksichtigen, dass die Rohrgräben für erdgedeckte Rohrleitungen Kanäle für Grundwasser bilden können. Es muss mit geeigneten Mitteln erreicht werden, dass die Sohle des Grabens ausreichend Gefälle zu Sickeranlagen oder Abzugskanälen hat, um eine Ansammlung von Wasser um die Rohrleitung zu verhindern. Sind diesbezügliche Maßnahmen nicht möglich, dann muss der Konstrukteur in seinen Konstruktionsberechnungen die Möglichkeit des Aufschwimmens der Rohrleitung berücksichtigen.

Zusätzlich muss über die Entwässerungseinrichtung die Entsorgung des hydrostatischen Prüfwassers erfolgen. Während der Entwässerung muss sichergestellt sein, dass es zu keiner Auswaschung der Bettungsschichten kommt.

4 Werkstoffe

Die Werkstoffe müssen den Anforderungen nach EN 13480-2:2017 entsprechen, wobei der Wert für die festgelegte Mindest-Bruchdehnung für die Längsrichtung (siehe EN 13480-2: 2017, 4.1.4) 20 % betragen muss.

Werkstoffe mit Dehnungswerten unter 20 % sind zu vermeiden und nur nach Vereinbarung zwischen Besteller und Konstrukteur zu verwenden.

5 Konstruktion und Berechnung

5.1 Mindest-Wanddicke für erdgedeckte Rohrleitungen

Die Wanddicke des Rohres darf den in Tabelle 1 angegebenen Wert nicht unterschreiten, außer wenn die Berechnungen zur Druckauslegung eine größere Wanddicke ergeben.

Tabelle 1 — Mindestwanddicke für erdgedeckte Rohrleitungen

Nennweite (DN)	Mindest-Wanddicke mm
$DN \leq 80$	3,2
$80 < DN \leq 150$	4,7
$150 < DN \leq 450$	6,35
$450 < DN \leq 600$	7,9
$600 < DN \leq 950$	9,5
$950 < DN$	1 % DN

5.2 Konstruktion

5.2.1 Ein einfaches eindimensionales Modell für erdgedeckte Rohre zusammen mit dem umgebenden Boden kann für Rohrleitungen nach EN 13480-3:2017 ausreichend sein. Eine komplexere Analyse der Wechselwirkung zwischen Rohr und Boden kann vorgenommen werden, wenn genaue geomechanische Daten ausreichend vorliegen oder wenn die Bedingungen dieses Abschnittes nicht eingehalten werden können.

ANMERKUNG Es wird angenommen, dass die durch die Rohrleitung auf den Boden übertragenen Belastungen die Tragfähigkeit des Bodens nicht überschreiten.

5.2.2 Der Konstrukteur muss bei seinen Berechnungen das Gewicht des Bodens oder der Verfüllung über dem Rohr sowie die höchste zu erwartende Verkehrslast oder andere auf den Boden über dem Rohr einwirkende statische und dynamische Belastungen berücksichtigen. Bei einer kleinsten, direkt erfolgenden (ersten) Überdeckung des Rohres mit 150 mm Sand oder einem ähnlichen frei fließenden Material kann davon ausgegangen werden, dass die Kräfte über den gesamten Winkel von 180° der oberen Rohrfläche angreifen.

5.2.3 Zusätzlich zu den Berechnungen bei Auslegungsdruck müssen die Belastungen auf das drucklose System berechnet werden.

5.2.4 Bewegungen des Rohres werden durch die Widerstandskraft an der Schnittstelle Rohr/Boden stark eingeschränkt und können an erdgedeckten Böden und großen Abzweigen wirksam verhindert werden. Falls keine speziellen Maßnahmen für eine relative Beweglichkeit getroffen werden, gelten erdgedeckte Rohre für Berechnungen als axial längskraftschlüssig.

Die axialen Spannungen, die sich durch Druck und Temperaturänderungen ergeben, sind wie folgt zu berechnen:

$$S_L = \nu S_p - E\alpha (\Delta T) \quad (1)$$

Dabei ist

S_L die Längsspannung $\leq 0,90 \times$ Streckgrenze bei Auslegungstemperatur;

S_p die nur durch den Druck verursachte Umfangsspannung;

ΔT der maximale Temperaturbereich;

ν die Poisson-Zahl.

5.2.5 Wird keine detaillierte Analyse durchgeführt, dann darf der maximale Temperaturbereich (einschließlich Einbautemperatur) nicht über 35 °C liegen, und längskraftschlüssige Elemente, z. B. erdgedeckte Bögen und T-Stücke, müssen lösbare Verbindungen von mindestens der fünffachen Nennweite haben. Detaillierte Analysen, falls durchgeführt, müssen EN 13480-3:2017, ergänzt um Anhang A (normativ), entsprechen.

5.2.6 Müssen seismische Vorgänge berücksichtigt werden, ist das Rohr so zu behandeln, als sei es starr mit dem Untergrund verbunden und den einwirkenden Verschiebungen unterworfen. Die dynamische Verstärkung darf außer Acht gelassen werden.

ANMERKUNG Es kann davon ausgegangen werden, dass der umgebende Boden alle harmonischen Erregungen des Rohres wirksam abdämpft.

5.2.7 Der Konstrukteur muss für alle Auslegungsbedingungen die Schnittstelle zwischen den unter- und oberirdisch verlegten Rohrabschnitten berücksichtigen.

Für statische Analysen ist der erdgedeckte Abschnitt so zu behandeln, als sei er zur Berücksichtigung thermischer Ausdehnung fest verankert, und es ist sicherzustellen, dass der oberirdisch verlegte Rohrabschnitt ausreichend beweglich ist, damit die Belastungen an der Schnittstelle beider Abschnitte den zulässigen Grenzwert nicht überschreiten.

Der Konstrukteur muss eine Analyse der Auswirkungen aller voraussehbaren Setzungen der erdgedeckten Rohrleitung in Bezug auf die weiterführende oberirdisch oder in Kanälen verlegte angeschlossene Rohrleitung durchführen und sicherstellen, dass die Anforderungen dieser Norm erfüllt werden.

ANMERKUNG Werden gasförmige Fluide durch die Rohrleitung befördert, sollte der Konstrukteur den wahrscheinlichen Temperaturanstieg in den Ablaufleitungen von Verdichtern und die entsprechende Temperaturminderung an der Ausströmöffnung von druckreduzierenden Geräten beachten.

Befinden sich solche Einrichtungen in der Rohrleitung in unmittelbarer Nähe eines erdgedeckten Abschnittes, muss der Konstrukteur die Auswirkungen der Temperaturänderung berücksichtigen.

6 Montage

6.1 Gräben

6.1.1 Das übliche Verfahren der Montage erfolgt über den Aushub von Gräben. Abschnitte des unterirdischen Rohres, die durch Druckbohrungen oder ähnliche Verfahren ohne Grabenaushebung montiert werden, müssen in Mantelrohren verlegt werden.

6.1.2 Die Grabensohle muss verfestigt und frei sein von scharfkantigen Teilen, Fels und Steinen. Der Graben muss ein ausreichendes Gefälle für die Entwässerung haben, damit die Gefahr des Aufschwimmens oder der Korrosion der Rohre so gering wie möglich gehalten wird. Wo erforderlich, müssen Sickeranlagen oder Abzugskanäle vorgesehen werden.

Die Rohrleitung muss auf einer ebenen Bettung aus Sand oder einem ähnlichen Material verlegt werden, weshalb die Längsbiegespannung auf Grund des Gewichtes unberücksichtigt bleiben kann.

6.1.3 Eine ausreichend tiefe Bettungsschicht aus frei fließendem Material, z. B. runder Sand oder feiner Kies, muss als Auflage für das Rohr und zur leichteren Entwässerung des Grabens vorgesehen werden.

6.2 Verlegen des Rohres

6.2.1 Vor dem Verlegen des Rohres muss der Graben im Wesentlichen frei von Wasser sein.

6.2.2 Es müssen ausreichend Möglichkeiten für einen Zugang zu den Verbindungen für eine sachgemäße Überprüfung während der hydrostatischen sowie anderer Prüfungen gegeben sein und um die Rohrverbindungen in den Gräben zu umwickeln oder auf andere Weise zu schützen. Für die Beseitigung des Prüfwassers aus Rohr und Graben müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden.

6.2.3 Vor der Verlegung der Rohrleitung muss die Rohrrinnenseite in Übereinstimmung mit den Anforderungen gereinigt sein.

6.2.4 Es sind alle zweckmäßigen Maßnahmen zu ergreifen, um eine Beschädigung des Rohres und dessen Beschichtung während der Lagerung und Verlegung des Rohres zu verhindern. Drahtseile und Ketten dürfen nicht zum Anheben der Rohre verwendet werden. Die Umhüllung der Rohre ist einer Sichtprüfung oder nach dem Verlegen des Rohres und vor der Verfüllung des Aushubs einer elektrischen Hochspannungsprüfung zu unterziehen.

6.3 Verfüllen

6.3.1 Alle Verbindungs- und Prüfvorgänge müssen vor Beginn des Verfüllens abgeschlossen sein.

6.3.2 Die erste Überdeckung der Rohrleitung muss mit frei fließendem Material bis auf eine Mindestüberdeckung von 150 mm erfolgen, wobei sichergestellt sein muss, dass der gesamte Rohrumfang mit dem Füllmaterial in Kontakt ist.

6.3.3 Das restliche Verfüllen muss mit dem Material erfolgen, das bei der Herstellung des Grabens ausgehoben wurde, oder gleiche Eigenschaften aufweisen. Pflanzliche Substanzen oder Abfallstoffe dürfen nicht verwendet werden. Das Verdichten darf erst beginnen, wenn eine Überdeckung von 0,3 m erreicht ist.

7 Schutzrohre oder Mantelrohre

Wenn über erdgedeckten Rohrleitungen mit starkem Verkehr oder gelegentlichen starken Belastungen zu rechnen ist, müssen die Rohre mit Schutz- oder Mantelrohren versehen werden. Diese sind ebenfalls bei Abschnitten anzubringen, bei denen der Einbau durch Druckbohrung oder ähnliche Verfahren erfolgt.

Die Mantelrohre müssen aus Stahl, Beton oder einer Kunststoffmischung bestehen und einen Durchmesser haben, der einen Spielraum zum Trägerrohr von mindestens 100 mm sicherstellt.

Sie müssen so ausgeführt sein, dass sie allen voraussichtlich auftretenden äußeren Belastungen ohne Berücksichtigung des Trägerrohres und der inneren Abstützungen standhalten. Die Dicke der Stahlrohre muss mindestens den nach EN 13480-3:2017 unter Berücksichtigung der aufgetragenen Belastungen geforderten Werten (oder mindestens 9,5 mm) entsprechen.

Um das Rohr sind mindestens drei Abstandshalter in Abständen anzubringen, die den Anforderungen an die Stützweite entsprechen, jedoch maximal 4 m.

Die Mantelrohre müssen an ihren Enden abgedeckt sein, um ein Eindringen von Wasser oder sonstigen Fremdstoffen zu verhindern. Muss der Ringraum zwischen Trägerrohr und Mantelrohr mit einem Fluid gefüllt werden, dann muss die Abdichtung nur dem Druck des Füllstoffes standhalten, sofern der Besteller nichts anderes festgelegt hat.

8 Korrosionsschutz

8.1 Allgemeines

Erdgedeckte Rohrleitungen müssen gegen äußere Korrosion durch Wasser und Verunreinigungen des Bodens

sowie gegen die Auswirkungen von elektrischen Streuströmen im Boden geschützt sein. Der Schutz muss durch eine Kombination von Umhüllen der Rohroberfläche und kathodischem Schutz erfolgen.

Bei den Festlegungen für Rohrleitungen ist es üblich, die erforderlichen Maßnahmen für den Korrosionsschutz von erdgedeckten Rohren anzugeben. Dies muss in Form von Spezifikationen für die Vorbereitung der Rohre, das Beschichten und den kathodischen Schutz erfolgen.

Es müssen alle entsprechenden Angaben über die vor Ort wahrscheinlich auftretenden Korrosionsgefahren bereitgestellt werden.

8.2 Umhüllungen

Alle Umhüllungen müssen für den umgebenden Untergrund geeignet sein und die mechanischen und elektrischen Eigenschaften aufweisen, die für die festgelegten Bedingungen zweckmäßig sind.

Falls nichts anderes festgelegt ist, muss der Hersteller für die Auswahl der geeigneten Umhüllungen die entsprechenden Europäischen Normen berücksichtigen.

Die Umhüllung muss fest mit der Rohroberfläche verbunden sein und an Stellen geometrischer Unregelmäßigkeiten und Flächen, die Beschädigungen durch äußere Einwirkungen ausgesetzt sind, gegen Bindungsverlust beständig sein.

Die Umhüllung muss möglichst außerhalb des Einsatzortes aufgebracht werden, damit dieser Vorgang unter günstigsten Bedingungen erfolgen kann. Bei einer Beschichtung vor Ort dürfen alternative Verfahren angewendet werden, um den erforderlichen Schutz zu erreichen, z. B. Nachumhüllen der Verbindungen oder ähnlicher kleiner Bereiche mit Band. Es muss sorgfältig darauf geachtet werden, ein Verfahren zu wählen, bei dem sich eine einwandfreie Verbindung mit der Umhüllung des Hauptrohrkörpers ergibt und das für die Einbaubedingungen geeignet ist.

8.3 Kathodischer Schutz

Ein kathodischer Schutz von erdgedeckten Rohrleitungen wird vorgenommen, um das Risiko aggressiver örtlicher Korrosion an Stellen, an denen die Schutzschicht fehlerhaft ist oder werden könnte, zu verringern.

Der Schutz erfolgt entweder durch galvanische Anoden oder Fremdstromanoden. Der Schutz muss möglichst schnell nach dem Einbau eingerichtet werden.

Bei komplexen Industrieanlagen sind die Risiken von Streuströmen im Boden zu beachten und der Konstrukteur des Schutzsystems muss die mögliche Wechselwirkung mit anderen vor Ort befindlichen elektrischen Anlagen berücksichtigen.

Der Konstrukteur muss sicherstellen, dass bei allen erdgedeckten Rohrleitungen der elektrische Durchgang gegeben ist.

ANMERKUNG Flansche und andere Rohrleitungsteile erfordern eventuell spezielle Anschlüsse, um den elektrischen Durchgang sicherzustellen.

Bei elektrischen Anschlüssen an Rohrleitungen müssen durchgeschweißte Platten verwendet werden, die mit dem Werkstoff der Druckschale kompatibel sind. Eine direkte Verbindung mit der Rohrwand ist nicht zulässig.

Erdgedeckte Rohrleitungen müssen gegen oberirdische Rohrabschnitte mit Isolierflanschen oder ähnlichen Mitteln elektrisch isoliert werden.

9 Prüfungen

Erdgedeckte Rohrleitungen müssen nach EN 13480-5:2017 geprüft werden.

Wo durchführbar, müssen unterirdische Abschnitte der Rohrleitung vor dem Verlegen in den Graben einer Druckprüfung und alle Anschlüsse einer Dichtheitsprüfung oder anderen anerkannten zerstörungsfreien Prüfungen unterzogen werden.

Anhang A **(normativ)**

Berechnungen für erdgedeckte Rohrleitungen

A.1 Allgemeines

Dieser Anhang beschreibt die für erdgedeckte Rohrleitungen geltenden Anforderungen in Ergänzung der in EN 13480-3:2017 und EN 13480-6:2017 festgelegten Anforderungen.

Es wird vorgeschlagen, bei der Berechnung der erdgedeckten Rohrleitungen die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

- Gewicht des Bodens oder der Verfüllung über dem Rohr in Abhängigkeit der verschiedenen Verlegearten;
- auf den Boden über dem Rohr einwirkende statische und dynamische Belastungen (z. B. Verkehrslasten);
- Beweglichkeit und Stabilität der Rohrleitung unter der Einwirkung von Druck und Temperaturänderungen.

A.2 Werkstoffe

Die in EN 13480-2:2017 festgelegten Anforderungen gelten ohne Einschränkung.

Es muss jedoch beachtet werden, dass die bei erdgedeckten Rohrleitungen auftretenden Korrosionserscheinungen deutlich anders sein können als die, die sich bei oberirdisch, in Kanälen oder Tunneln verlegten Rohrleitungen zeigen.

A.3 Konstruktion und Berechnung

A.3.1 Berechnungsverfahren

- a) Ermittlung der erforderlichen Wanddicken nach den in EN 13480-3:2017 enthaltenen Gleichungen, wenn die Rohrleitung nur durch Innendruck beansprucht wird;
- b) Ermittlung der Belastungen durch Verfüllung (A.3.2) und Auflasten (A.3.3);
- c) Überprüfung der in a) festgelegten Wanddicken für die verschiedenen Betriebsbedingungen, unter denen die in b) festgelegten Belastungen gelten (A.3.4);
- d) Überprüfung der Gesamt-Stabilität des erdgedeckten Rohrleitungssystems.

A.3.2 Ermittlung der Belastungen durch Verfüllung

A.3.2.1 Allgemeines

Die folgenden Verlegeverfahren für erdgedeckte Rohrleitungen werden behandelt:

- Rohrleitungen für schmale Gräben;
- Rohrleitungen für breite Gräben oder hohe Überdeckungen/Dammbedingungen.

A.3.2.2 Symbole

Für die Anwendung dieses Anhangs gelten die folgenden Symbole:

C_{tass} Setzungsverhältnis (siehe A.3.2.5.1b));

C_{dyn} Beiwert zur Berücksichtigung der dynamischen Auswirkung der Auflasten;

D_o Rohr-Außendurchmesser. Bei genormten Rohren ist D_o der theoretische Außendurchmesser, ohne Grenzabmaße;

e_{ord} bestellte Wanddicke;

E_t Bodenmodul des Verfüllmaterials;

E Elastizitätsmodul des Rohrleitungswerkstoffes (siehe EN 13480-3:2017);

H_t Gesamthöhe von der Oberseite der Rohrleitung bis zur Oberfläche des gewachsenen Bodens (Überdeckung);

H_e Abstand zwischen der Ebene der gleichmäßigen Setzung und der Oberseite des Rohres;

k Verhältnis des Verfüllmaterials zwischen Seitendruck und Vertikaldruck (Rankine-Beiwert):

$$k = \left\{ \tan \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi}{2} \right) \right\}^2$$

L_t Breite des Grabens in der Horizontalebene mit dem Rohrscheitel;

γ_t spezifisches Gewicht des Verfüllmaterials

φ innerer Reibungswinkel des Materials zur Auffüllung des Grabens;

μ innerer Reibungsbeiwert des Verfüllmaterials;

μ' Gleitreibungsbeiwert zwischen Verfüllmaterial und Grabenwänden;

μ' ist immer kleiner oder gleich μ , und μ' kann gleich μ gesetzt werden, sofern Verfüllmaterial in angemessener Qualität (Homogenität) verwendet wird;

F Belastung je Längeneinheit.

A.3.2.3 Bodeneigenschaften

In Ermangelung spezifischer Daten dürfen für die Konstruktion und Berechnung von erdgedeckten Rohrleitungen die in nachstehender Tabelle enthaltenen Werte zugrunde gelegt werden.

Tabelle A.3.2.3 — Bodeneigenschaften und Verfüllmaterial

Art des Bodens	Dichte daN/m ³	φ °	$\mu = \tan(\varphi)$	k	$\mu' = \tan(\varphi')$	$k \mu$	$k \mu'$
Mutterboden ^a	1 450	22	0,404			0,184	0,184
Teilweise verdichteter (feuchter) Mutterboden ^b	1 440			0,330	0,500		0,165
Gesättigter Mutterboden ^b	1 760			0,370	0,400		0,150
Sandiger Ton ^c		25		0,406			
Ton ^c		22					
Schluffiger Ton ^c	2 000	20	0,364			0,178	0,178
Fetter Ton — Sandiger Ton ^a	1 800	14	0,249			0,152	0,152
Feuchter Ton ^a	2 000	12	0,213			0,139	0,139
Gelber Ton, feucht und teilweise verdickt ^b	1 600			0,330	0,400		0,130
Gesättigter gelber Ton oder Lehm ^b	2 080			0,370	0,300		0,110
Grobkiesiger Sand ^c		43					
Mittelsand ^c		40					
Feinsand ^c		38					
Schluffiger Sand ^c		36					
Unverdichteter Sand ^a	1 700	31	0,601			0,192	0,192
Sand — Kies ^a	2 000	33	0,649			0,191	0,191
Lehmiger Sand ^a	1 800	22	0,404			0,184	0,184
Gesättigter lehmiger Sand ^b	2 110			0,350	0,400		0,140
Trockener Sand ^b	1 600			0,330	0,500		0,165
Feuchter Sand ^b	1 920			0,330	0,500		0,165
Schlamm ^c		18					
Sumpfboden — Torf ^a	1 700	12	0,213			0,139	0,139

(fortgesetzt)

Tabelle A.3.2.3 (abgeschlossen)

Art des Bodens	Dichte daN/m ³	φ °	$\mu = \tan(\varphi)$	k	$\mu' = \tan(\varphi')$	$k \mu$	$k \mu'$
Lehmiger Löss (alluviale Ablagerungen) ^a	2 100	18	0,325			0,172	0,172
Lehm — Mergel — Schlechter Ton ^a	2 100	22	0,404			0,184	0,184
Sandiger Schluff ^a	1 800	25	0,466			0,189	0,189
Kies — Kieselsteine ^a	1 900	37	0,754			0,187	0,187
Lockeres kieshaltiges Verfüllmaterial ^b	1 700			0,330	0,580		0,192
Steinig-sandiges Verfüllmaterial ^b	1 900			0,330	0,500		0,165
Feucht-lehmiges Verfüllmaterial ^b	2 000			0,330	0,450		0,150
^a Berechnung der äußeren Belastungen auf erdgedeckte Rohrleitungen — CERIB 1970. ^b Theorie der äußeren Belastungen auf geschlossene Leitungen nach neuesten Versuchen — MARSTON 1930. ^c Stabilität von erdgedeckten Rohrleitungen — E.M.YASSINE u. V.I. TCHERNIKINE — Moskau 1968.							

A.3.2.4 Rohrleitungen für schmale Grabenbedingungen

A.3.2.4.1 Definition

Eine Rohrleitung gilt als Rohrleitung für schmale Grabenbedingungen (Bilder A.3.2.4.1-1) bis A.3.2.4.1-4)), wenn eine der folgenden Bedingungen erfüllt ist:

$$\frac{L_t}{D_o} < 2 \text{ und } \frac{H_t}{L_t} \geq 1,5$$

oder

$$2 \leq \frac{L_t}{D_o} \leq 3 \text{ und } \frac{H_t}{L_t} \geq 3,5$$

Ist keine dieser Bedingungen erfüllt, gilt die Rohrleitung als Rohrleitung für breite Grabenbedingungen.

A.3.2.4.2 Berechnung der Belastung durch Verfüllen

Die Belastung je Längeneinheit, mit der die Rohrleitung beansprucht wird, ergibt sich aus den Gleichungen (A.3.2.4.1-1) und (A.3.2.4.1-2):

$$F_1 = C_1 \gamma L_t H_t \quad (\text{A.3.2.4.2-1})$$

$$C_1 = \frac{L_t}{2 k \mu' H_t} \left\{ 1 - e^{\left(\frac{-2 k \mu' H_t}{L_t} \right)} \right\} \quad (\text{A.3.2.4.2-2})$$

Der Wert für C_1 kann in Abhängigkeit von dem Verhältnis H_t/L_t und dem Produkt $k\mu'$ direkt aus Bild A.3.2.4.2 entnommen werden.

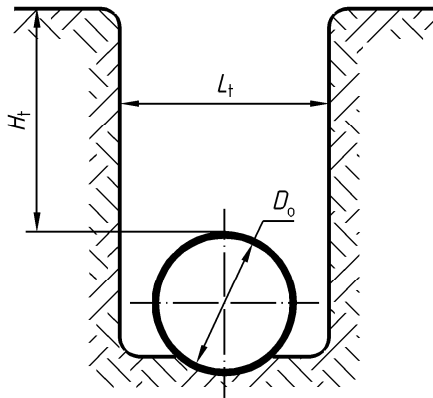


Bild A.3.2.4.1-1

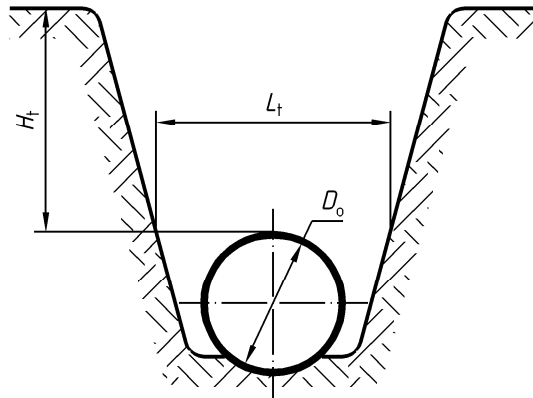


Bild A.3.2.4.1-2

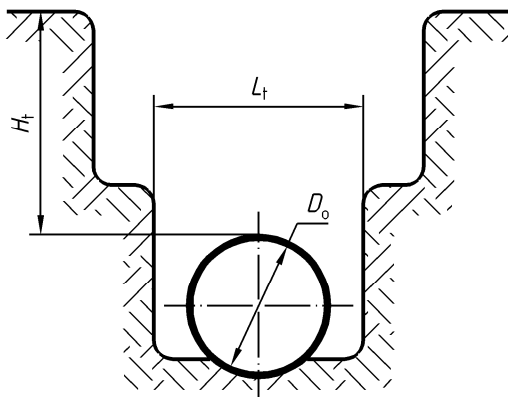


Bild A.3.2.4.1-3

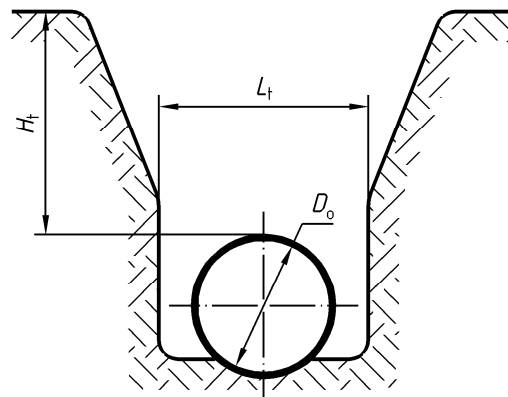


Bild A.3.2.4.1-4

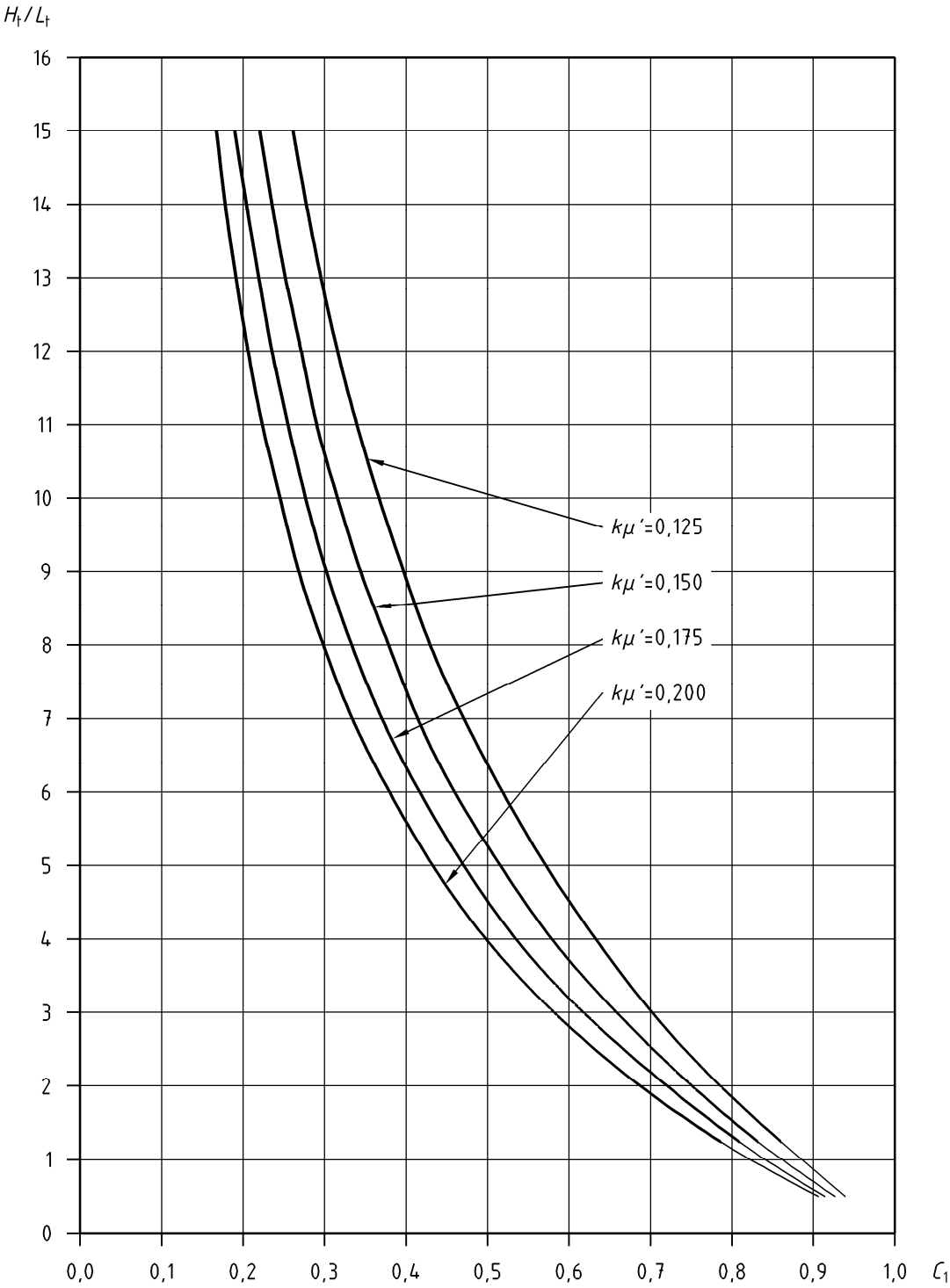


Bild A.3.2.4.2 — Bestimmung von C_1

A.3.2.5 Rohrleitungen für breite Grabenbedingungen oder hohe Überdeckungen (Dammbedingungen)

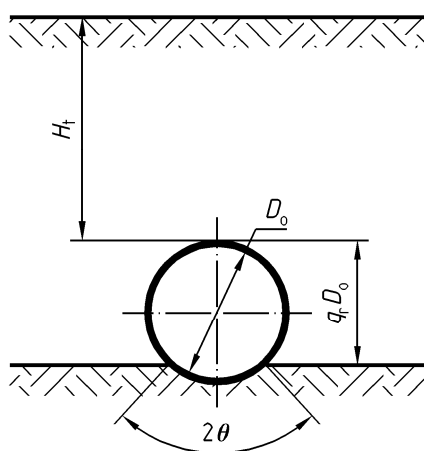
A.3.2.5.1 Definitionen

a) Projektionsverhältnis

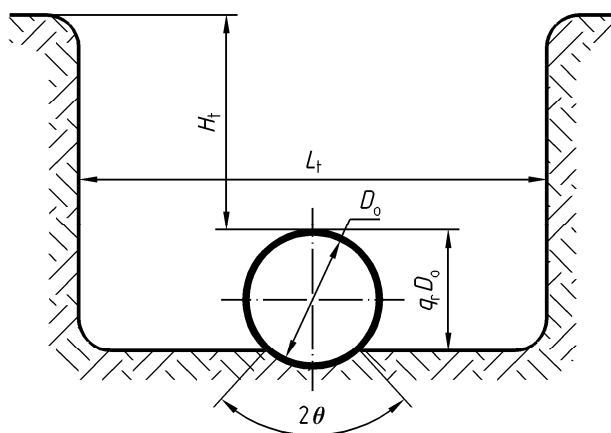
Das Projektionsverhältnis, q_r , ist in den Bildern A.3.2.5.1-1 und A.3.2.5.1-2 dargestellt, und die am häufigsten eingesetzten Werte sind in Tabelle A.3.2.5.1-1 angegeben.

Tabelle A.3.2.5.1-1 — Werte für das Projektionsverhältnis q_r

Winkel 2θ	q_r
0°	1
30°	0,98
60°	0,93
90°	0,85
120°	0,75



Bilder A.3.2.5.1-1



Bilder A.3.2.5.1-2

b) Setzungsverhältnis

Das Setzungsverhältnis, C_{tass} , ergibt sich wie folgt:

$$C_{\text{tass}} = \frac{\Delta S_1 + \Delta S_2 - \Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta S_1} \quad (\text{A.3.2.5.1-1})$$

Dabei ist (siehe Bild A.3.2.5.1-3)

- ΔS_1 die Setzung der Verfüllung neben der Rohrleitung, gemessen zwischen der Ebene des gewachsenen Bodens und der Horizontalebene mit dem Rohrscheitel;
- ΔS_2 die Setzung des gewachsenen Bodens unter der Verfüllung neben der Rohrleitung;
- ΔT_1 die Setzung der Rohrleitung in den gewachsenen Boden;
- ΔT_2 die Abweichung des Rohres von der vertikalen Höhe.

ANMERKUNG Nach der Verfüllung sind zwei Fälle möglich:

- Die Verfüllung über der Rohrleitung setzt sich weniger als die übrige Verfüllung. In diesem Fall, der einer „starren“ Rohrleitung entspricht (siehe ANMERKUNG 2), tendieren die Scherkräfte an den Grenzen zu einer Erhöhung der Belastung auf die Rohrleitung, und das Setzungsverhältnis wird positiv.
- Die Verfüllung über der Rohrleitung setzt sich mehr als die übrige Verfüllung. In diesem Fall, der einer „halb-starren“ bzw. „flexiblen“ Rohrleitung entspricht (siehe ANMERKUNG 2), tendieren die Scherkräfte an den Grenzen zu einer Reduzierung der Belastung auf die Rohrleitung, und das Setzungsverhältnis wird negativ.

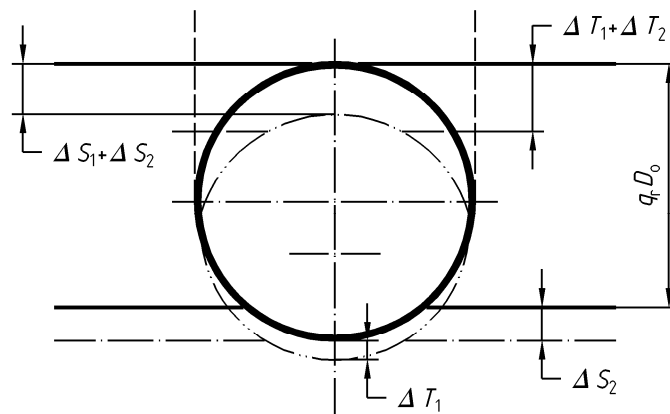


Bild A.3.2.5.1-3

Tabelle A.3.2.5.1-2 enthält eine für diesen Setzungsbeiwert für die häufigsten Fälle empfohlene Wertereihe:

Tabelle A.3.2.5.1-2 — Setzungsbeiwert C_{tass}

„Starre“ Rohrleitung auf Fels oder festem Boden	+ 1,0
„Starre“ Rohrleitung auf gewöhnlichem Boden	+ 0,8 bis + 0,5
„Starre“ Rohrleitung auf unverfestigtem Boden	+ 0,5 bis 0
„Elastische“ Rohrleitung mit unverdichteter Verfüllung auf beiden Seiten	– 0,4 bis – 0,2
„Elastische“ Rohrleitung mit leicht verdichteter Verfüllung auf beiden Seiten	– 0,2 bis 0
„Elastische“ Rohrleitung mit gut verdichteter Verfüllung auf beiden Seiten	0 bis + 0,4
„Elastische“ Rohrleitung mit optimal verdichteter Verfüllung auf beiden Seiten	+ 0,4 bis + 0,8
ANMERKUNG 1 Eine Rohrleitung kann als „starre“ Rohrleitung betrachtet werden, wenn $\left(\frac{E}{E_t}\right) \left(\frac{2e}{D_o}\right)^3 \geq 1$ ANMERKUNG 2 Bei einer „starren“ Rohrleitung, bei der keine Verformung auftritt, und wenn der Baugrund inkompressibel ist, ist der Setzungsbeiwert gleich 1.	

c) Ebene der gleichmäßigen Setzung

Die Ebene der gleichmäßigen Setzung ist definiert als die Ebene, über der die Setzung der Verfüllung über der Rohrleitung und die der Verfüllung unmittelbar neben der Rohrleitung identisch sind. Der Abstand, H_e , von der Ebene der gleichmäßigen Setzung bis zum Rohrscheitel kann aus den folgenden Gleichungen ermittelt werden:

$$C_{\text{tass}} > 0$$

$$e^{\left(\frac{+2k\mu H_e}{D_o}\right)} - \frac{2k\mu H_e}{D_o} = +2k\mu q_r C_{\text{tass}} + 1 \quad (\text{A.3.2.5.1-2})$$

$$C_{\text{tass}} < 0$$

$$e^{\left(\frac{-2k\mu H_e}{D_o}\right)} + \frac{2k\mu H_e}{D_o} = -2k\mu q_r C_{\text{tass}} + 1 \quad (\text{A.3.2.5.1-3})$$

ANMERKUNG Der Wert für H_e kann direkt aus Bild A.3.2.5.1-4 abgeleitet werden.

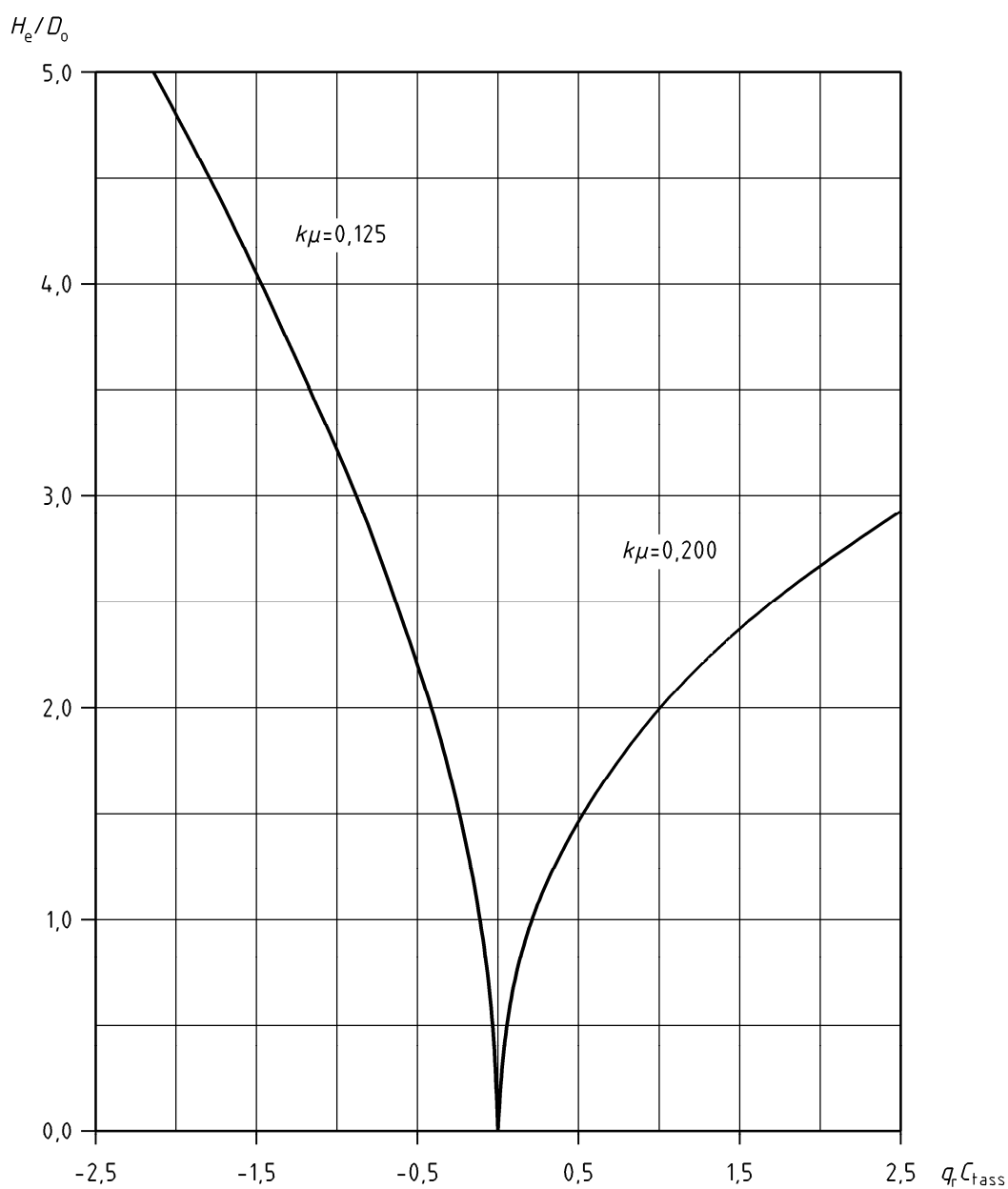


Bild A.3.2.5.1-4 — Ebene der gleichmäßigen Setzung — Ermittlung von H_e

A.3.2.5.2 Berechnung der Belastung durch die Verfüllung

Die Belastung der Rohrleitung je Längeneinheit ergibt sich durch Gleichung (A.3.2.5.2-1).

$$F_2 = C_2 \gamma_t D_o H_t \quad (\text{A.3.2.5.2-1})$$

Der Beiwert C_2 ergibt sich aus den folgenden Gleichungen:

a) $H_e > H_t$: virtuelle Ebene der gleichmäßigen Setzung

$$C_{\text{tass}} > 0$$

$$C_2 = \frac{e^{\left(\frac{+2 k_{\mu} H_t}{D_o}\right)} - 1}{+2 k_{\mu}} \frac{D_o}{H_t} \quad (\text{A.3.2.5.2-2})$$

$$C_{\text{tass}} < 0$$

$$C_2 = \frac{e^{\left(\frac{-2 k_{\mu} H_t}{D_o}\right)} - 1}{-2 k_{\mu}} \frac{D_o}{H_t} \quad (\text{A.3.2.5.2-3})$$

b) $H_e < H_t$: tatsächliche Ebene der gleichmäßigen Setzung

$$C_{\text{tass}} > 0$$

$$C_2 = \frac{e^{\left(\frac{+2 k_{\mu} H_e}{D_o}\right)} - 1}{+2 k_{\mu}} \frac{D_o}{H_t} + \left(1 - \frac{H_e}{H_t}\right) e^{\left(\frac{+2 k_{\mu} H_e}{D_o}\right)} \quad (\text{A.3.2.5.2-4})$$

$$C_{\text{tass}} < 0$$

$$C_2 = \frac{e^{\left(\frac{-2 k_{\mu} H_e}{D_o}\right)} - 1}{-2 k_{\mu}} \frac{D_o}{H_t} + \left(1 - \frac{H_e}{H_t}\right) e^{\left(\frac{-2 k_{\mu} H_e}{D_o}\right)} \quad (\text{A.3.2.5.2-5})$$

Der Wert für C_2 kann für verschiedene Werte von k_{μ} direkt aus Bild A.3.2.5.2 entnommen werden.

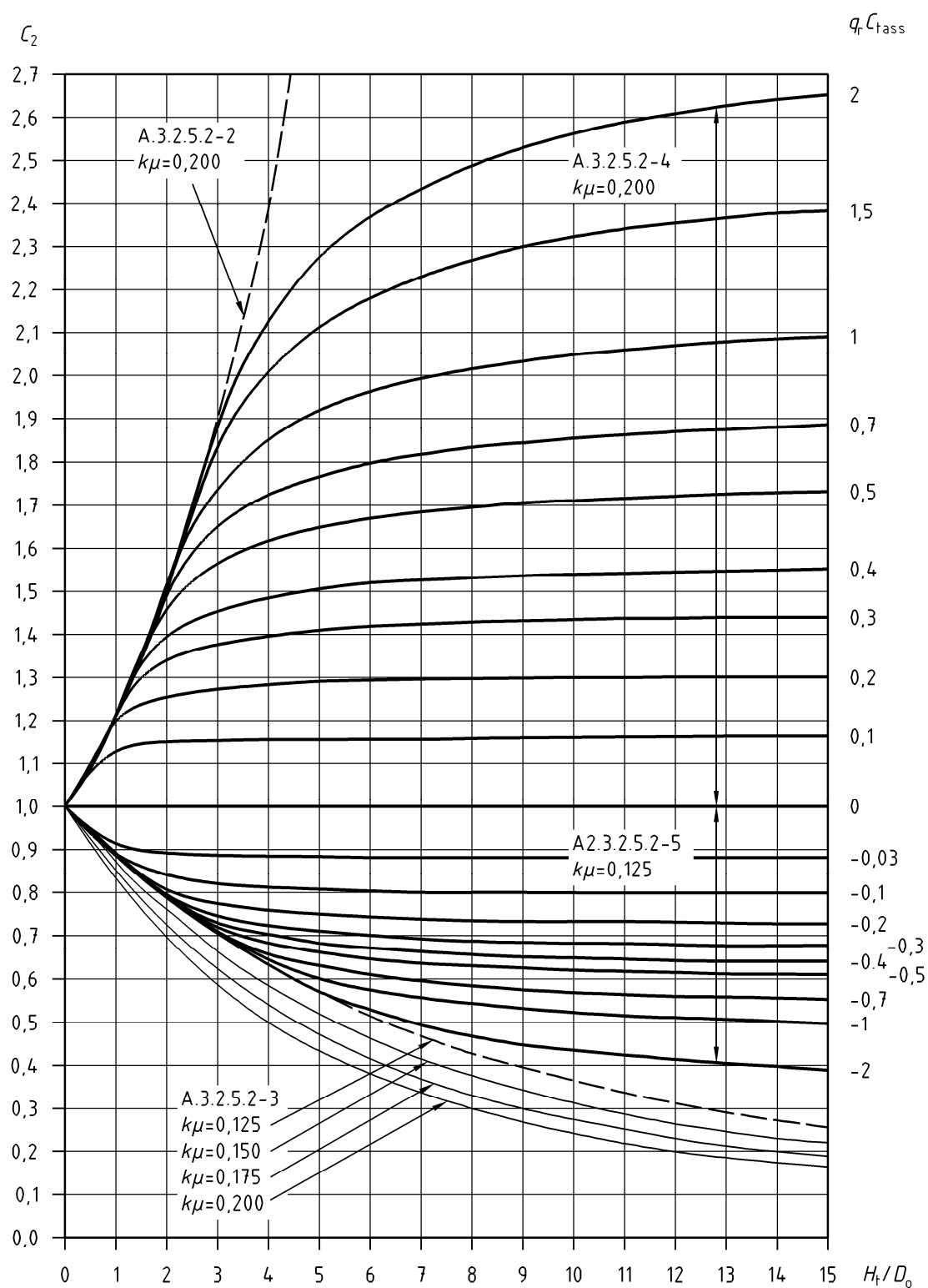


Bild A.3.2.5-2

A.3.3 Ermittlung der Belastungen durch Auflasten

A.3.3.1 Einzellast

Bei einer einzelnen Auflast F_c in Newton ergibt sich die Belastung der Rohrleitung je Längeneinheit durch Gleichung (A.3.3.1-1):

$$F_7 = C_7 \frac{F_c}{L} C_{\text{dyn}} \quad (\text{A.3.3.1-1})$$

$$C_7 = \frac{2}{\pi} \{C_{71} + C_{72}\}$$

$$C_{71} = \arctan \left(\frac{B}{H_t} \frac{A \{A^2, , +, , B^2\} - 2 A H_t \{R_r, , -, , H_t\}}{\{A^2, , +, , B^2\} \{R_r, , -, , H_t\} - H_t \{R_r, , -, , H_t\}^2} \right)$$

$$C_{72} = \left(\frac{B H_t}{\{B^2, , +, , H_t^2\}} \frac{A \{R_r^2, , +, , H_t^2\}}{\{A^2, , +, , H_t^2\} R_r} \right)$$

Der Beiwert C_7 kann direkt aus den Bildern A.3.3.1-1 und A.3.3.1-2 entnommen werden, mit:

$$A = L/2$$

$$B = D_0/2$$

$$C_{\text{dyn}} = 1 + \frac{0,3}{H_t} \quad \text{Straßen und Wege}$$

$$= 1 + \frac{0,6}{H_t} \quad \text{Eisenbahn und Flughafen}$$

$$= 1 \quad \text{Statische Einzellast}$$

$$L = \text{Länge der Rohrleitung, belastet mit } F_c \text{ (gleich 1, wenn die tatsächliche Länge der betreffenden Rohrleitung 1 überschreitet)}$$

$$F_c = \text{Einzellast}$$

$$R_r = \sqrt{A^2 + B^2 + H_t^2}$$

A.3.3.2 Verteilte Last

Für eine Flächenlast von p_r in N/mm² ergibt sich die Belastung der Rohrleitung je Längeneinheit durch Gleichung (A.3.3.2-1):

$$F_8 = C_8 p_r D_0 C_{\text{dyn}} \quad (\text{A.3.3.2-1})$$

$$C_8 = \frac{2}{\pi} \{C_{81} + C_{82}\}$$

$$C_{81} = \arctan \left(\frac{B}{H_t} \frac{A \{A^2, , +, , B^2\} - 2 A H_t \{R_r, , -, , H_t\}}{\{A^2, , +, , B^2\} \{R_r, , -, , H_t\} - H_t \{R_r, , -, , H_t\}^2} \right)$$

$$C_{82} = \left(\frac{B H_t}{\{B^2, , +, , H_t^2\}} \frac{A \{R_r^2, , +, , H_t^2\}}{\{A^2, , +, , H_t^2\} R_r} \right)$$

Der Beiwert C_8 kann direkt aus den Bildern A.3.3.1-1 und A.3.3.1-2 entnommen werden, mit:

A	=	L	
B	=	D_0	Maße der von der Flächenlast betroffenen Projektionsflächen
C_{dyn}	=	$1 + \frac{0,3}{H_t}$	Straßen und Wege
	=	$1 + \frac{0,6}{H_t}$	Eisenbahn und Flughafen
	=	1	Statische Lasten
p_r	=		Oberflächendruck durch verteilte Auflast
R_r	=	$\sqrt{A^2 + B^2 + H_t^2}$	Flächenlast

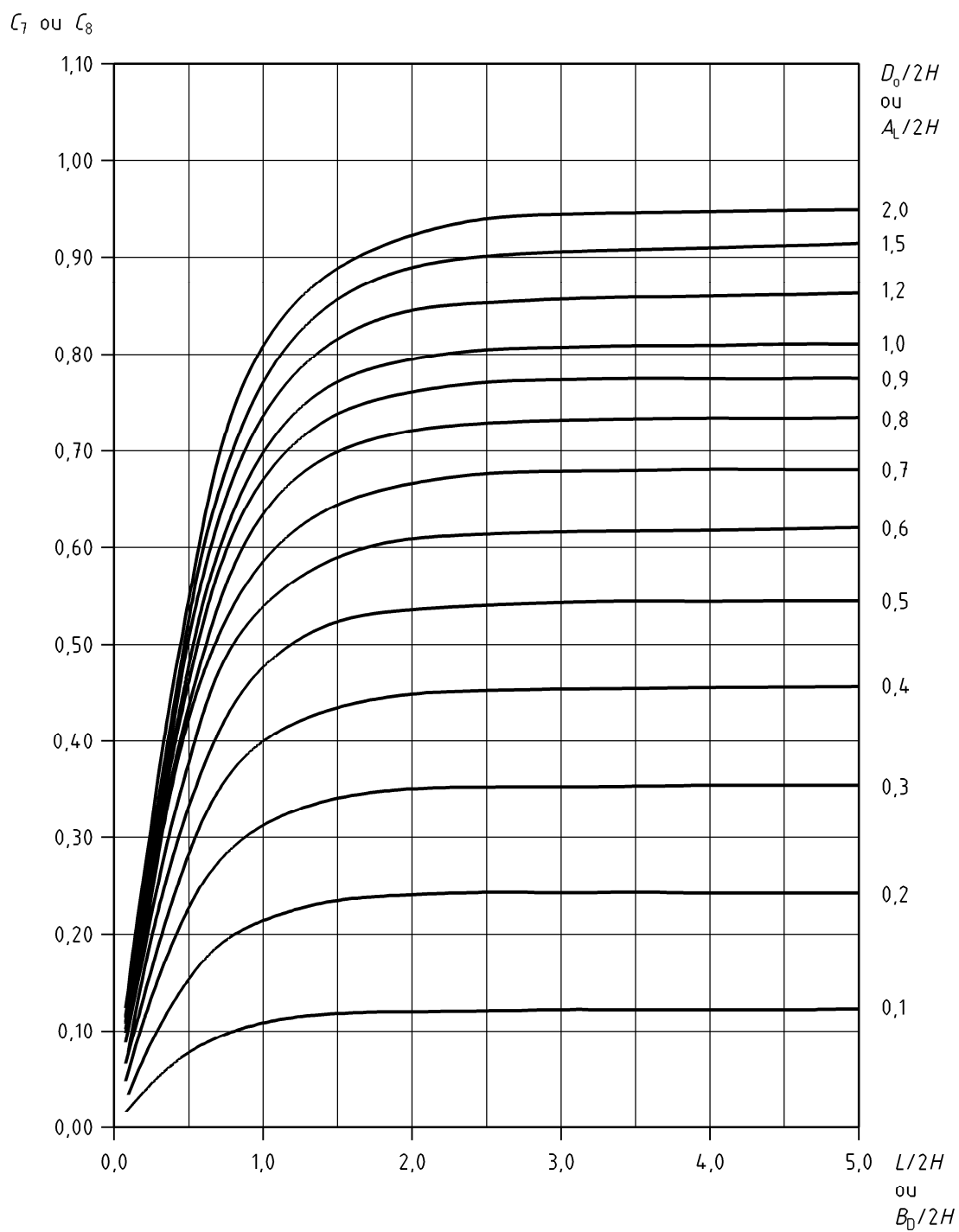


Bild A.3.3.1-1

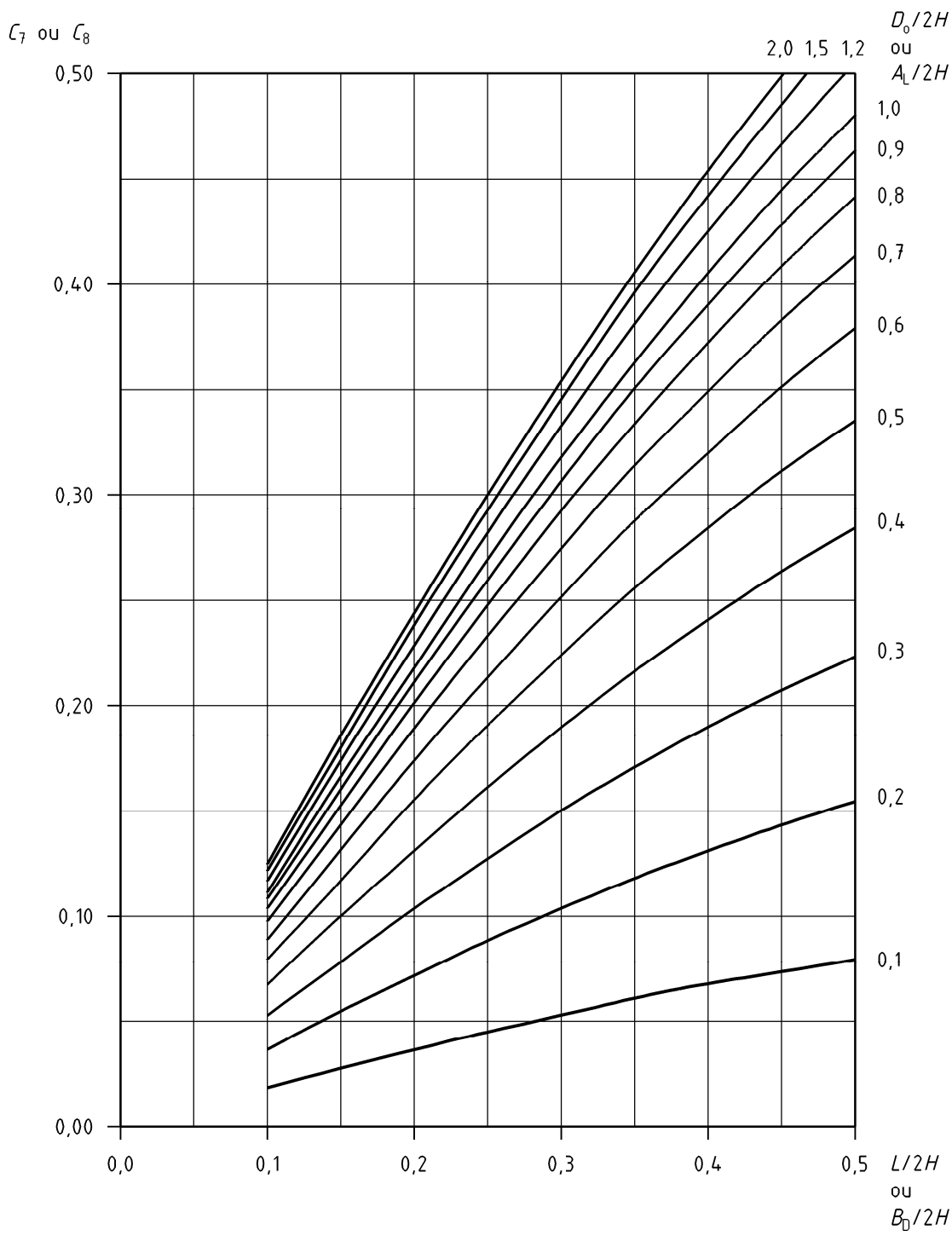


Bild A.3.3.1-2

A.3.4 Ermittlung der auf die Rohrleitung einwirkenden Momente

A.3.4.1 Allgemeines

Die nachstehenden Gleichungen ermöglichen die Ermittlung der an beliebigen Stellen der Rohrleitungswandung einwirkenden Momente für verschiedene Lastfälle. Durch die Überlagerung dieser verschiedenen Lastfälle kann das Verhalten dieser Rohrleitung berücksichtigt werden.

Die Spannungen $\sigma(\alpha)$ können von den Werten der resultierenden Momente $M(\alpha)$ unter Verwendung nachstehender Gleichung abgeleitet werden:

$$\sigma(\alpha) = \frac{M(\alpha)}{I/v}$$

A.3.4.2 Durch Verfüllung und Auflasten verursachte Momente

A.3.4.2.1 Belastung je Längeneinheit

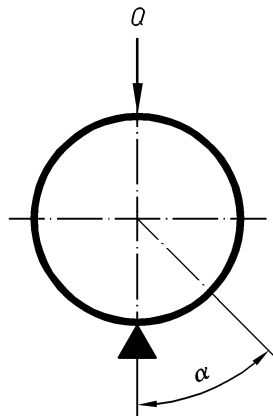


Bild A.3.4.2.1

$$M(\alpha) = \left(\frac{1}{\pi} - \frac{\sin \alpha}{2} \right) Q \frac{D_m}{2} \quad (\text{A.3.4.2.1-1})$$

Dabei ist

D_m der mittlere Durchmesser;

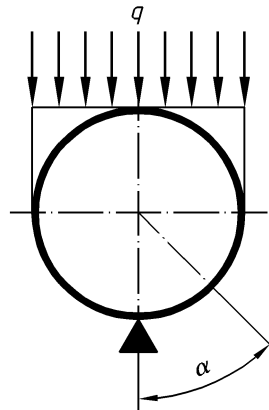
Q die gesamte Belastung je Längeneinheit

mit $Q = F_1 + F_7$ (wenn A.3.3.1 gilt) + F_8 (wenn A.3.3.2 gilt), falls A.3.2.4 gilt;

oder $Q = F_2 + F_7$ (wenn A.3.3.1 gilt) + F_8 (wenn A.3.3.2 gilt), falls A.3.2.5 gilt.

A.3.4.2.2 Verteilte Last

Zur Berücksichtigung der Belastungen durch Verfüllung und Auflasten ist nachstehend ein weniger konservatives Verfahren angegeben.

**Bild A.3.4.2.2**

$$0 \leq \alpha \leq \pi / 2$$

$$M(\alpha) = q \left(\frac{D_m}{2} \right)^2 \left(\frac{1}{\pi} + \frac{3}{8} - \sin \alpha - \frac{\cos \alpha}{3\pi} \right) \quad (\text{A.3.4.2.2-1})$$

$$\pi / 2 \leq \alpha \leq \pi$$

$$M(\alpha) = q \left(\frac{D_m}{2} \right)^2 \left(\frac{1}{\pi} - \frac{1}{8} - \frac{(\sin \alpha)^2}{2} - \frac{\cos \alpha}{3\pi} \right) \quad (\text{A.3.4.2.2-2})$$

Dabei ist

q die Belastung je Längeneinheit, bezogen auf den mittleren Durchmesser $q = \left(\frac{Q}{D_m} \right)$;

D_m der mittlere Durchmesser.

A.3.4.3 Eigengewicht des Rohres

$$M(\alpha) = p_{cw} \left(\frac{D_m}{2} \right)^2 \left(-(\pi - \alpha) \sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{2} + 1 \right) \quad (\text{A.3.4.3-1})$$

Dabei ist

p_{cw} das Gewicht des Rohres je Längeneinheit Umfang.

A.3.4.4 Hydrostatischer Druck

$$M(\alpha) = \frac{p_w}{2} \left(\frac{D_m}{2} \right)^3 \left(-(\pi - \alpha) \sin \alpha + \frac{\cos \alpha}{2} + 1 \right) \quad (\text{A.3.4.4-1})$$

Dabei ist

p_w die Gewichtseinheit.

A.3.4.5 Berücksichtigung der Einbettungsbedingung (z. B. durchgehende Abstützung auf Sandbett)

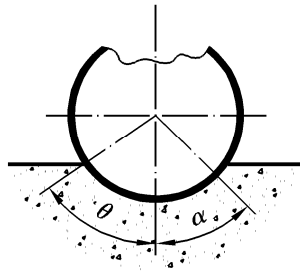


Bild A.3.4.5

$$\alpha \leq \theta$$

$$M(\alpha) = \frac{q_{\text{total}}}{2\pi} \left(\frac{D_m}{2} \right)^2 (2U + K \cos \alpha + 2\pi \{(\theta - \alpha) \sin \alpha - \cos \alpha + \cos \theta\}) \quad (\text{A.3.4.5-1})$$

$$\alpha \geq \theta$$

$$M(\alpha) = \frac{q_{\text{total}}}{2\pi} \left(\frac{D_m}{2} \right)^2 (2U + K \cos \alpha) \quad (\text{A.3.4.5-2})$$

mit

$$U = 2 \sin \theta - \theta (\cos \theta + 1) \quad (\text{A.3.4.5-3})$$

$$K = \theta - \sin \theta \cos \theta \quad (\text{A.3.4.5-4})$$

Dabei ist

q_{total} die gesamte verteilte Last (Verfülllast, Eigengewicht und hydrostatischer Druck).

A.3.5 Globale Stabilität eines erdgedeckten Rohrleitungssystems

A.3.5.1 Allgemeines

Das nachstehend beschriebene Verfahren ermöglicht die Prüfung der Stabilität einer durch betriebsbedingte Druck- und Temperaturwechsel beanspruchten erdgedeckten Rohrleitung für eine Betriebstemperatur über 35 °C.

A.3.5.2 Symbole

Für die Anwendung der folgenden Abschnitte gelten zusätzlich zu den in A.3.2.2 festgelegten Symbolen die folgenden Symbole:

S	Rohrquerschnitt
α_t	Wärmeausdehnungsfaktor
Δt	Temperaturwechsel zwischen Einbautemperatur (Verfüllung) und Arbeitstemperatur
σ_c	Umfangsspannung in einem Rohr bedingt durch positiven Innendruck
D_m	mittlerer Durchmesser des Rohres
W_p	Gewicht des Rohres je Längeneinheit
I	Trägheit des Rohres
S	Rohrquerschnitt
E	Elastizitätsmodul des Rohrwerkstoffes
R_{ultim}	Zulässige Verformung des Rohres

A.3.5.3 Belastung eines geraden Rohrleitungsabschnitts durch Druck und Temperatur

$$F_a = S (E \alpha_t \Delta t + 0,2 \sigma_c) \quad (\text{A.3.5.3})$$

A.3.5.4 Reaktion des Bodens

$$R = \gamma_t (H_t + D_m)^2 \left[\tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \right]^2 D_m \quad (\text{A.3.5.4})$$

A.3.5.5 Ermittlung der tragenden Länge

Die tragende Länge eines geraden Rohrabschnitts ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$L_{\text{eff}} = \frac{F_a - Q}{F_{\text{eff}}} \quad (\text{A.3.5.5-1})$$

Dabei ist

$$F_{\text{eff}} = \mu'' (2 \gamma_t D_m H_t + W_p) \quad (\text{A.3.5.5-2})$$

mit

$$\mu'' = 0,5 \text{ Schlamm — Ton}$$

$$\mu'' = 0,4 \text{ Sand}$$

$$\mu'' = 0,3 \text{ Kies}$$

A.3.5.6 Eingespanntes Rohr

Wenn bei einem geraden Rohrabschnitt die Summe der jeweils am Ende dieses Abschnitts ermittelten tragenden Längen, wo zutreffend, geringer ist als die tatsächliche Länge, gelten die folgenden Prüfungen.

A.3.5.6.1 Stabilität des eingespannten Rohres

Kritische Last

$$F_c = 4,09 \sqrt[11]{p^2 \bar{q}^4 E^5 I^3 S^2} \quad (\text{A.3.5.6.1-1})$$

Dabei ist

$$p = \mu'' \bar{q}_a$$

$$\bar{q}_a = 0,8 \times 2\gamma_t D_m H_t + 0,9 W_p$$

$$\bar{q} = 0,9 W_p + 0,8 \gamma_t \left(H_t + \frac{D_m}{2} \right) \left[\tan \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \right]^2 \tan \phi + \gamma_t D_m H_t$$

und 0,8 und 0,9 sind Sicherheitsbeiwerte.

Zulässige Last

$$F_{\text{all}} = \frac{F_c}{1,1} \quad (\text{A.3.5.6.1-2})$$

Die Konstruktion ist zulässig, wenn

$$F_a \leq F_{\text{all}} \quad (\text{A.3.5.6.1-3})$$

Diese Überprüfung muss mit oder ohne Druck im Rohr und mit oder ohne Verfüllung durchgeführt werden.

A.3.5.6.2 Längsdruckspannung in dem eingespannten Rohrabschnitt

$$\sigma_L = -E \alpha_t \Delta t + 0,3 \sigma_{\text{Lc}} \quad (\text{A.3.5.6.2-1})$$

Dabei ist

σ_L die Umfangsspannung durch Druck.

Die Konstruktion ist zulässig, wenn

$$\sigma_{\text{L}} \leq 0,9 R_{\text{eHt}} \quad (\text{A.3.5.6.2-2})$$

mit

R_{eHt} nach EN 13480-3:2017, Tabelle 3.2-1.

A.3.5.6.3 Stabilität der tragenden Länge des Rohres

Kritische Last für einen Radius Rohrbogen/Rohrkrümmer $\leq 1,5 D$

$$F_c = 3,25 \sqrt[11]{p^2 q^4 E^5 I^3 S^2} \quad (\text{A.3.5.6.3-1})$$

Zulässige Last

$$F_{\text{all}} = \frac{F_c}{1,1} \quad (\text{A.3.5.6.3-2})$$

Die Konstruktion ist zulässig, wenn

$$F_a \leq F_{\text{all}} \quad (\text{A.3.5.6.3-3})$$

A.3.5.6.4 Spannung in der tragenden Länge des Rohres

Faktor K

$$K = \frac{\frac{R}{2 D_m}}{R_{\text{ultim}} (H + D_m)} \quad (\text{A.3.5.6.4-1})$$

Dehnung der tragenden Länge unter Berücksichtigung der Reibung (zur Information)

$$Y_1 = \frac{1}{2 S E} (F_a - R) L_{\text{eff}} \quad (\text{A.3.5.6.4-2})$$

Faktor β, c, R'

$$\beta = \left(\frac{K}{4 E I} \right)^{\frac{1}{4}} \quad (\text{A.3.5.6.4-3a})$$

$$c = F_a + \left(\frac{\beta S E F_{\text{eff}}}{K} \right) \quad (\text{A.3.5.6.4-3b})$$

$$R' = c - \sqrt{c^2 - F_a^2} \quad (\text{A.3.5.6.4-3c})$$

Gesamtdehnung (zur Information)

$$Y_2 = \frac{R' \beta}{K} \quad (\text{A.3.5.6.4-4})$$

Biegemoment

$$M_f = \frac{R_l}{2\beta} \quad (\text{A.3.5.6.4-5})$$

Die Konstruktion ist zulässig, wenn

$$\sigma_f = \frac{M_f}{\frac{I}{v}} \leq 0,9 R_{eHt} \quad (\text{A.3.5.6.4-6})$$

A.3.5.7 Nicht eingespanntes Rohr

Wenn bei einem geraden Rohrabschnitt die Summe der tragenden Längen größer ist als die tatsächliche Länge, dann gilt das in A.3.5.6.4 angegebene Verfahren mit der Gleichung (A.3.5.6.4-2) und für L_{eff} der errechnete Wert oder L , falls $L_{\text{eff}} > L$.

Anhang Y (informativ)

Entwicklung der EN 13480-6

Y.1 Unterschiede zwischen EN 13480-6:2012 und EN 13480-6:2017

Die Ausgabe der EN 13480-6 von 2017 enthält die Ausgabe der Norm von 2012 sowie alle in der Zwischenzeit veröffentlichten Änderungen und/oder Korrekturen.

Die maßgeblichen technischen Änderungen sind:

- Überarbeitung von 5.2 bezüglich der Konstruktion von erdgedeckten Rohrleitungen;
- Aufnahme eines neuen Anhang A bezüglich der Berechnungen für erdgedeckte Rohrleitungen;
- Überarbeitung von A.3.5.6.4 „Spannung in der tragenden Länge des Rohres“;
- Überarbeitung von A.3.5.7 „Nicht eingespanntes Rohr“;
- Überarbeitung des Anhangs ZA zum Zusammenhang mit der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU.

ANMERKUNG Die oben genannten Änderungen beinhalten die maßgeblichen technischen Änderungen, stellen aber keine umfassende Auflistung aller Modifikationen dar.

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2014/68/EU

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines von der Europäischen Kommission erteilten Normungsauftrages M/071 „Normungsauftrag an CEN über Druckgeräte“ erarbeitet, um ein freiwilliges Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Sinne dieser Richtlinie in Bezug genommen worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten normativen Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereiches dieser Norm zur Vermutung der Konformität mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA

**Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und der
Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU**

Grundlegende Sicherheitsanforderungen der Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU Anhang I	Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Erläuterungen/Anmerkungen
6 (a) und 6 (g)	3.1 b) und 7	Rohrleitungen nach Artikel 3, Nummer 1.3
2.2	5.1	Auslegung auf die erforderliche Belastbarkeit
2.2.3 b)	5.2	Berechnungsverfahren
2.6	8.1 bis 8.3	Korrosion
2.2.3	Anhang A	Berechnungsverfahren

WARNHINWEIS 1 — Die Konformitätsvermutung bleibt nur bestehen, so lange die Fundstelle dieser Europäischen Norm in der im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlichten Liste erhalten bleibt. Anwender dieser Norm sollten regelmäßig die im Amtsblatt der Europäischen Union zuletzt veröffentlichte Liste einsehen.

WARNHINWEIS 2 — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien anwendbar sein.

Literaturhinweise

- [1] EN 13941:2009+A1:2010, *Berechnung und Verlegung von werkmäßig gedämmten Verbundmantelrohren für die Fernwärme*
- [2] Richtlinie 2014/68/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung von Druckgeräten auf dem Markt