

	DIN EN 1594	
ICS 23.040.01; 75.200	Ersatz für DIN EN 1594:2013-12	
Gasinfrastruktur – Rohrleitungen für einen maximal zulässigen Betriebsdruck über 16 bar – Funktionale Anforderungen; Deutsche Fassung EN 1594:2024 Gas infrastructure – Pipelines for maximum operating pressure over 16 bar – Functional requirements; German version EN 1594:2024 Infrastructures gazières – Canalisation pour pression maximale de service supérieure à 16 bar – Prescriptions fonctionnelles; Version allemande EN 1594:2024 Diese Norm wurde in das DVGW-Regelwerk aufgenommen.		
		Gesamtumfang 76 Seiten
DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas) DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG) DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)		

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1594:2024) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 032-02-01 AA „Gastransportleitungen“ im DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas).

Diese Norm wird in das DVGW-Regelwerk „Gas“ aufgenommen.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1594:2013-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Hinzufügung von Ergänzungen in Bezug auf verfügbare Technologien, wie z. B. Aspekte der Streckenkontrolle, Korrosionsschutz, Aspekte von Gasen mit niedriger Zündenergie, wie z. B. Wasserstoff;
- b) Umstrukturierung und Neuformulierung des Anwendungsbereichs zum besseren Verständnis (Abschnitt 1);
- c) Aktualisierung der Verweisungen auf andere Dokumente (Abschnitt 2 und Literaturhinweise);
- d) Überarbeitung der Begriffe einschließlich der Klärung des Begriffs „Gas“ (Abschnitt 3).
- e) Hinzufügen von Vorkehrungen zum Abblasen, Wiederverdichten und Abfackelung (Abschnitt 7);
- f) Anpassung der Mindestwerte für die Kerbschlagarbeit an die entsprechenden Sicherheitswerte (Abschnitt 8);
- g) Entfernen aller Anhänge, da sie veraltet waren und als durch andere Europäische Normen abgedeckt gelten;
- h) Hinzufügung eines neuen normativen Anhangs mit Anforderungen an die Rissausbreitung bei Rohrleitungen (Anhang A), die aus EN ISO 3183:2012 übernommen wurden, da sie in der aktuellen Ausgabe von EN ISO 3183 (veröffentlicht im Jahr 2019) nicht mehr enthalten sind;
- i) Hinzufügen eines neuen informativen Anhangs mit Empfehlungen in Bezug auf Wasserstoffleitungen (Anhang B).

Frühere Ausgaben

DIN EN 1594: 2000-09, 2009-06, 2013-12

Deutsche Fassung

Gasinfrastruktur —
Rohrleitungen für einen maximal zulässigen Betriebsdruck
über 16 bar —
Funktionale Anforderungen

Gas infrastructure —
Pipelines for maximum operating pressure over 16 bar —
Functional requirements

Infrastructures gazières —
Canalisation pour pression maximale de service
supérieure à 16 bar —
Prescriptions fonctionnelles

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 1. Oktober 2023 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, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, 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: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	6
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe	13
4 Qualitätssicherungs- und Managementsysteme	18
5 Sicherheit und Umwelt	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Geeignete Sicherheitsmaßnahmen	19
5.3 Trassierung	20
5.3.1 Allgemeines	20
5.3.2 Vermessung	20
5.3.3 Umweltverträglichkeit	20
5.3.4 Bodenverhältnisse	21
5.4 Abstände zwischen Streckenarmaturen	21
6 Druckabsicherung	22
6.1 Druckniveaus	22
6.2 Normalbetrieb	22
6.3 Anforderungen an Einrichtungen zur Druckabsicherung	22
6.4 Leitungssysteme mit einem Auslegungsdruck $DP \leq 40$ bar und einer Umfangsspannung $\leq 0,45 R_{t0,5}$	23
6.5 Leitungssysteme mit einem Auslegungsdruck $DP \leq 24$ bar und einer Umfangsspannung $\leq 0,30 R_{t0,5}$	23
7 Planung	24
7.1 Allgemeines	24
7.1.1 Planungsgrundsätze	24
7.1.2 Planungsgrundlagen	24
7.2 Bestimmung der Wanddicke	25
7.2.1 Gerades Rohr	25
7.2.2 Bögen	25
7.3 Zusätzliche Anforderungen an die Planung	26
7.3.1 Kräfte	26
7.3.2 Erforderliche Bodenkennwerte	27
7.3.3 Leitungsmodelle	27
7.4 Spannungs- und Dehnungsanalyse	28
7.4.1 Elastische und erweiterte elastische Analyse	28
7.4.2 Auslegung nach Grenzzuständen	29
7.5 Bau- und Berechnungsbericht	30
7.6 Bodennutzung und bodenmechanische Untersuchungen	31
7.7 Rohrdeckung	31
7.8 Mantelrohre	31
7.9 Auslegung von Stationen	32
7.9.1 Planung	32
7.9.2 Anlagenteile	33
7.9.3 Gegenseitige Beeinflussung von Stationen und landverlegten Leitungsabschnitten	33
7.9.4 Rohrleitungen in Gasanlagen	34
7.10 Rohrleitungsteile	34
7.11 Molchbarkeit	34
7.12 Vorkehrungen zum Abblasen, Wiederverdichten und Abfackeln	34
7.13 Korrosionsschutz	35
7.13.1 Allgemeines	35

7.13.2	Äußere Umhüllung und Beschichtung	35
7.13.3	Kathodischer Korrosionsschutz	36
7.14	Netzanschlüsse	37
8	Werkstoffe und Bauteile	37
8.1	Allgemeines	37
8.1.1	Werkstoff	37
8.1.2	Anforderungen an die Herstellung	37
8.1.3	Herstellungsverfahren	38
8.1.4	Schweißbarkeit	38
8.1.5	Mechanische Eigenschaften	39
8.1.6	Prüfzeugnisse	40
8.1.7	Sonstige Stähle	40
8.1.8	Unterlagen	40
8.2	Rohre	40
8.3	Formstücke	41
8.3.1	Allgemeines	41
8.3.2	Herstellung	41
8.4	Flanschverbindungen	41
8.5	Isolierstücke	41
8.5.1	Typprüfung	41
8.5.2	Festigkeitsprüfung	41
8.5.3	Elektrische Prüfung	42
8.5.4	Äußere Dichtheitsprüfung	42
8.6	Armaturen	42
8.7	Umhüllung, Beschichtung und Auskleidung	42
8.8	Vorbereitung der Schweißkanten	42
9	Bau	42
9.1	Allgemeines	42
9.2	Verlegung	42
9.2.1	Allgemeines	42
9.2.2	Auspflückung	43
9.2.3	Baustellenbesichtigung	43
9.2.4	Arbeitsstreifen	43
9.2.5	Oberboden	43
9.2.6	Rohrgraben	43
9.2.7	Erdverlegte Fremdleitungen (Rohrleitungen und Kabel)	44
9.2.8	Rohrtransport und Vorstrecken	45
9.2.9	Bögen	45
9.2.10	Schweißen und Schweißnahtprüfung	46
9.2.11	Rohrumhüllung	46
9.2.12	Absenken	49
9.2.13	Schutz gegen Auftrieb	49
9.2.14	Einbindungen	49
9.2.15	Verfüllen des Rohrgrabens	49
9.2.16	Wiederherstellung	50
9.2.17	Kennzeichnung der verlegten Gasleitung	50
9.2.18	Abschließende Besichtigung mit Eigentümern bzw. Pächtern	50
9.3	Sonderbauwerke	50
9.3.1	Allgemeines	50
9.3.2	Kreuzungen von Straßen und Wegen im offenen Rohrgraben	51
9.3.3	Grabenlose Verlegeverfahren für Kreuzungen	51
9.3.4	Anforderungen für Mantelrohre	54
9.3.5	Dükerung	54
9.3.6	Horizontal Directional Drilling (HDD-Verfahren, Richtbohren)	54
9.4	Reinigung	55
9.5	Prüfung	56
9.5.1	Allgemeines	56

9.5.2	Prüfungsvorbereitung	56
9.5.3	Festigkeitsprüfung	56
9.5.4	Dichtheitsprüfung	57
9.5.5	Vorabprüfung	57
9.5.6	Wasserfreimolchung	57
9.5.7	Garantienähte	58
9.6	Übergabe	58
9.6.1	Bestandsunterlagen	58
9.6.2	Maßnahmen vor der Inbetriebnahme	58
9.6.3	Übergabe an den Betrieb und Dokumentation	58
10	Betrieb und Instandhaltung	58
10.1	Allgemeines	58
10.1.1	Strategie	58
10.1.2	Sicherheit und Umwelt	59
10.2	Organisation	59
10.3	Anweisungen für Betrieb und Instandhaltung	60
10.4	Alarmplan	60
10.5	Dokumentation	61
10.6	Inbetriebnahme	61
10.7	Außerbetriebnahme	61
10.8	Wiederinbetriebnahme	61
10.9	Instandhaltung, Änderungen und Reparaturen	62
10.9.1	Allgemeines	62
10.9.2	Leistungsüberprüfung, Inspektion und Kontrolle	62
10.9.3	Durchführung von Reparaturen und Änderungen	63
10.9.4	Trennen der Rohrleitung	63
10.9.5	Arbeiten an in Betrieb befindlichen Leitungen	63
10.9.6	Reparaturarbeiten nach einer Notfallsituation	63
10.9.7	Sonstige Instandsetzungsmaßnahmen	64
10.10	Das Einspeisen von Wasserstoff in bestehende Erdgasleitungen	65
10.11	Stilllegung und Rückbau	65
Anhang A	(normativ) Anforderungen an die Rissausbreitung von Leitungsrohren	66
A.1	Allgemeines	66
A.2	CVN-Kerbschlagversuch	67
A.3	Fallgewichtsversuch	70
A.4	Prüfstücke, Verfahren und Häufigkeit für CVN- und DWT-Versuche	70
Anhang B	(informativ) Wasserstoffgasleitungen	71
B.1	Allgemeines	71
B.2	Neue Leitungssysteme	71
B.3	Bestehende Leitungssysteme	71
B.4	Sonstige Erwägungen	72
Literaturhinweise		73

Bilder

Bild 1	— Schematische Darstellung von Rohrleitungen für die Gasversorgung über 16 bar	10
Bild 2	— Anleitung für Druckabsicherungssysteme	23
Bild 3	— Beispiel einer Armaturenstation an einem molchbaren Leitungssystem	35
Bild 4	— Überblick über grabenlose Verlegeverfahren	53

Tabellen

Tabelle 1	— Kleinste Bestellwanddicken	33
-----------	--	----

Tabelle 2 — Überblick über Verfahren zur grabenlosen Rohrverlegung 52
Tabelle A.1 — Die Definition von Schwachgas 66
**Tabelle A.2 — Minimale Anforderungen an die CVN Kerbschlagarbeit bei einem Nutzungsgrad
von 0,625 und einem Auslegungsdruck von ≤ 80 bar 67**
**Tabelle A.3 — Minimale Anforderungen an die CVN-Kerbschlagarbeit bei einem Nutzungsgrad
von 0,625 und einem Auslegungsdruck von > 80 und ≤ 100 bar 68**
**Tabelle A.4 — Minimale Anforderungen an die CVN-Absorptionsenergie für einen Nutzungsgrad
von 0,72 und einen Auslegungsdruck von ≤ 80 bar 69**
**Tabelle A.5 — Minimale Anforderungen an die CVN-Absorptionsenergie bei einem Nutzungsgrad
von 0,72 und einem Auslegungsdruck von > 80 und ≤ 100 bar 69**

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 1594:2024) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis spätestens September 2024, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis spätestens September 2024 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument ersetzt EN 1594:2013.

Die wesentlichen Änderungen zwischen diesem Dokument und der Vorgängerausgabe EN 1594:2013 sind die folgenden:

- Hinzufügung von Ergänzungen in Bezug auf verfügbare Technologien, wie z. B. Aspekte der Streckenkontrolle, Korrosionsschutz, Aspekte von Gasen mit niedriger Zündenergie, wie z. B. Wasserstoff;
- Umstrukturierung und Neuformulierung des Anwendungsbereichs zum besseren Verständnis (Abschnitt 1);
- Aktualisierung der Verweisungen auf andere Dokumente (Abschnitt 2 und Literaturhinweise);
- Überarbeitung der Begriffe einschließlich der Klärung des Begriffs „Gas“ (Abschnitt 3).
- Hinzufügen von Vorkehrungen zum Abblasen, Wiederverdichten und Abfackeln (Abschnitt 7);
- Anpassung der Mindestwerte für die Kerbschlagarbeit an die entsprechenden Sicherheitswerte (Abschnitt 8);
- Entfernen aller Anhänge, da sie veraltet waren und als durch andere Europäische Normen abgedeckt gelten;
- Hinzufügung eines neuen normativen Anhangs mit Anforderungen an die Rissausbreitung bei Rohrleitungen (Anhang A), die aus EN ISO 3183:2012 übernommen wurden, da sie in der aktuellen Ausgabe von EN ISO 3183 (veröffentlicht im Jahr 2019) nicht mehr enthalten sind;
- Hinzufügen eines neuen informativen Anhangs mit Empfehlungen in Bezug auf Wasserstoffleitungen (Anhang B).

Dieses Dokument wurde im Rahmen eines Normungsauftrags an CEN durch die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone erstellt.

CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“ hat eine vollständige Reihe von Funktionsnormen für alle Stufen der Gasinfrastruktur von der Einspeisung in das Transportsystem bis zur Inneninstallation unmittelbar vor den Gasverbrauchseinrichtungen in Haushalt, Gewerbe und Industrie ausgearbeitet.

Die Einhaltung dieses Dokuments stellt die Interoperabilität, Sicherheit und Anforderungen an die Zuverlässigkeit von Leitungssystemen sicher.

Die Richtlinie 2009/73/EG bezüglich gemeinsamer Vorschriften für den Binnenmarkt von Erdgas und die Verordnung (EG) Nr. 715/2009, die die Anforderungen zum Zugang zu den Erdgasfernleitungsnetzen aufführt, stellen auch auf die technische Sicherheit (security) einschließlich der technischen Zuverlässigkeit der europäischen Gassysteme ab. Diese Aspekte und die Richtlinie (EU) 2018/2001 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen fallen auch in den Anwendungsbereich der CEN/TC 234-Normen. CEN/TC 234 hat vor diesem Hintergrund die aufgezeigten EU-Gesetze bewertet und, wenn notwendig, dieses Dokument entsprechend geändert.

CEN/TC 234 wird dieses Dokument regelmäßig an den Stand der Technik anpassen.

Alle Rückmeldungen und Fragen zu diesem Dokument sollten an die nationale Normungsorganisation des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Stellen ist auf der CEN-Website zu finden.

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

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die allgemeinen funktionalen Anforderungen an Leitungssysteme des landverlegten Gasleitungsnetzes und gilt für Stahlrohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck im Bereich von über 16 bar. Sie enthält normative und informative Anforderungen an Leitungssysteme für eine sichere und zuverlässige Gasinfrastruktur. Sie trifft Festlegungen für Planung, Bau und Betrieb sowie zugehörige Aspekte der Sicherheit, des Umweltschutzes und der Gesundheit mit dem Ziel, eine sichere und zuverlässige Gasversorgung sicherzustellen.

Grundlage für die Anforderungen dieses Dokuments sind Sicherheit und Stand der Technik bei in der Gasindustrie üblichen Randbedingungen. Unübliche Bedingungen können nicht gesondert berücksichtigt werden und es ist auch nicht möglich, alle Einzelheiten der technischen Planung und des Baus zu beschreiben.

Dieses Dokument tritt nicht an die Stelle von Sicherheitsvorschriften, die für den Arbeitsplatz, für Sicherheitseinrichtungen oder Arbeitsabläufe gelten.

Für die Planung, den Bau und den Betrieb von Gasversorgungsanlagen zuständige Führungskräfte sollen die mit diesem Dokument gegebene Leitlinie und anderer einschlägiger Normen berücksichtigen. Es liegt in der Verantwortlichkeit dieser Führungskräfte und Ingenieure, diese funktionalen Anforderungen unter Einbeziehung des anderweitig festgelegten Standes der Technik entsprechend den Gegebenheiten für alle Gasinfrastrukturen umzusetzen.

Dieses Dokument ist kein Planungs- und Konstruktionshandbuch für den Ingenieur, das Rohrleitungsbauunternehmen oder den Betreiber eines Leitungssystems. Nationale Normen oder Werksnormen, die auf Einzelheiten eingehen, sind zusätzlich notwendig. Diese einzelstaatlichen Normen bzw. Werksnormen sollten mit den Grundsätzen dieses Dokuments in Einklang stehen.

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments ist die Europäische Normenreihe noch unvollständig. Gegebenenfalls wird auf andere internationale, nationale oder sonstige Normen in Bezug genommen, bis entsprechende Europäische Normen zur Verfügung stehen.

Bei der Erarbeitung dieses Dokuments wurde ein Grundverständnis der Gasversorgung beim Anwender vorausgesetzt. Gasinfrastruktur ist komplex und der hohe Stellenwert der Sicherheit, der ihrer Errichtung und Verwendung beigemessen wird, hat zur Entwicklung sehr detaillierter Arbeitsblätter und Betriebsanweisungen in den Mitgliedsländern geführt. Diese detaillierten Festlegungen umfassen allgemein anerkannte Regeln der Gastechnik sowie die spezifischen Anforderungen, die durch die gesetzlichen Strukturen der Mitgliedsländer vorgegeben werden.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument beschreibt die funktionalen Anforderungen an Leitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck von über 16 bar. Dieses Dokument legt darüber hinaus die mechanischen Anforderungen an Rohrleitungen in Stationen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck von mehr als 16 bar fest.

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen an das Schweißen sind in EN 12732 beschrieben. Die funktionalen Anforderungen für Stationen sind in EN 1776, EN 1918-5, EN 12186 und EN 12583 beschrieben.

Dieses Dokument gilt für den Transport von Gas über landverlegte Hochdruck-Stahlrohrleitungen, für die Folgendes gilt:

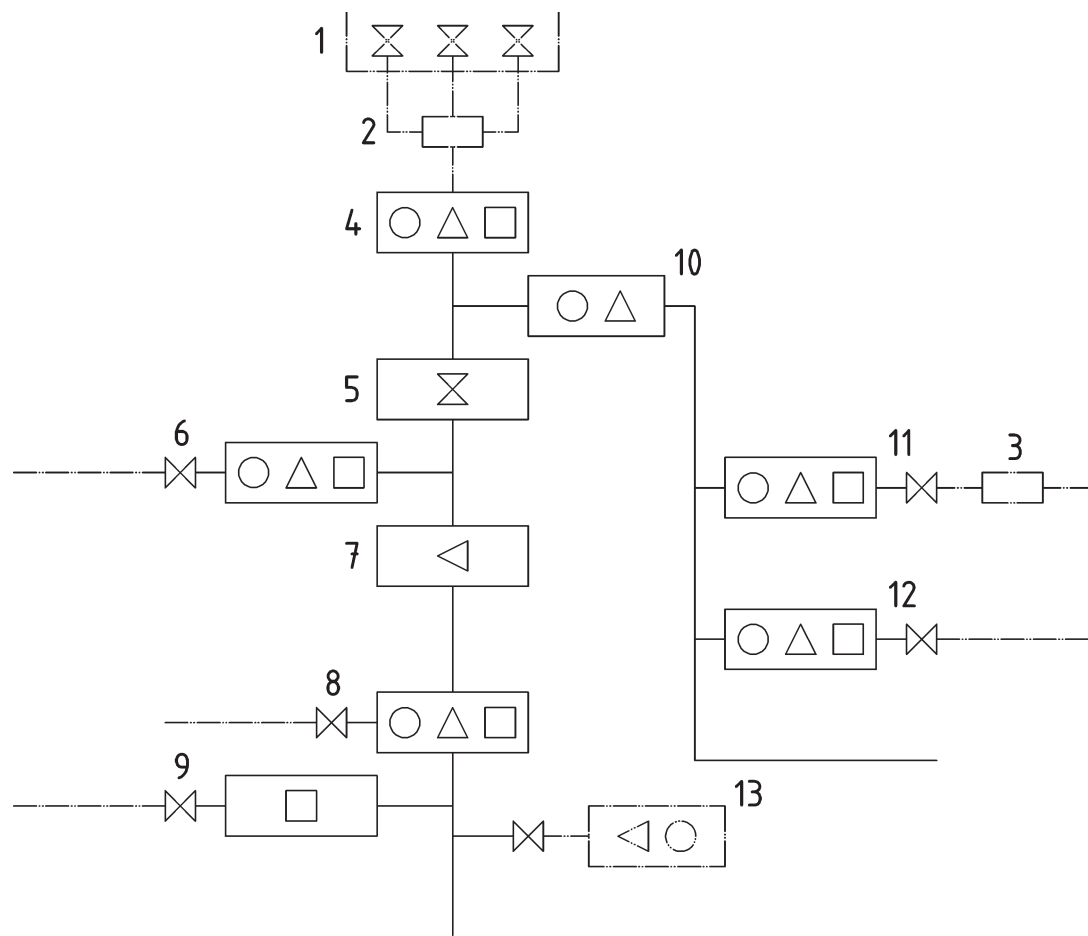
- landverlegt:
 - ab der Stelle, an der die Rohrleitungen zuerst die üblicherweise als Grenze (Battery Limit) zwischen aufländig (onshore) und abländig (offshore) anerkannt sind, und die sich nicht innerhalb eines Gewerbe- oder Werksgeländes als integraler Bestandteil des industriellen Prozesses auf diesem Gelände befinden, ausschließlich der Versorgung solcher Grundstücke dienen und kein wesentlicher Bestandteil der Anlagen für Betriebsabläufe auf diesem Gelände sind;
 - auf dem Festland ihren Ausgang nehmende Leitungssysteme sowie für Teile von Leitungssystemen auf dem Festland, die nachfolgend durch Fjorde, Seen usw. verlaufen;
- Hochdruck: Gas mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck von über 16 bar und einer Auslegungstemperatur zwischen -40 °C und 120 °C ;
- Infrastruktur für Stahlrohrleitungen: Infrastruktur, die aus Rohrleitungskomponenten wie Rohren, Ventilen, Kupplungen und anderen Einrichtungen besteht und auf Komponenten aus unlegiertem oder niedrig legiertem Kohlenstoffstahl beschränkt ist, die durch Schweißverbindungen, Flanschverbindungen oder mechanische Kupplungen verbunden sind;
- Gas: nicht korrosives Erdgas, Biomethangas, Wasserstoffgas und Gemische dieser Gase, wenn die technische Bewertung ergeben hat, dass die Betriebsbedingungen oder die Bestandteile oder Eigenschaften des Gases den sicheren Betrieb der Rohrleitung nicht beeinträchtigen.

Die Gasinfrastruktur, für die dieses Dokument gilt, beginnt am Ausgang der Messstation des Gasproduzenten.

ANMERKUNG 2 Die funktionale Abgrenzung des Leitungssystems erfolgt üblicherweise direkt nach der Absperrarmatur der Anlage, kann aber in besonderen Situationen abweichen. Die funktionale Abgrenzung des Leitungssystems befindet sich üblicherweise an der Absperrarmatur, kann aber in besonderen Situationen abweichen.

Eine schematische Darstellung eines Leitungssystems für die Gasinfrastruktur ist in Bild 1 enthalten.

Dieses Dokument kann auch für die Wiederverwendung bestehender Rohrleitungen verwendet werden.



**Legende
Symbole**

	Leitungen im Geltungsbereich dieses Dokuments
	Leitungen außerhalb des Geltungsbereichs dieses Dokuments
	Druckregelung
	Druckabsicherung
	Gasmessung, Gasanalyse- und Probennahmesystem
	Verdichtung
	Armatur
	Absperreinrichtung

Stationen

1	P – Produktion
2	T – Aufbereitung
3	D – Odorierung
4	S 1 – Einspeisung
5	S 2 – Armaturenstation
6	S 3 – Lieferstelle
7	S 4 – Verdichterstation
8	S 5 – sonstige Einspeisung (z. B. Mischen)
9	S 6 – Export oder Import (z. B. Speicherung und benachbartes Netz)
10	S 7 – Gas-Druckregelanlage
11	S 8 – Verteilnetz für Privatkunden
12	S 9 – Verteilnetz für Industriegaskunden
13	S 10 – Speicherung

Bild 1 — Schematische Darstellung von Rohrleitungen für die Gasversorgung über 16 bar

Dieses Dokument legt gemeinsame Grundprinzipien für die Gasinfrastruktur fest. Die Anwender dieser Norm sollten sich bewusst sein, dass detailliertere nationale Normen und/oder Verfahrensregeln in den CEN-Mitgliedstaaten bestehen können.

Dieses Dokument sollte in Verbindung mit diesen, die oben erwähnten allgemeinen Grundsätze darlegenden nationalen Normen und/oder Technischen Regeln angewendet werden.

Beim Auftreten von Widersprüchen aufgrund restriktiverer Anforderungen in nationalen Gesetzen/Vorschriften als in dieser Norm gefordert, haben nationale Gesetze/Vorschriften Vorrang, wie in CEN/TR 13737 dargestellt.

CEN/TR 13737 enthält:

- eine Klarstellung aller geltenden Rechtsvorschriften/Bestimmungen eines Mitgliedsstaats;
- ggf. weitergehende strengere nationale Anforderungen;
- einen nationalen Ansprechpartner für die Weitergabe neuester Informationen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 1092-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach PN bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche*

EN 1514 (alle Teile), *Flansche und ihre Verbindungen — Maße für Dichtungen für Flansche mit PN-Bezeichnung*

EN 1515-2, *Flansche und ihre Verbindungen — Schrauben und Muttern — Teil 2: Klassifizierung von Schraubenwerkstoffen für Stahlflansche, nach PN bezeichnet*

EN 1515-3, *Flansche und ihre Verbindungen — Schrauben und Muttern — Teil 3: Klassifizierung von Schraubenwerkstoffen für Stahlflansche, nach Class bezeichnet*

EN 1515-4, *Flansche und ihre Verbindungen — Schrauben und Muttern — Teil 4: Auswahl von Schrauben und Muttern zur Anwendung im Gültigkeitsbereich der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU*

EN 1759-1, *Flansche und ihre Verbindungen — Runde Flansche für Rohre, Armaturen, Formstücke und Zubehörteile, nach Class bezeichnet — Teil 1: Stahlflansche, NPS $\frac{1}{2}$ bis 24*

EN 1998-4, *Eurocode 8 — Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben — Teil 4: Silos, Tankbauwerke und Rohrleitungen*

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

EN 10289, *Stahlrohre und -formstücke für On- und Offshore-verlegte Rohrleitungen — Umhüllung (Außenbeschichtung) mit Epoxid- und epoxid-modifizierten Materialien*

EN 10290, *Stahlrohre und -formstücke für On- und Offshore-verlegte Rohrleitungen — Umhüllung (Außenbeschichtung) mit Polyurethan- und polyurethan-modifizierten Materialien*

EN 12186, *Gasversorgungssysteme — Gas-Druckregelanlagen für Transport und Verteilung — Funktionale Anforderungen*

EN 12327, Gasinfrastruktur — Druckprüfung, In- und Außerbetriebnahme — Funktionale Anforderungen

EN 12560-1, Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 1: Flachdichtungen aus nichtmetallischem Werkstoff mit oder ohne Einlagen

EN 12560-2, Flansche und ihre Verbindungen — Maße von Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 2: Spiraldichtungen für Stahlflansche

EN 12560-3, Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 3: Nichtmetallische Weichstoffdichtungen mit PTFE-Mantel

EN 12560-4, Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 4: Dichtungen aus Metall mit gewelltem, flachem oder gekerbtem Profil für Stahlflansche

EN 12560-5, Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 5: RTJ-Dichtungen aus Metall für Stahlflansche

EN 12560-6, Flansche und ihre Verbindungen — Dichtungen für Flansche mit Class-Bezeichnung — Teil 6: Kammprofilabdichtungen für Stahlflansche

EN 12583, Gasinfrastruktur — Verdichterstationen — Funktionale Anforderungen

EN 12732, Gasinfrastruktur — Schweißen von Rohrleitungen aus Stahl — Funktionale Anforderungen

EN 14141, Armaturen für den Transport von Erdgas in Fernleitungen — Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und deren Prüfung

EN ISO 3183:2019, Erdöl- und Erdgasindustrie — Stahlrohre für Rohrleitungstransportsysteme (ISO 3183:2019)

EN ISO 6892-1, Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren bei Raumtemperatur (ISO 6892-1)

EN ISO 12944-1, Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 1: Allgemeine Einleitung (ISO 12944-1)

EN ISO 12944-2, Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen (ISO 12944-2)

EN ISO 12944-3, Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung (ISO 12944-3)

EN ISO 12944-4, Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung (ISO 12944-4)

EN ISO 12944-5, Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 5: Beschichtungssysteme (ISO 12944-5)

EN ISO 12944-6, Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen (ISO 12944-6)

EN ISO 12944-7, Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten (ISO 12944-7)

EN ISO 12944-8, Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 8: Erarbeiten von Spezifikationen für Erstschutz und Instandsetzung (ISO 12944-8)

EN ISO 15741, Beschichtungsstoffe — Innenbeschichtung von erd- und wasserverlegten Rohrleitungen für nicht korrosive Gase zur Verringerung der Reibung (ISO 15741)

EN ISO 15589-1, *Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie — Kathodischer Korrosionsschutz für Rohrleitungssysteme — Teil 1: Rohrleitungen an Land (ISO 15589-1)*

EN ISO 21809-1, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Umhüllungen für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen in Transportsystemen — Teil 1: Polyolefinumhüllungen (3-Lagen-PE und 3-Lagen-PP) (ISO 21809-1)*

EN ISO 21809-2, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Umhüllungen für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen in Transportsystemen — Teil 2: Einschicht-Epoxipulverbeschichtungen (ISO 21809-2)*

EN ISO 21809-3, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Umhüllungen für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen in Transportsystemen — Teil 3: Nachumhüllung der Schweißverbindungen (ISO 21809-3)*

ASME B16.20, *Metалldichtungen für Rohrverbindungen*

ASME B16.20, *Stahlflansche mit großem Durchmesser — NPS 26 bis NPS 60*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

Stillegung

dauerhafte Außerbetriebnahme einer Leitung oder eines Leitungsabschnittes, die/der von dem Gasleitungssystem physikalisch abgetrennt ist

3.2

Grenze

en **Battery-Limit**

definierte Grenze zwischen zwei Zuständigkeitsbereichen, die physisch oder durch eine Kartenkoordinate dargestellt sein kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Die physikalische Grenze kann eine Absperrarmatur, ein Flansch an einer Rohrleitung oder ein geographischer Punkt an einer Leitung sein.

3.3

Gehäuse

schützende Konstruktion zur Vermeidung äußerer Beanspruchung bzw. von Einwirkungen durch Dritte, die die Rohrleitung umgibt

3.4

Inbetriebnahme

erforderliche Maßnahmen zur Füllung einer Leitung sowie der zugehörigen Stationen und Anlagen mit Gas sowie zur Betriebsaufnahme

3.5

Schutzstreifen

Geländestreifen entlang der Rohrleitung, in dem der Leitungsbetreiber das Recht hat, Aktivitäten zu kontrollieren und zu beeinflussen

3.6

Außerbetriebnahme

erforderliche Maßnahmen zur Außerbetriebsetzung von Leitungen, Stationen oder Anlagen sowie zu ihrer Abtrennung vom Leitungssystem

3.7

Nutzungsgrad

f_o

Faktor, der bei der Berechnung der Mindestwanddicke oder des Auslegungsdrucks angewendet wird

3.8

Auslegungsdruck

DP

Druck, auf dem die Konstruktionsberechnungen beruhen

3.9

Auslegungstemperatur

Temperatur, auf der die Konstruktionsberechnungen beruhen

3.10

Notfall

Situation, die eine Gefährdung des sicheren Betriebs der Gasinfrastruktur und/oder der Sicherheit der Umgebung darstellen könnte und dringender Abhilfemaßnahmen bedarf

3.11

Gas

bei einer Temperatur von 15 °C und Atmosphärendruck (1,013 25 bar absolut) in gasförmigem Zustand vorliegender Stoff

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Zwecke dieses Dokuments wird Gas als nicht toxisches und nicht korrosives Erdgas, Biomethangas, Wasserstoffgas und Gemische dieser Gase betrachtet, wenn die technische Bewertung ergeben hat, dass die Betriebsbedingungen oder die Bestandteile oder Eigenschaften des Gases den sicheren Betrieb der Rohrleitung nicht beeinträchtigen.

3.12

Gasverteilnetz

zur Versorgung der Verbraucher erforderliches Leitungssystem einschließlich aller ober- und unterirdischen Leitungen sowie sonstiger Anlagen

3.13

Gastransport

leitungsgebundene Beförderung von Gas zur Belieferung von Gasverteilungsnetzen oder Industrieabnehmern

3.14

Garantienäht

en golden weld

keiner Festigkeitsprüfung unterzogene Schweißnaht

BEISPIEL Die Einbindenähte der Prüfabschnitte und der -anlage werden als Garantienähte („golden welds“) bezeichnet.

3.15

Richtbohren

HDD, en: horizontal drilling direction

steuerbares grabenloses Verfahren zur Verlegung von unterirdischen Rohrleitungen in einem flachen Bogen entlang eines vorgeschriebenen Bohrpfad unter Verwendung eines an der Oberfläche befindlichen Bohrers, mit minimalen Auswirkungen auf die Umgebung

Anmerkung 1 zum Begriff: Das gerichtete Bohren wird eingesetzt, wenn das Ausheben von Gräben nicht durchführbar ist.

3.16

Ereignis

unerwarteter Vorfall, der zu einer Notsituation führen könnte

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu den Störungen gehören insbesondere das Austreten von Gas oder der Ausfall einer Anlage.

3.17

Druck im Störfall

IP

in einem System herrschender Druck, bei dem eine Sicherheitseinrichtung aktiv wird

3.18

Inspektion

Messung, Prüfung oder sonstige Ermittlung des Zustandes eines Teiles eines Leitungssystems oder einer Anlage und ein Vergleich dieses Zustandes mit den jeweiligen Anforderungen

3.19

Anlage

System zur Gewinnung, Förderung, Aufbereitung, Messung, Verdichtung, Regelung, Vermischung, Speicherung oder Übernahme des transportierten Gases

3.20

Verlegetemperatur

bei der Verlegung oder beim Bau aufgrund der Umgebungs- oder Baubedingungen herrschende Temperatur

3.21

Instandhaltung

Gesamtheit der Maßnahmen zur Bewahrung oder Wiederherstellung des Zustandes, in dem ein Bauteil die geforderten Funktionen erfüllen kann

3.22

Grenzdruck im Störfall

MIP

von den Sicherheitseinrichtungen begrenzter, in einem Gassystem im Störfall kurzzeitig auftretender höchster Druck

3.23

maximal zulässiger Betriebsdruck

MOP

höchster Druck, bei dem ein System bei Normalbedingungen im Dauerbetrieb laufen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Normale Bedingungen sind: keine Störung in irgendeiner Einrichtung oder im Gasfluss.

3.24

nationale Regelung

Regelung aufgrund nationaler Gesetzgebung oder ausführlicherer oder strengerer nationaler Normen

3.25

landverlegte Leitung

erdverlegte und/oder oberirdisch verlegte Rohrleitung einschließlich der in oder durch Binnenseen oder Wasserläufe verlegten Abschnitte

3.26

Betriebsdruck

OP

Druck, der in einem System beim Betrieb unter normalen Betriebsbedingungen auftritt

3.27

Betriebstemperatur

OT

bei normalen Betriebsbedingungen in einem System herrschende Temperatur

3.28

Molch

durch eine Leitung transportiertes Gerät für verschiedene Aufgaben in einem Leitungssystem

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Aufgaben in einem Leitungssystem hängen von der Art des Molches ab und können die Trennung von Medien, die Reinigung einer Leitung oder Inspektion eines Leitungssystems umfassen.

3.29

Leitungssystem

System aus Leitungen und den zugehörigen Einrichtungen sowie Stationen bis zur Lieferstelle

3.30

Rohrleitungsteile

Teile aus denen ein Leitungssystem besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Elemente sind:

- a) eigens konstruierte und gefertigte Bauteile:
 - 1) Rohre einschließlich Bogen (z. B. Werksbogen, Baustellenbogen);
 - 2) Ausrüstungsteile (z. B. Reduzierstücke, T-Stücke, Werkskrümmer, Flansche, gewölbte Böden, Schweißstutzen, lösbare Verbindungen);
 - 3) aus den vorgenannten Bauteilen hergestellte Baugruppen (z. B. Sammler, Kondensatsammler, Molchschleusen und Mess- und Regelstrecken);
 - 4) Einrichtungen (z. B. Armaturen, Kompensatoren, Isolierstücke, Druckregelgeräte, Pumpen, Verdichter);
 - 5) Druckbehälter;
- b) Standarddruckgeräte: Druckgeräte in Leitungen, Druckregelanlagen oder Verdichterstationen, die nicht speziell für diese Rohrleitung konstruiert und gefertigt wurden (z. B. Messvorrichtungen, Armaturen, Druckregler, Sicherheitsventile, Filter, Wärmetauscher, Behälter).

3.31

Leitungsbetreiber

private oder staatliche Organisation, die autorisiert ist, das Gasinfrastruktursystem zu planen, errichten und/oder betreiben und instandzuhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Synonyme: Netzbetreibende, Netzbetreiber.

3.32

Leitung

System aus Rohren und Formstücken

3.33

Übergabestelle

en **point of delivery**

Stelle, an der das Gas dem Nutzer übergeben wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Hierbei kann es sich um eine Armatur oder den Zählerausgang handeln.

3.34

Inbetriebnahmevorbereitung

Maßnahmen, einschließlich Reinigung und etwaige Trocknung, vor der eigentlichen Inbetriebnahme einer Leitung

3.35

Druckregler

Gesamtsystem, das die Druckregelung, die Druckabsicherung und möglicherweise eine Druckaufzeichnung und ein Druckalarmsystem umfasst

3.36

Druckregelanlage

Anlage, die sicherstellt, dass der Ausgangsdruck innerhalb bestimmter Grenzen bleibt

3.37

Druckabsicherung

Anlage, die unabhängig von der aktiven Druckregelanlage sicherstellt, dass der Ausgangsdruck des Druckregelgerätes den vorgegebenen Wert nicht überschreitet

3.38

Raise-Bohrverfahren

en **back reaming**

Senkrechtbohrverfahren für Arbeiten im Felsgestein, bei dem ein Räumkopf rückwärts durch das kleine Vorbohrloch nach oben gezogen wird

3.39

Wiederinbetriebnahme

alle erforderlichen Maßnahmen zur Wiederinbetriebsetzung eines außer Betrieb genommenen Leitungssystems sowie der zugehörigen Stationen und Anlagen

3.40

kleinere Bauteile

als Massenware hergestelltes Bauteil mit einem Durchmesser < 25 mm

BEISPIEL Messleitungen, Messgeräte, geschweißte Formstücke.

3.41

Sonderkreuzung

Stelle, an der das Leitungssystem ein Bauwerk oder ein Gewässer kreuzt

BEISPIEL eine Straße, eine Eisenbahnlinie, ein Fluss, ein See, ein Fjord, ein Kanal oder ein Deich.

3.42

Station

Einrichtung, die dem Betrieb einer Gasinfrastruktur dient

3.43

Festigkeitsprüfung

en **strength test**

spezielles Verfahren, mit dem nachgewiesen wird, dass Leitungen und/oder Stationen den Anforderungen an ihre mechanische Festigkeit genügen

3.44

Festigkeitsprüfdruck

STP

en **strength test pressure**

Druck, der während der Festigkeitsprüfung auf ein System einwirkt

3.45

Prüfdruck

TP

Druck, dem die Gasinfrastruktur unterworfen wird, um sicherzustellen, dass es sicher betrieben werden kann

3.46

Dichtheitsprüfung

en **tightness test**

spezielles Verfahren, mit dem nachgewiesen wird, dass Leitungen und/oder Stationen den Anforderungen an ihre Dichtheit genügen

3.47

Dichtheitsprüfdruck

en **tightness test pressure**

Druck, der während der Dichtheitsprüfung auf ein System einwirkt

4 Qualitätssicherungs- und Managementsysteme

Bei einem Leitungssystem für den Transport von Gas kann zwischen folgenden Phasen unterschieden werden:

- a) Design;
- b) Bau und Prüfung;
- c) Betrieb und Wartung;
- d) Außerbetriebnahme;
- e) Stilllegung und Rückbau.

In all diesen Phasen sollten die Qualitätssicherungs- und Managementsysteme entsprechend diesem Dokument angewendet werden.

Anforderungen an die Entwicklung und Umsetzung eines Sicherheitsmanagementsystems (SMS) und eines Rohrleitungsintegritätsmanagementsystems (PIMS) sollten EN 17649 entsprechen.

Nach der Inbetriebnahme der Leitung sollte die Sicherheit des Leitungssystems durch ein klar definiertes Programm für den Betrieb, die Instandhaltung und die Zustandsüberwachung (ein Rohrleitungsintegritätsmanagementsystem) aufrechterhalten werden.

Bei allen Phasen der Planung, des Baus, der Prüfung und des Betriebs muss zur Beurteilung der Qualität der entsprechend dieses Dokuments durchgeführten Arbeiten kompetentes Personal hinzugezogen werden.

5 Sicherheit und Umwelt

5.1 Allgemeines

Es sind verschiedene Maßnahmen erforderlich, um ein sicheres Leitungssystem sicherzustellen. Die den spezifischen Umständen angemessenen Maßnahmen müssen ergriffen werden.

Der Leitungsbetreiber muss die Energieeffizienz in Bezug auf Planung, Bau, Prüfung, Betrieb und Instandhaltung berücksichtigen.

ANMERKUNG 1 Die Anforderungen an ein Energiemanagementsystem, mit dem der Leitungsbetreiber seine Energieeffizienz verbessern kann, sind in EN ISO 50001 aufgeführt.

Der Leitungsbetreiber muss Umweltaspekte in Bezug auf Planung, Bau, Prüfung, Betrieb und Instandhaltung berücksichtigen, um die Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren.

ANMERKUNG 2 Die Anforderungen an ein Umweltmanagementsystem, mit dem der Leitungsbetreiber seine Umweltleistung verbessern kann, sind in EN ISO 14001 enthalten.

5.2 Geeignete Sicherheitsmaßnahmen

Der Leitungsbetreiber muss geeignete Maßnahmen ergreifen, um die Sicherheit bei Planung, Bau und Betrieb sicherzustellen.

Bei der Auswahl von geeigneten Sicherheitsmaßnahmen müssen die sicherheitstechnischen Gegebenheiten und die Umweltbedingungen zum Zeitpunkt des Baus der Leitung sowie alle ansonsten sicher bekannten Bedingungen berücksichtigt werden.

Mögliche Sicherheitsmaßnahmen beinhalten unter anderem die folgenden, ohne darauf beschränkt zu sein:

- a) Einrichtung eines Schutzstreifens zur Überwachung der Aktivitäten von Dritten, um die Leitungsanlage vor Einwirkung Unbefugter zu schützen;
- b) Verwendung von Nutzungsgraden, die für die Klassifikationsstufen relevant sind, wenn ein Gebietsklassensystem verwendet wird, bei dem der Nutzungsgrad erhöht werden darf;

ANMERKUNG 1 Grenzen für den Nutzungsgrad sind in 7.2 aufgeführt.

- c) Anwendung angemessener Abstände zu Gebäuden und anderen Objekten wie Rohrleitungen und Kabeln in der Nähe bei der Festlegung des Verlaufs der Leitung unter Berücksichtigung bestimmter Parameter und/oder nationaler Anforderungen;
- d) Auswahl geeigneter Zähigkeitseigenschaften, die eine Rissausbreitung verhindern;

ANMERKUNG 2 Anhang A legt die erforderliche Kerbschlagarbeit fest.

- e) Anwendung einer Mindestrohrdeckung, die größer als die bei üblichen Tätigkeiten, insbesondere landwirtschaftlicher und/oder gartenbaulicher Nutzung, erwartete Eingriffstiefe in den Boden ist.

ANMERKUNG 3 Die erforderliche Tiefe ist in 7.7 festgelegt.

- f) Verwendung zusätzlicher mechanischer Schutzmaßnahmen, um die Schädigung durch Dritte zu verringern;
- g) Verwendung zusätzlicher mechanischer Schutzvorrichtungen, um die Wirksamkeit des kathodischen Schutzes so wenig wie möglich zu beeinträchtigen;

- h) Kennzeichnung des Verlaufs der Leitung durch ein System zur Lagekennzeichnung, z. B. mit Markierungszeichen;
- i) Einflüsse, die sich aus der Nähe zu Hochspannungsanlagen und anderen Anlagen, wie z. B. Bahnanlagen, ergeben, müssen aus Sicherheitsgründen berücksichtigt werden. EN 50443 muss berücksichtigt werden;
- j) Die Sicherheit der Leitung kann durch das Sicherstellen angemessener Überwachungszeiträume weiter verbessert werden, z. B. durch:
 - Begehen, Befahren oder Befliegen mit einem Fahrzeug, Hubschrauber oder einer Drohne;
 - Satellitenüberwachung;
 - Online-Überwachung durch Stoßdetektoren oder faseroptische Systeme.

5.3 Trassierung

5.3.1 Allgemeines

Sicherheit, Umwelt- und technische Faktoren sind die wichtigsten Einflussgrößen bei der Trassierung eines Leitungssystems. Bei der Bestimmung des Trassenverlaufs müssen Hindernisse im Trassenverlauf, Umweltaspekte, Hochspannungsleitungen und -anlagen sowie andere Faktoren berücksichtigt werden. Die kürzeste Trasse ist nicht immer die am besten geeignete Trasse.

Die Faktoren, die sich auf den Trassenverlauf auswirken, werden üblicherweise in oberirdische (topografische) und unterirdische (subterrane) Einflussgrößen unterteilt, wobei sowohl natürliche als auch vom Menschen geschaffene Gegebenheiten berücksichtigt werden.

5.3.2 Vermessung

Wesentliche Vorstufe für die Trassenplanung ist die Erhebung für die Planung, den Bau und den sicheren Betrieb des Leitungssystems wesentlicher Daten aus vorhandenen Unterlagen und Karten sowie durch eine Besichtigung der Trasse. Diese Informationen müssen in die Grobplanung der Trasse einfließen.

Vor der endgültigen Festlegung der Trasse ist diese zu besichtigen und, soweit erforderlich, sind Luftaufnahmen und Bodenuntersuchungen einzubeziehen sowie hydrologische Verhältnisse zu prüfen. Des Weiteren sind geographische, geotechnische und topographische Verhältnisse, die Umweltbedingungen sowie Aktivitäten im Trassenbereich, die einen Einfluss auf die Sicherheit des Leitungssystems haben könnten, zu beachten. Die Trassenerkundung muss über eine hinreichende Breite und mit hinreichender Genauigkeit durchgeführt werden, so dass Gegebenheiten, die den Bau und den Betrieb des Leitungssystems beeinträchtigen könnten, berücksichtigt werden.

5.3.3 Umweltverträglichkeit

Bei der Planung der Trasse eines Leitungssystems ist systematisch zu prüfen und zu erfassen, inwieweit Umweltfragen berührt werden könnten. Soweit Gebiete, die in Bezug auf die Umwelt besonderer Rücksichtnahme bedürfen, betroffen sind, kann eine eingehendere Untersuchung des Einflusses der Transportleitung erforderlich sein.

Bei der Trassenplanung und bei Standortentscheidungen für Stationen sind müssen die folgenden Auswirkungen auf die Umwelt ermittelt werden:

- a) Gebiete von besonderer landschaftlicher Schönheit;
- b) Denkmäler, archäologisch und landschaftspflegerisch wichtige Gebiete;
- c) natürliche Ressourcen, wie Wassereinzugsgebiete und Wälder;

- d) Pflanzen- und Tierwelt;
- e) Wasserbiotope, Gewässernutzung und Bettungsverhältnisse bei der Kreuzung von Binnengewässern.

Die folgenden Umweltmaßnahmen müssen berücksichtigt werden:

- 1) Reduzierung von Geräuschen und Schwingungen;
- 2) Vermeidung von Geruch, Staub und Beeinträchtigungen der Luftqualität.

5.3.4 Bodenverhältnisse

Folgende Bodenverhältnisse müssen während der Trassenplanung berücksichtigt und erkundet werden:

- a) geologisch instabile Verhältnisse, einschließlich Verwerfungen und Risse;
- b) weicher oder wassergesättigter Boden;
- c) aggressiver Boden;
- d) felsiger und harter Boden;
- e) Überschwemmungsgebiete;
- f) Gebiete mit hohem Erdbebenrisiko;
- g) gebirgige Gebiete;
- h) bestehende oder potenzielle Erdrutsch- und Senkungsgebiete oder Gebiete mit unterschiedlichen Setzungen;
- i) Bergbau- und Felsabbaugebiete;
- j) Auffüllungen und Mülldeponien einschließlich verseuchter Deponien.

Soweit eine der vorstehend genannten Bedingungen während des Betriebes der Leitung zu erwarten ist, müssen eventuelle Veränderungen im Rahmen der regelmäßigen Inspektion überwacht werden. Hierzu können die Messung von Bodenbewegungen und die Ermittlung von Veränderungen der mechanischen Belastung des Leitungssystems gehören.

5.4 Abstände zwischen Streckenarmaturen

Leitungssysteme sollten mit Streckenarmaturen in Leitungsabschnitte unterteilt werden.

Bei der Festlegung der Abstände zwischen den Streckenarmaturen sollten die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

- a) Betriebsdruck;
- b) Leitungsdurchmesser;
- c) die zum Erreichen der Armatur erforderliche Zeit;
- d) die Notwendigkeit der Streckenarmaturen für betriebliche Zwecke;
- e) die Lage von Anschlussleitungen und sonstigen Armaturen im Leitungssystem.