

DIN EN 1594

ICS 23.040.01; 75.200

Ersatz für
DIN EN 1594:2009-06

**Gasinfrastruktur –
Rohrleitungen für einen maximal zulässigen Betriebsdruck über 16 bar –
Funktionale Anforderungen;
Deutsche Fassung EN 1594:2013**

Gas infrastructure –
Pipelines for maximum operating pressure over 16 bar –
Functional requirements;
German version EN 1594:2013

Infrastructures gazières –
Canalisation pour pression maximale de service supérieure à 16 bar –
Prescriptions fonctionnelles;
Version allemande EN 1594:2013

Gesamtumfang 95 Seiten

Normenausschuss Gastechnik (NAGas) im DIN

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 1594:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird, erstellt.

Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war für die Bearbeitung der Arbeitsausschuss NA 032-02-01 AA „Gastransport“ des Normenausschusses Gastechnik (NAGas) zuständig.

Diese Europäische Norm beschreibt die allgemeinen funktionalen Anforderungen an Leitungssysteme des landverlegten Gasleitungsnetzes. Sie gilt für Stahlrohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck (MOP) im Bereich von über 16 bar, die für den Transport von aufbereitetem, nicht giftigem und nicht korrosivem Erdgas sowie für den Transport von nicht-konventionellen Gasen wie eingespeistes Biomethan nach EN ISO 13686 für die landgestützte Gasinfrastruktur bestimmt sind.

Im Anwendungsbereich dieser Norm werden u. a. die folgenden DVGW-Arbeitsblätter angewendet: G 463 und G 466-1.

Es ist beabsichtigt, diese Norm in das DVGW-Regelwerk „Gas“ aufzunehmen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1594:2009-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Veränderung im gesamten Dokument von „Gasversorgung“ zu „Gasinfrastruktur“;
- b) redaktionelle und inhaltliche Überarbeitung der Norm;
- c) Aktualisierung der normativen Verweisungen;
- d) Ergänzung der Definition „Stilllegung“ im Abschnitt 3;
- e) Ergänzung des Unterabschnitts 7.14 „Netzanschlüsse“;
- f) im Abschnitt 10 „Betrieb und Instandhaltung“ wurden im Wesentlichen die folgenden Unterabschnitte überarbeitet:
 - 10.1.1 „Strategie“,
 - 10.1.2 „Sicherheit und Umwelt“,
 - 10.2 „Aufbauorganisation“,
 - 10.9 „Instandhaltung, Änderungen und Reparaturen“;
- g) Ergänzung des informativen Anhangs J „Wesentliche technische Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe“.

Frühere Ausgaben

DIN EN 1594: 2000-09, 2009-06

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 18. Juli 2013 angenommen.

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

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

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



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

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

Inhalt

	Seite
Vorwort	6
Einleitung.....	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	11
3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen.....	12
4 Qualitätssicherungs- und Managementsysteme	16
5 Sicherheit und Umwelt	17
5.1 Allgemeines	17
5.2 Geeignete Sicherheitsmaßnahmen	17
5.3 Trassierung	17
5.3.1 Allgemeines	17
5.3.2 Vermessung	18
5.3.3 Umweltverträglichkeit	18
5.3.4 Bodenverhältnisse	18
5.4 Abstände zwischen Streckenarmaturen	19
6 Druckabsicherung	19
6.1 Druckniveaus	19
6.2 Normalbetrieb.....	19
6.3 Anforderungen an Einrichtungen zur Druckabsicherung	19
6.4 Leitungssysteme mit einem Auslegungsdruck DP bis einschließlich 40 bar und einer Umfangsspannung bis einschließlich 0,45 $R_{t0,5}$	20
6.5 Leitungssysteme mit einem Auslegungsdruck DP bis einschließlich 24 bar und einer Umfangsspannung bis einschließlich 0,30 $R_{t0,5}$	20
7 Planung	20
7.1 Allgemeines	20
7.1.1 Planungsgrundsätze	20
7.1.2 Planungsgrundlagen	21
7.2 Bestimmung der Wanddicke	21
7.2.1 Gerades Rohr	21
7.2.2 Bögen.....	22
7.3 Zusätzliche Anforderungen an die Planung	23
7.3.1 Kräfte.....	23
7.3.2 Erforderliche Bodenkennwerte	23
7.3.3 Leitungsmodelle	24
7.4 Spannungs- und Dehnungsanalyse.....	24
7.4.1 Elastische und erweiterte elastische Analyse	24
7.4.2 Auslegung nach Grenzzuständen	25
7.5 Bau- und Berechnungsbericht	26
7.6 Bodennutzung und bodenmechanische Untersuchungen.....	27
7.7 Rohrdeckung	27
7.8 Mantelrohre	28
7.9 Auslegung von Stationen	28
7.9.1 Planung	28
7.9.2 Anlagenteile.....	29
7.9.3 Gegenseitige Beeinflussung von Stationen und landverlegten Leitungsabschnitten	30
7.9.4 Rohrleitungen in Gasanlagen.....	30
7.10 Rohrleitungsteile.....	30
7.11 Molchbarkeit.....	30
7.12 Abblaseeinrichtungen	31
7.13 Korrosionsschutz	31

7.13.1	Allgemeines	31
7.13.2	Äußere Umhüllung	31
7.13.3	Kathodischer Korrosionsschutz	32
7.14	Netzanschlüsse	33
8	Werkstoffe und Bauteile	33
8.1	Allgemeines	33
8.1.1	Werkstoff	33
8.1.2	Anforderungen an die Herstellung	33
8.1.3	Herstellungsverfahren	34
8.1.4	Schweißbarkeit	34
8.1.5	Mechanische Eigenschaften	35
8.1.6	Prüfzeugnisse	36
8.1.7	Sonstige Stähle	36
8.1.8	Unterlagen	36
8.2	Rohre	37
8.3	Formstücke	37
8.3.1	Allgemeines	37
8.3.2	Herstellung	37
8.4	Flanschverbindungen	37
8.5	Isolierstücke	37
8.5.1	Typprüfung	37
8.5.2	Festigkeitsprüfung	37
8.5.3	Elektrische Prüfung	38
8.5.4	Äußere Dichtheitsprüfung	38
8.6	Armaturen	38
8.7	Umhüllung und Auskleidung	38
8.8	Vorbereitung der Schweißkanten	38
9	Bau	38
9.1	Allgemeines	38
9.2	Verlegung	39
9.2.1	Allgemeines	39
9.2.2	Auspflückung	39
9.2.3	Baustellenbesichtigung	39
9.2.4	Arbeitsstreifen	39
9.2.5	Oberboden	39
9.2.6	Rohrgraben	39
9.2.7	Erdverlegte Fremdleitungen (Rohrleitungen und Kabel)	40
9.2.8	Rohrtransport und Vorstrecken	41
9.2.9	Bögen	41
9.2.10	Schweißen und Schweißnahtprüfung	42
9.2.11	Rohrumhüllung	42
9.2.12	Absenken	44
9.2.13	Schutz gegen Auftrieb	44
9.2.14	Einbindungen	45
9.2.15	Verfüllen des Rohrgrabens	45
9.2.16	Wiederherstellung	45
9.2.17	Kennzeichnung der verlegten Gasleitung	45
9.2.18	Abschließende Besichtigung mit Eigentümern bzw. Pächtern	46
9.3	Sonderbauwerke	46
9.3.1	Allgemeines	46
9.3.2	Kreuzungen von Straßen und Wegen im offenen Rohrgraben	46
9.3.3	Grabenlose Verlegeverfahren für Kreuzungen	46
9.3.4	Anforderungen für Mantelrohre	49
9.3.5	Dükerung	49
9.3.6	Horizontal Directional Drilling (HDD-Verfahren, Richtbohren)	49
9.4	Reinigung	50
9.5	Prüfung	51

	Seite
9.5.1 Allgemeines	51
9.5.2 Vorbereitung der Prüfungen	51
9.5.3 Festigkeitsprüfung	51
9.5.4 Dichtheitsprüfung	52
9.5.5 Vorabprüfung	52
9.5.6 Wasserfreimolchung	52
9.5.7 Garantienähte	52
9.6 Übergabe	52
9.6.1 Bestandsunterlagen	52
9.6.2 Maßnahmen vor der Inbetriebnahme	53
9.6.3 Übergabe an den Betrieb und Dokumentation	53
10 Betrieb und Instandhaltung	53
10.1 Allgemeines	53
10.1.1 Strategie	53
10.1.2 Sicherheit und Umwelt	53
10.2 Aufbauorganisation	54
10.3 Anweisungen für Betrieb und Instandhaltung	54
10.4 Alarmplan	55
10.5 Dokumentation	55
10.6 Erstinbetriebnahme	56
10.7 Außerbetriebnahme	56
10.8 Wiederinbetriebnahme	56
10.9 Instandhaltung, Änderungen und Reparaturen	56
10.9.1 Allgemeines	56
10.9.2 Leitungsüberprüfung, Inspektion und Kontrolle	57
10.9.3 Durchführung von Reparaturen und Änderungen	57
10.9.4 Trennen der Rohrleitung	57
10.9.5 Arbeiten an in Betrieb befindlichen Leitungen	57
10.9.6 Reparaturarbeiten nach einer Notfallsituation	58
10.9.7 Sonstige Instandsetzungsmaßnahmen	58
10.10 Stilllegung	59
Anhang A (informativ) Setzungen	60
A.1 Allgemeines	60
A.2 Vorgehensweise	60
A.3 Setzungen aus dem Leitungsbau	61
A.4 Berechnung der Festigkeit	62
A.4.1 Allgemein	62
A.4.2 Stabmodell	62
A.4.3 Vereinfachtes Verfahren	64
A.5 Überwachung	65
A.6 Maßnahmen bei Überschreitung der zulässigen Setzung	65
A.7 Literaturhinweise	65
Anhang B (informativ) Bergbaubedingte Bodensenkungen	66
B.1 Allgemeines	66
B.2 Vorgehensweise	66
B.3 Berechnung der Festigkeit	66
B.4 Maßnahmen bei Überschreitung der zulässigen Belastungen	67
B.5 Überwachung	67
B.6 Literaturhinweise	67
Anhang C (informativ) Frosthub	68
C.1 Allgemeines	68
C.2 Vorgehensweise	68
C.3 Berechnung der Festigkeit	68
C.4 Maßnahmen	69
C.5 Literaturhinweise	69

Anhang D (informativ) Gelände und Böschungsbrüche	70
D.1 Allgemeines	70
D.2 Vorgehensweise	70
D.3 Festigkeitsberechnung	71
D.4 Mögliche Maßnahmen zur Vermeidung einer Überschreitung zulässiger Werte bzw. Grenzwerte	72
D.5 Überwachung	72
D.6 Literaturhinweise	73
Anhang E (informativ) Erdbebengefährdete Gebiete	74
E.1 Allgemeines	74
E.2 Vorgehensweise	74
E.3 Festigkeitsberechnung	75
E.3.1 Schwingungen	75
E.3.2 Bodenbewegungen	76
E.3.3 Mögliche Maßnahmen zur Vermeidung einer Überschreitung zulässiger Werte bzw. Grenzwerte	76
E.4 Literaturhinweise	77
Anhang F (informativ) Bodenmechanische Kennwerte	78
F.1 Kennwerte	78
F.2 Bodenuntersuchung	79
F.3 Literaturhinweise	80
Anhang G (informativ) Durchbohrungen	81
G.1 Allgemeines	81
G.2 Festigkeitsberechnung	81
G.2.1 Richtbohren	81
G.2.2 Durchbohren und Durchpressen	84
G.3 Literaturhinweise	85
Anhang H (informativ) Zulässige Schwingungen	86
H.1 Einleitung	86
H.2 Schwingungen der Gassäule	86
H.2.1 Allgemeines	86
H.2.2 Zulässige Schwingungen der Gassäule	86
H.3 Mechanische Schwingungen	86
H.3.1 Allgemeines	86
H.3.2 Kriterien für zulässige mechanische Schwingungen	87
H.4 Indirekte Wirkungen	87
H.5 Literaturhinweise	87
Anhang I (informativ) Zulässige Schwingungen aus Sprengungen bei vorhandenen Leitungen	88
I.1 Allgemeines	88
I.2 Vorgehensweise	88
I.3 Festigkeitsberechnung	88
I.4 Literaturhinweise	90
Anhang J (informativ) Wesentliche technische Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe	91
Literaturhinweise	93

Vorwort

Dieses Dokument (EN 1594:2013) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis März 2014, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis März 2014 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 ersetzt EN 1594:2009.

Anhang J enthält Einzelheiten zu wesentlichen Änderungen zwischen dieser Europäischen Norm und der vorherigen Ausgabe.

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 dieser Norm 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 auführt, stellen auch auf die technische Sicherheit (security) einschließlich der technischen Zuverlässigkeit der europäischen Gassysteme ab. Diese Aspekte sind auch Gegenstand der CEN/TC 234-Normen. CEN/TC 234 hat vor diesem Hintergrund die aufgezeigten EU-Gesetze bewertet und, wenn notwendig, seine technischen Normen entsprechend geändert.

Ein Verzeichnis der relevanten Funktionsnormen, die bei CEN/TC 234 entstanden sind, ist in Abschnitt 2 und in den Literaturhinweisen enthalten.

CEN/TC 234 wird diese Europäische Norm regelmäßig an den Stand der Technik anpassen.

Bei der Erstellung dieser Europäischen Norm wurde vorausgesetzt, dass der Anwender ein Grundverständnis der Gasversorgung aufweist.

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.

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

Einleitung

Diese Europäische Norm beschreibt die allgemeinen funktionalen Anforderungen an Leitungssysteme des landverlegten Gasleitungsnetzes und gilt für Stahlrohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck (MOP) 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 dieser Europäischen Norm 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.

Diese Europäische Norm 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 dieser Europäischen Norm 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.

Diese Europäische Norm 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 dieser Europäischen Norm in Einklang stehen.

Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Europäischen Norm ist die Europäische Normenreihe noch unvollständig. Gegebenenfalls dürfen andere Internationale, nationale oder sonstige Normen in Bezug genommen werden bis entsprechende Europäische Normen zur Verfügung stehen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Leitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck (MOP) im Bereich von über 16 bar, die für den Transport von aufbereitetem, nicht giftigem und nicht korrosivem Erdgas nach EN ISO 13686 für die landgestützte Gasinfrastruktur bestimmt sind.

Diese Europäische Norm gilt auch für Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck (MOP) größer 16 bar für den Transport von nicht-konventionellen Gasen wie eingespeistes Biomethan entsprechend der EN ISO 13686 und für die Durchführung einer detaillierten technischen Bewertung der funktionalen Anforderungen, um sicherzustellen, dass keine anderen Bestandteile oder Eigenschaften der Gase, die Integrität der Leitung beeinträchtigen können.

Bei der landgestützten Gasinfrastruktur:

- bestehen die Leitungsbauteile aus nicht legiertem oder niedrig legiertem Kohlenstoffstahl;
- sind die Leitungsbauteile durch Schweißnähte, Flansche oder mechanische Rohrverbindungen miteinander verbunden;
- sind alle Leitungen und Anlagen, die sich auf Gewerbe- oder Werksgelände befinden, ausschließlich der Versorgung solcher Grundstücke dienen und kein wesentlicher Bestandteil der Anlagen für Betriebsabläufe auf diesem Gelände;
- liegt die Auslegungstemperatur zwischen -40 °C und 120 °C .

Diese Europäische Norm gilt für landgestützte Leitungssysteme, und zwar ab der Stelle, an der die Rohrleitung zuerst die als Grenze (Battery-Limit) zwischen ablandigen (offshore) und auflandigen (onshore) Rohrleitungsabschnitten anerkannte Stelle kreuzt, z. B.:

- die erste Absperrarmatur;
- den Fußpunkt eines steilen Festlandssockels;
- über der Flut-/Ebbemarke auf dem Festland;
- eine Insel.

Diese Europäische Norm gilt auch für auf dem Festland ihren Ausgang nehmende Leitungssysteme sowie für Teile von Leitungssystemen auf dem Festland, die nachfolgend durch Fjorde, Seen usw. verlaufen.

Diese Europäische Norm gilt nicht für Leitungssysteme und deren Änderungen, die vor Veröffentlichung dieser Norm in Betrieb genommen wurden.

Die Gasinfrastruktur, für die diese Norm gilt, beginnt am Ausgang der Messstation des Gasproduzenten. Die funktionale Abgrenzung zwischen dem Leitungssystem für den Gastransport und den Stationsleitungen wird im Einzelfall festgelegt. Im Allgemeinen wird das direkt nach der ersten Absperrarmatur der Anlage sein.

Diese Europäische Norm legt darüber hinaus die mechanischen Anforderungen an Rohrleitungen in Stationen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck von mehr als 16 bar fest. Die Anforderungen für das Schweißen sind in der gesonderten Anwendungsnorm für das Schweißen in Gasinfrastrukturen EN 12732 festgelegt. Funktionale Anforderungen für Stationen ergeben sich aus dem folgenden Regelwerk:

EN 1776, *Gasversorgung — Erdgasmessanlagen — Funktionale Anforderungen*

EN 1918-5, *Gasversorgungssysteme — Untertagespeicherung von Gas — Teil 5: Funktionale Empfehlungen für die Obertageanlagen*

EN 12186, *Gasversorgungssysteme — Gas-Druckregelanlagen für Gastransport und -verteilung — Funktionale Anforderungen*

EN 12583, *Gasversorgungssysteme — Verdichterstationen — Funktionale Anforderungen*

Diese Europäische Norm enthält allgemeine Grundsätze für Gasinfrastrukturen. Anwender dieser Europäischen Norm sollten sich dessen bewusst sein, dass detaillierte nationale Normen und Verfahrensregeln in den CEN-Mitgliedstaaten existieren können.

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

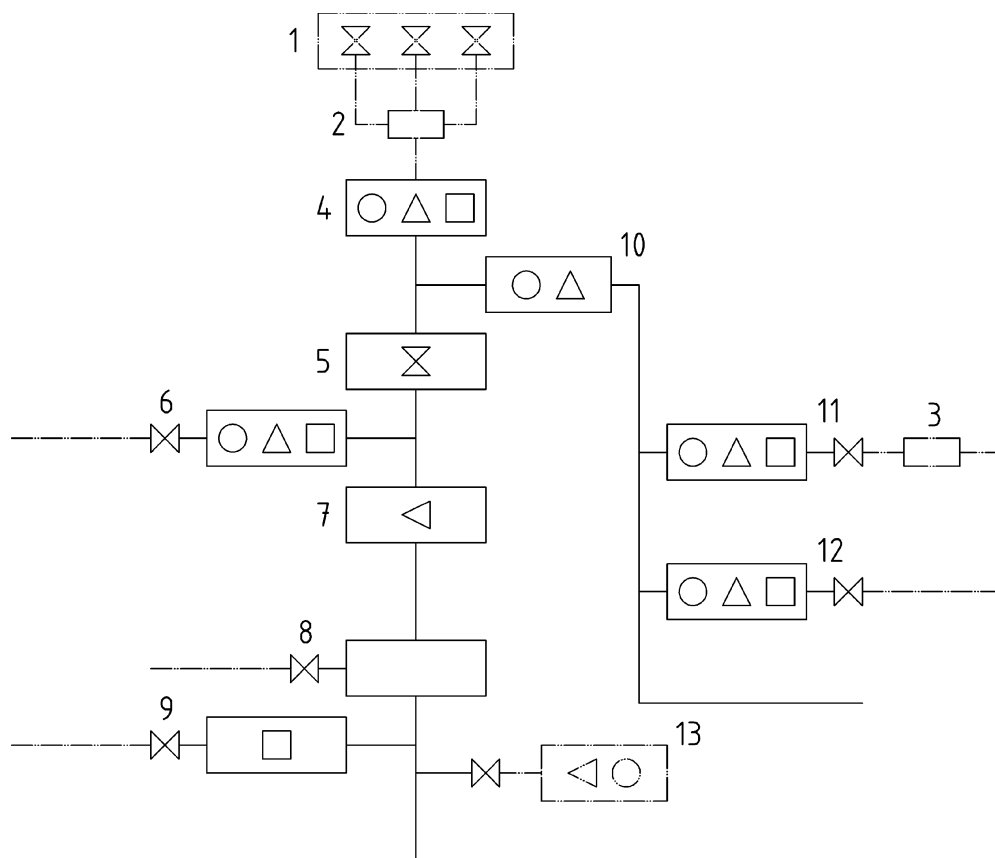
Beim Auftreten von Widersprüchen aufgrund restriktiverer Anforderungen in nationalen Gesetzen/Vorschriften als in dieser Norm gefordert, haben nationale Gesetze/Vorschriften Vorrang, wie in CEN/TR 13737 (alle Teile) dargestellt.

ANMERKUNG CEN/TR 13737 (alle Teile) beinhaltet:

- Klärung der einschlägigen Rechtsvorschriften/Regelungen, die in einem Land anwendbar sind;
- ggf. strengere nationale Vorschriften;
- nationale Kontaktstelle für die aktuellsten Informationen.

Diese Europäische Norm verweist auch auf einschlägige Europäische und andere anerkannte Normen für Produkte, die beim Bau und beim Betrieb von Gasinfrastrukturen zum Einsatz kommen.

Eine schematische Darstellung eines Leitungssystems für den Gastransport ist in Bild 1 enthalten.



Legende

Symbole		Stationen
————	Leitung im Geltungsbereich dieser Norm	1 P – Produktion
-----	Leitung außerhalb des Geltungsbereichs dieser Norm	2 T – Aufbereitung
○	Druckregelung	3 D – Odorierung
△	Druckabsicherung	4 S 1 – Einspeisung
□	Gasmess-System	5 S 2 – Armaturenstation
◁	Verdichtung	6 S 3 – Lieferstelle
⊗	Armatur	7 S 4 – Verdichterstation
⊗	Absperreinrichtung	8 S 5 – sonstige Einspeisung (z. B. Mischen)
		9 S 6 – Export oder Import
		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

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

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

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

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*

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

EN 10288, *Stahlrohre und -formstücke für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen — Im Zweischicht-Verfahren extrudierte Polyethylenbeschichtungen*

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 10301, *Stahlrohre und -formstücke für On- und Offshore-Rohrleitungen — Innenbeschichtungen zur Verringerung der Reibung beim Transport von nicht korrosivem Gas*

EN 12068, *Kathodischer Korrosionsschutz — Organische Umhüllungen für den Korrosionsschutz von in Böden und Wässern verlegten Stahlrohrleitungen im Zusammenwirken mit kathodischem Korrosionsschutz — Bänder und schrumpfende Materialien*

EN 12186, *Gasversorgungssysteme — Gas-Druckregelanlagen für Gastransport- und -verteilung — Funktionale Anforderungen*

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

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

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

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

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

EN 12583, *Gasinfrastruktur — Verdichterstationen — Funktionale Anforderungen*

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

EN 12954, *Kathodischer Korrosionsschutz von metallenen Anlagen in Böden oder Wässern — Grundlagen und Anwendung für Rohrleitungen*

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

EN 16348, *Gasinfrastruktur — Sicherheitsmanagement (SMS) für die Gastransportinfrastruktur und Rohrleitungsintegritätsmanagement (PIMS) für Gastransportleitungen — Funktionale Anforderungen*

3 Begriffe, Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe. Symbole werden bei den jeweiligen Formeln erläutert.

3.1

Stilllegung

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

3.2

Ummantelung

eine die Rohrleitung umgebende schützende Konstruktion zur Vermeidung äußerer Beanspruchung bzw. von Einwirkungen durch Dritte

3.3

Inbetriebnahme

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

3.4

Schutzstreifen

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

3.5

Außerbetriebnahme

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

3.6

Nutzungsgrad

f_o

Faktor bei der Wanddicken- oder Druckberechnung

3.7

Auslegungsdruck

DP

Druck, auf dem die Konstruktionsberechnungen beruhen

3.8

Auslegungstemperatur

DT

Temperatur, auf der die Konstruktionsberechnungen beruhen

3.9

Notfall

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

3.10

Gas

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

3.11

Gasverteilungsnetz

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

3.12

Gasverteiler

privatwirtschaftliches oder öffentliches Unternehmen, das Verbraucher über ein Verteilungsnetz mit Gas versorgt

3.13

Gastransport

leitungsgebundene Beförderung von Gas zur Belieferung von Gasverteilungsnetzen oder Industrieabnehmern

3.14

Gastransportsystem

Rohrleitungssystem einschließlich aller erdverlegten und frei verlegten Leitungen sowie aller übrigen zur Weiterleitung des Gases an die Gasverteilersysteme und Industrieabnehmer notwendigen Anlagen

3.15

Garantienaht

(Golden Weld)

keiner Festigkeitsprüfung unterzogene Schweißnaht

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

3.16

Störung

ein nicht erwartetes Ereignis, das zu einem Notfall führen könnte

ANMERKUNG 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, Regelung, Speicherung oder Übernahme des transportierten Gases

3.20

Bautemperatur

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 unter normalen Bedingungen dauernd betrieben werden kann

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

3.24

nationale Regelungen

Regelungen 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

bei normalen Betriebsbedingungen in einem System herrschender Druck

3.27

Betriebstemperatur

OT

bei normalen Betriebsbedingungen in einem System herrschende Temperatur

3.28

Molch

ein durch strömendes Medium durch eine Leitung transportiertes Gerät für verschiedene (von der Art des Molches abhängige) Aufgaben wie Trennung von Medien, Reinigung einer Leitung oder Inspektion eines Leitungssystems

3.29

Leitungssystem

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Leitungen sind hauptsächlich erdverlegt, weisen aber auch oberirdische Abschnitte auf.

3.30

Rohrleitungsteile

Teile, aus denen ein Leitungssystem besteht; diese sind:

a) eigens konstruierte und gefertigte Bauteile:

- 1) Rohre einschließlich Baustellenbögen;
- 2) Formstücke;

BEISPIEL 1 Reduzierstücke, T-Stücke, Werkskrümmer, Flansche, gewölbte Böden, Schweißstutzen, lösbare Verbindungen

- 3) Werksbögen;
- 4) aus den vorgenannten Bauteilen hergestellte Baugruppen;

BEISPIEL 2 Sammler, Kondensatsammler, Molchschleusen und Mess- und Regelstrecken

- 5) Einrichtungen;

BEISPIEL 3 Armaturen, Kompensatoren, Isolierstücke, Druckregelgeräte, Pumpen, Verdichter

- 6) Druckbehälter

b) Standarddruckgeräte:

- 1) Druckgeräte in Leitungen, Druckregelanlagen oder Verdichterstationen, die nicht speziell für diese Rohrleitung konstruiert und gefertigt wurden

BEISPIEL 4 Messvorrichtungen, Armaturen, Druckregler, Sicherheitsventile, Filter, Wärmetauscher, Behälter

3.31

Leitungsbetreiber

privatwirtschaftliches oder öffentliches Unternehmen, das die Erlaubnis besitzt, die Gasinfrastruktur zu planen, zu bauen und/oder zu betreiben und instand zu halten

Anmerkung 1 zum Begriff: Synonyme: Netzbetreiber, Netzbetreiber

3.32

Leitung

System aus Rohren und Formstücken

3.33

Lieferstelle

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

Druck

statischer Druck des Mediums in einem System

3.36

Drucküberwachungssystem

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

3.37

Druckregelanlage

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

3.38

Druckabsicherung

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

3.39

Raise-Bohrverfahren (back reaming)

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

3.40

Wiederinbetriebnahme

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

3.41

kleine Anlagenbauteile

Messleitungen, Messgeräte, geschweißte Formstücke und ähnliche als Massenware hergestellte Bauteile mit einem Durchmesser < 25 mm

3.42

Sonderkreuzung

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

BEISPIEL eine Straße, eine Eisenbahnlinie, ein Fluss, ein Kanal oder ein Deich

3.43

Station

Einrichtung, die dem Betrieb einer Gasinfrastruktur dient

3.44

Festigkeitsprüfung

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

3.45

Festigkeitsprüfdruck

STP

während der Festigkeitsprüfung in einem System herrschender Druck

3.46

Prüfdruck

TP

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

3.47

Dichtheitsprüfung

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

3.48

Dichtheitsprüfdruck

während der Dichtheitsprüfung in einem System herrschender Druck

3.49

Volumen im Normzustand

Gasmenge, die bei Atmosphärendruck (1,013 25 bar absolut) und einer Temperatur von 0 °C im trockenen Zustand das Volumen von 1 m³ einnimmt

3.50

Volumen im Standardzustand

Gasmenge, die bei Atmosphärendruck (1,013 25 bar absolut) und einer Temperatur von 15 °C im trockenen Zustand das Volumen von 1 m³ einnimmt

4 Qualitätssicherungs- und Managementsysteme

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

- a) Planung;
- b) Bau und Prüfung;
- c) Betrieb und Instandhaltung.

In jeder dieser drei Phasen sollten die Qualitätssicherungs- und Managementsysteme entsprechend der vorliegenden Europäischen Norm angewendet werden.

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 ist zur Beurteilung der Qualität der entsprechend dieser Norm durchgeführten Arbeiten kompetentes Personal hinzuzuziehen.

Es wird auf die EN 16348 Bezug genommen.

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. Es kann auf die EN ISO 50001 verwiesen werden.

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

5.2 Geeignete Sicherheitsmaßnahmen

Mögliche Maßnahmen zum Erreichen der Sicherheit in den Planungs-, Bau- und Betriebsphasen enthält die nachstehende Auflistung. Diese Auflistung ist weder vollständig noch müssen alle Maßnahmen bei jedem Vorhaben berücksichtigt werden.

Bei der Auswahl von Maßnahmen sind die sicherheitstechnischen Gegebenheiten und die Umweltbedingungen zum Zeitpunkt des Baus der Leitung sowie alle ansonsten sicher bekannten Bedingungen zu berücksichtigen:

- a) Es ist ein Schutzstreifen zur Überwachung der Aktivitäten von Dritten einzurichten, um die Leitungsanlage vor Einwirkung Unbefugter zu schützen.
- b) Bei Anwendung eines Gebietsklassensystems sind die Nutzungsgrade entsprechend der jeweiligen Klasse zu wählen.
- c) Der Nutzungsgrad kann erhöht werden, wenn zusätzliche Maßnahmen gegen Einwirkungen durch Dritte ergriffen worden sind, wobei die in 7.2 angegebenen Grenzen des Nutzungsgrades zu beachten sind.
- d) Die Leitung muss einen geeigneten Abstand zu Gebäuden haben. Der Abstand sollte durch die individuellen Leitungsparameter und/oder nationale Regelungen festgelegt werden.
- e) Wenn hochfeste Rohrstähle eingesetzt werden, sollten Zähigkeitseigenschaften, die eine Rissausbreitung verhindern, gewählt werden.
- f) Die Mindestrohrdeckung muss größer als die bei üblicher landwirtschaftlicher und/oder gartenbaulicher Nutzung erwartete Eingriffstiefe in den Boden sein. Die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung des Leitungssystems durch Dritte verringert sich, wenn eine größere Rohrdeckung als die sich aus 7.7 ergebende Mindestrohrdeckung gewählt wird.
- g) Zusätzlich können mechanische Schutzmaßnahmen die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung des Leitungssystems durch Dritte verringern. Der Planer muss die Art einer zusätzlichen mechanischen Schutzmaßnahme sorgfältig auswählen, um die Beeinträchtigung der Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzes so gering wie möglich zu halten.
- h) Der Verlauf der Leitung sollte durch ein System zur Lagekennzeichnung, z. B. mit Markierungszeichen, gekennzeichnet sein.

Die Sicherheit der Leitung kann durch das Sicherstellen angemessener Überwachungszeiträume weiter erhöht werden.

5.3 Trassierung

5.3.1 Allgemeines

Sicherheit, Umwelt- und technische Faktoren sind die wichtigsten Einflussgrößen bei der Trassierung eines Leitungssystems.

Die kürzeste Trasse ist nicht immer die am besten geeignete Trasse. Hindernisse im Trassenverlauf, Umweltaspekte, Hochspannungsleitungen und -anlagen sowie andere Faktoren sind zu berücksichtigen.

Die Faktoren können weitgehend in oberirdische (topographische) und in unterirdische (subterrane) Einflussgrößen unterteilt werden. Dabei sind sowohl natürliche als auch vom Menschen geschaffene Gegebenheiten einzubeziehen.

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 werden. Bei der Trassenplanung und bei Standortentscheidungen für Stationen sind neben Umweltgesichtspunkten die möglichen Auswirkungen auf:

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

zu ermitteln.

Folgende Aspekte müssen ebenfalls berücksichtigt werden:

- e) die Reduzierung von Geräuschen und Schwingungen;
- f) die Vermeidung von Geruch, Staub und Beeinträchtigungen der Luftqualität.

Bei der Kreuzung von Binnengewässern werden, ungeachtet weiterer, die nachstehenden Faktoren betrachtet:

- g) Wasserbiotope;
- h) Gewässernutzung;
- i) Bettungsverhältnisse.

5.3.4 Bodenverhältnisse

Folgende Bodenverhältnisse sind während der Trassenplanung zu berücksichtigen und sorgfältig zu erkunden:

- 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 potentielle 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 der Betriebsdruck, der Leitungsdurchmesser, die zum Erreichen der Armatur erforderliche Zeit, die Notwendigkeit der Streckenarmaturen für betriebliche Zwecke, die Lage von Anschlussleitungen und sonstigen Armaturen im Leitungssystem berücksichtigt werden.

6 Druckabsicherung

6.1 Druckniveaus

Die Berechnung von Spannungen und Dehnungen im Leitungssystem im Zuge der Konstruktion muss auf der Grundlage des Auslegungsdrucks DP des Leitungssystems erfolgen.

Am Leitungssystem ist nach dem Bau und vor der Aufnahme des Betriebs eine Druckprüfung durchzuführen. Der Prüfdruck TP ist nach 9.5 festzulegen.

Der maximal zulässige Betriebsdruck MOP darf den Auslegungsdruck DP nicht überschreiten.

6.2 Normalbetrieb

Es ist ein Drucküberwachungssystem vorzusehen, mit dem sichergestellt wird, dass der dauernd anstehende Betriebsdruck den maximal zulässigen Betriebsdruck (MOP) an keiner Stelle des Leitungssystems überschreitet. Die Druckregelgeräte sind für den Druck und die sonstigen Betriebsbedingungen auszulegen, die für den Normalbetrieb des Leitungssystems zu erwarten sind.

Der dauernd anstehende Betriebsdruck ist der höchste zulässige Sollausgangsdruck für die Druckregelgeräte. Bei einem Betrieb bei oder nahe dem maximal zulässigen Betriebsdruck darf dieser Druck nicht mehr als 2,5 % seines Wertes aufgrund von Abweichungen der Druckregelgeräte überschreiten.

6.3 Anforderungen an Einrichtungen zur Druckabsicherung

In einer Gasinfrastruktur kann der Druck in einer Station oder mehreren Stationen verringert oder erhöht werden.

Neben den Druckregelgeräten ist die Notwendigkeit einer Druckabsicherung zum Schutz des nachgeschalteten Systems gegen den Ausfall von Druckregelgeräten zu prüfen. Wenn eine Druckabsicherung installiert ist, muss sie unabhängig von dem aktiven Druckregelgerät arbeiten.

Ein Anstieg des Drucks im Störfall ist zulässig, soweit der Anstieg durch entsprechende Einrichtungen automatisch auf eine Überschreitung des maximal zulässigen Betriebsdruckes MOP um 15 % begrenzt wird (für diesen Druck darf ein niedrigerer Wert gewählt werden, der Grenzdruck im Störfall MIP). Die Überschreitung des maximal zulässigen Betriebsdrucks darf nicht länger andauern, als erforderlich ist, um die Störung zu prüfen und die normalen Betriebsbedingungen wiederherzustellen. Die Druckabsicherung ist so einzustellen, dass der Grenzdruck im Störfall nicht überschritten wird (siehe Bild 2).

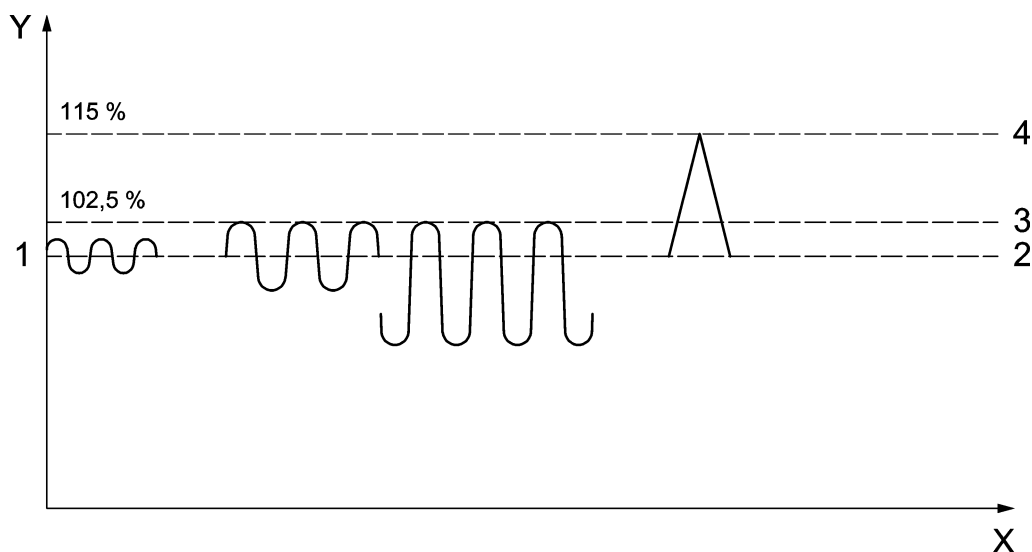
Druckabsicherungen für Druckregelanlagen sind nach EN 12186 und für Verdichterstationen nach EN 12583 auszuführen.

6.4 Leitungssysteme mit einem Auslegungsdruck DP bis einschließlich 40 bar und einer Umfangsspannung bis einschließlich 0,45 $R_{t0,5}$

Bei Leitungssystemen mit einem Auslegungsdruck bis einschließlich 40 bar, bei denen die nach der Formel in 7.2 berechnete Umfangsspannung beim Auslegungsdruck $\leq 45\%$ der Dehngrenze bei 0,5 % gesamte Dehnung (spezifizierter Mindestwert) $R_{t0,5}$ nicht überschreitet, ist ein Anstieg des Drucks im Störfall (nach 6.3) auf +20 % über dem maximal zulässigen Betriebsdruck MOP zulässig.

6.5 Leitungssysteme mit einem Auslegungsdruck DP bis einschließlich 24 bar und einer Umfangsspannung bis einschließlich 0,30 $R_{t0,5}$

Leitungssysteme mit einem Auslegungsdruck kleiner oder gleich 24 bar und einer nach der Gleichung in 7.2 berechneten Umfangsspannung beim Auslegungsdruck von höchstens 30 % der Dehngrenze bei 0,5 % gesamte Dehnung (spezifizierter Mindestwert) $R_{t0,5}$ können nach EN 12007-1 und EN 12007-3 geplant und betrieben werden. Bau und Prüfung müssen jedoch in Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm durchgeführt werden.



Legende

		DER DRUCK WIRD IN PROZENT VOM MAXIMAL ZULÄSSIGEN BETRIEBSDRUCK (MOP) ANGEZEIGT	
Y	P — Druck	2	Level A — entspricht üblicherweise dem Auslegungsdruck, gegebenenfalls niedriger
X	T — Zeit	3	Level B — zulässige Abweichung während des Betriebs
1	MOP — maximal zulässiger Betriebsdruck	4	Level C — maximaler Grenzdruck im Störfall (MIP), (darf für Leitungssysteme mit $DP \leq 40$ bar und Umfangsspannung $\leq 0,45 R_{t0,5}$ erhöht werden)

Bild 2 — Anleitung für Druckabsicherungssysteme

7 Planung

7.1 Allgemeines

7.1.1 Planungsgrundsätze

Die Planung der Gastransportleitung muss zu einem sicheren Gastransportsystem führen.

Die Planung muss sämtliche technische Faktoren sowie Umwelt- und Sicherheitsaspekte in Betracht ziehen.

Kontrollierter Gasaustritt oder die kontrollierte Freisetzung anderer Stoffe während Bau, Betrieb und Instandhaltung sind bei der Planung ebenfalls zu beachten.

Die Planungsgrundsätze sind gemeinsam mit den Verfahren in den Bestandsunterlagen (siehe 7.5) zu dokumentieren.

7.1.2 Planungsgrundlagen

7.1.2.1 Leitung

Die Leitung muss dicht sein und muss allen Kräften, die während des Baus, der Prüfung und des Betriebes zu erwarten sind, standhalten können.

Die Leitung besteht aus Leitungsabschnitten (siehe Beispiel 1) und Anlagen (siehe Beispiel 2). In der Planungsphase können diese Bestandteile der Leitung getrennt behandelt werden, vorausgesetzt, die Wechselwirkungskräfte zwischen den Bestandteilen der Leitung werden berücksichtigt.

BEISPIEL 1 erdverlegte, im Wasser, oberirdisch oder grabenlos verlegte Leitungsabschnitte

BEISPIEL 2 Verdichterstationen, Druckregel- und Messanlagen

Kreuzungen mit Bahnlinien, übergeordneten Straßen und Wasserwegen müssen in Absprache mit dem Eigentümer und/oder der entsprechenden Behörde geplant werden.

Für Kreuzungen mit Deichen und Hochwasserschutzanlagen können zusätzliche Maßnahmen erforderlich sein, um eine Überflutung des Hinterlandes zu verhindern.

7.1.2.2 Leitungsabschnitte

Leitungsabschnitte sind abzustützen, zu verankern oder erdzuverlegen, so dass sichergestellt wird, dass sich während der Lebensdauer der Leitung ihre Lage gegenüber der Einbaulage nur im Rahmen zu erwartender Lageveränderungen aufgrund von Druck- und Temperatureinwirkungen sowie vorhersehbaren Leitungsbewegungen nach der Verlegung verändert.

Wenn ein im Wasser verlegter Leitungsabschnitt nicht eingespült, überdeckt oder verankert wird, muss das Eigengewicht der Leitung im leeren Zustand sowie bei Füllung mit Gas und Prüfmedium ausreichen, um sowohl beim Bau als auch in der Betriebsphase die notwendige Stabilität in horizontaler und vertikaler Richtung sicherzustellen.

ANMERKUNG Der Auslegungsdruck und der Durchmesser eines Leitungssystems hängen vom Transportbedarf sowie von wirtschaftlichen Überlegungen ab, die nicht Gegenstand dieser Europäischen Norm sind.

Die anfängliche Planung geht zunächst vom Innendruck und einem Nutzungsgrad aus, aus denen die Wanddicke für den Leitungsabschnitt ermittelt wird. Zusätzlich können Maßnahmen zum Schutz vor Schäden durch Dritte nach 5.2 erforderlich sein.

Sofern ein Leitungsabschnitt durch ein Gebiet verläuft, in dem signifikante äußere Lasten auftreten können, ist es notwendig, einem umfangreicheren Planungsverfahren, wie in 7.3 beschrieben, zu folgen. Bei der Entscheidung, ob diese zusätzlichen Anforderungen erforderlich sind, sind die Kräfte, die in dem Leitungsabschnitt zu erwarten sind, zu ermitteln oder Erfahrungen bei vergleichbaren Leitungsabschnitten zu berücksichtigen.

7.2 Bestimmung der Wanddicke

7.2.1 Gerades Rohr

Für Normlastbedingungen wird die Mindestwanddicke von geraden Rohrleitungen aus der folgenden Zahlenwertgleichung ermittelt:

$$T_{\min} = \frac{DP \times D}{20 \times f_o \times R_{t0,5}(\theta)} \quad (1)$$

Dabei ist

- $T_{\min}$ die berechnete Mindestwanddicke, in Millimeter (mm);
- DP der Auslegungsdruck, in Bar (bar);
- D der Rohraußendurchmesser, in Millimeter (mm);
- $D = D_i + 2 T_{\min}$, wenn D_i (Rohrinnendurchmesser in mm) vorgegeben ist;
- f_o der Nutzungsgrad;
- $R_{t0,5}(\theta)$ die Dehngrenze bei 0,5 % gesamter Dehnung (spezifizierter Mindestwert) bei Auslegungstemperatur, in Newton durch Quadratmillimeter (N/mm²)
 Temperatur bis zu 60 °C: $R_{t0,5}(\theta) = R_{t0,5}$
 Temperatur über 60 °C: ist die Dehngrenze bei 0,5 % gesamte Dehnung (spezifizierter Mindestwert) entsprechend der Temperatur zu korrigieren;
- $R_{t0,5}$ Dehngrenze bei 0,5 % gesamte Dehnung (spezifizierter Mindestwert) bei Umgebungstemperatur, in Newton durch Quadratmillimeter (N/mm²) (siehe EN ISO 6892-1).

Der maximale Nutzungsgrad (f_o) für den Innendruck, der für den infrage kommenden Leitungsabschnitt anzuwenden ist:

- erdverlegte Abschnitte außerhalb von Stationen $\leq 0,72$;
- Abschnitte in dauerhaft abgestützten Tunnel $\leq 0,72$;
- Stationen $\leq 0,67$, unter Berücksichtigung der ergänzenden Anforderungen an die Wanddicke in 7.9.2.

ANMERKUNG Die entsprechend der EN ISO 3183 festzulegende Wanddicke wird als rechnerische Mindestwanddicke zuzüglich der Herstellertoleranz verstanden.

Bei Bögen wird die für den Innendruck erforderliche rechnerische Mindestwanddicke nach 7.2.2 ermittelt.

7.2.2 Bögen

Für Normlastbedingungen wird die Mindestwanddicke von Bögen $< 20 D$ wie folgt berechnet:

Innenseite:

$$T_{\min} = \frac{2R - 0,5 D}{2R - D} \times \frac{DP \times D}{20 \times f_o \times R_{t0,5}(\theta)} \quad (2)$$

Außenseite:

$$T_{\min} = \frac{2R + 0,5 D}{2R + D} \times \frac{DP \times D}{20 \times f_o \times R_{t0,5}(\theta)} \quad (3)$$

Dabei ist

- R der Biegeradius entlang der Mittellinie des Bogens in Millimeter (mm).

Die Mindestwanddicke nach dem Biegen ist zu berücksichtigen.

7.3 Zusätzliche Anforderungen an die Planung

7.3.1 Kräfte

Leitungssysteme sind für die vorhersehbaren Kräfte auszulegen, die sich aus den folgenden Einflussgrößen ergeben:

- a) Innendruck
- b) elastische Biegung;
- c) äußere Beanspruchungen;
- d) Temperaturschwankungen;
- e) Verankerung bzw. Überdeckung und Straßen- und Bahnverkehrslasten sowie die für Bau und Druckprüfung der Leitung erforderliche Lasten;
- f) Gewicht des Wassers bei einer Wasserdruckprüfung;
- g) Anschluss anderer Leitungen;
- h) Anschluss von nicht druckführenden Bauteilen;
- i) Auftrieb;
- j) Fremdleitungen;
- k) Umweltlasten wie Überschwemmungen, Eis, Schnee und Wind;
- l) Setzungen;
- m) bergbauliche Bodensenkungen;
- n) Frosthub;
- o) Gelände- und Böschungsbrüche;
- p) erdbebengefährdete Gebiete;
- q) geplante Bodenaufschüttungen, Böschungen usw.;
- r) Bodenerosion;
- s) oberirdisch verlegte Abschnitte.

Der Planer muss weitere Umstände berücksichtigen, die eine Berechnung für einen Leitungsabschnitt oder Stationsleitungen erfordern, wie zum Beispiel:

- t) höhere Rohrtemperaturen und/oder größere Temperaturschwankungen bei bestimmten Leitungs-konfigurationen;
- u) Einsatz von Bauverfahren, bei denen ungleichmäßige Setzungen auftreten können;
- v) örtliche Abstützungen von oberirdischen Leitungen.

Bei den Rechnungen erfolgt eine Analyse der auftretenden Lasten und Verschiebungen sowie der Spannungen und Dehnungen. Wie genau bei der Analyse jeweils vorzugehen ist, ist davon abhängig, wie komplex die Konstruktion ist und welche Lasten auf den Leitungsabschnitt einwirken.

Wenn für den betroffenen Abschnitt zusätzliche konstruktive Maßnahmen erforderlich werden sollten, müssen die Spannungen und Dehnungen sowie die Wirkungen von Lasten in dem betreffenden Leitungsabschnitt nach anerkannten Analyseverfahren ermittelt werden.

7.3.2 Erforderliche Bodenkennwerte

Wenn ausreichende Kenntnisse über die Art des Bodens vorliegen, kann bei einzelnen Leitungsabschnitten bei der Analyse von typischen Bodenkennwerten ausgegangen werden. Soweit erforderlich, sind weitere bodenmechanische Untersuchungen einschließlich der Entnahme von Bodenproben oder Messungen mit Sondiergeräten durchzuführen.

Bei Sonderbauwerken und/oder sehr inhomogenen Bodeneigenschaften und/oder in Fällen, in denen erhebliche dauerhafte Verschiebungen des Bodens zu erwarten sind, sind die Bodenkennwerte durch eine Bodenanalyse zu ermitteln.

7.3.3 Leitungsmodelle

Bei der Untersuchung der betrieblichen Lasten können sowohl an oberirdischen abgestützten Leitungen als auch bei der Betrachtung des Gesamtsystems Boden/Leitung bei erdverlegten Leitungen drei unterschiedliche Modelle verwendet werden:

- a) **Leitung als Ring:** Das Ringmodell wird eingesetzt, um Umfangsspannungen und -dehnungen im Querschnitt zu analysieren;
- b) **Leitung als Stab:** Ein Leitungssystem wird im Allgemeinen als Stab betrachtet, wenn Spannungen und Dehnungen in Längsrichtung ermittelt werden sollen. Bei diesem Modell können Spannungen und Dehnungen im Querschnitt aus den hierzu senkrechten Kräften bestimmt werden;
- c) **Leitung als Schale:** Eine genaue Simulation des Leitungsverhaltens ist nach der Methode der finiten Elemente mit Schalenelementen möglich. Ein derartiges Modell kann eingesetzt werden, um Spannungskonzentrationen an Bauteilen wie T-Stücken, Bögen, Stützen und Abstützungen oder das Verhalten der Rohrwand (Faltenbildung, Ovalität usw.) zu analysieren.

Bei erdverlegten Leitungen kann die gegenseitige Beeinflussung von Rohr und Boden nach der Methode der finiten Elemente oder nach vereinfachten Verfahren analysiert werden.

7.4 Spannungs- und Dehnungsanalyse

7.4.1 Elastische und erweiterte elastische Analyse

7.4.1.1 Allgemeines

Prinzip der Analyse ist die Ermittlung der durch Lasten während des Baus und des Betriebes verursachten Spannungen. Diese Spannungen werden zur Vergleichsspannung σ_v zusammengefasst. Die Vergleichsspannung darf die zulässige Spannung nicht überschreiten.

7.4.1.2 Vergleichsspannung (σ_v)

Der Spannungszustand in jedem Punkt wird vollständig durch die Normalspannung σ_x , σ_y , σ_z und die Schubspannung τ_x , τ_y und τ_z in einem kartesischen Koordinatensystem oder die Hauptspannung σ_1 , σ_2 und σ_3 und die zugehörigen Richtungen x, y und z beschrieben.

Die Vergleichsspannung ist ein Wert, der für einen Spannungszustand in einem Punkt typisch ist. Sie lässt sich nach der Schubspannungshypothese oder der Gestaltänderungsenergiehypothese ermitteln.

Nach der Schubspannungshypothese ist:

$$\sigma_v = \sigma_{\max} - \sigma_{\min} \quad (4)$$

Dabei ist

- $\sigma_{\max}$ die maximale Hauptspannung in eine der drei Richtungen;
- $\sigma_{\min}$ die minimale Hauptspannung in eine der beiden anderen Richtungen.

Nach der Gestaltänderungsenergiehypothese (von Mises/Huber Hencky):

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x\sigma_y - \sigma_z\sigma_x - \sigma_y\sigma_z + 3(\tau_x^2 + \tau_y^2 + \tau_z^2)} \quad (5)$$

Für einen zweiachsigen Spannungszustand:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau^2} \quad (6)$$

In diesem Fall ist $\sigma_z = 0$ oder darf wegen der Höhe des absoluten Wertes im Vergleich zu σ_x und σ_y vernachlässigt werden. Entsprechendes gilt für die beiden Schubspannungen im Vergleich zu der noch betrachteten Schubspannung.

Von einem zweiachsigen Spannungszustand kann bei Leitungsabschnitten ohne sonstige Einrichtungen oder Abzweige ausgegangen werden.

7.4.1.3 Zulässige resultierende Spannungen

Bei einer Analyse, bei der alle Spannungen als Primärspannungen betrachtet werden und für die Lasten tatsächliche Werte angesetzt werden, darf die maximale Vergleichsspannung die zulässige Spannung nicht überschreiten.

Die zulässige Spannung beträgt $1,0 \times R_{t0,5}(\theta)$

Bei Temperaturen bis 60 °C $R_{t0,5}(\theta) = R_{t0,5}$

Bei Temperaturen über 60 °C ist die Dehngrenze bei 0,5 % gesamte Dehnung (spezifizierter Mindestwert) entsprechend der Temperatur zu korrigieren

Eine höhere zulässige Spannung kann angewendet werden, wenn bei der Spannungsanalyse zwischen Primärspannungen (ergeben sich aus dem Kräftegleichgewicht) und Sekundärspannungen (ergeben sich aus Deformationsbehinderungen) unterschieden wird. Diese Methode wird „erweiterte elastische Analyse“ genannt.

7.4.2 Auslegung nach Grenzzuständen

7.4.2.1 Allgemeines

Bei der Auslegung nach Grenzzuständen wird von (Teil-) Sicherheitsbeiwerten und rechnerischen Lasten ausgegangen. Die rechnerischen Lasten ergeben sich als Produkt aus der beim Bau und im Betrieb tatsächlich auftretenden Last und dem jeweiligen Nutzungsgrad.

Der Nutzungsgrad berücksichtigt Unsicherheiten in Bezug auf die Höhe der Last, die Festigkeit des Werkstoffes und den Bau.

Die rechnerischen Lasten dürfen die Grenzwerte für die einzelnen Grenzzustände nicht überschreiten.

Bei einer Auslegung nach Grenzzuständen muss zwischen last- und verformungsabhängigen Dehnungen unterschieden werden.

7.4.2.2 Grenzzustände

Es sind die nachstehenden Grenzzustände zu berücksichtigen.

- a) **Spannung:** Der Grenzzustand für die Spannung ist der Zustand, bei dem die Grenzspannung überschritten wird.
- b) **Dehnung:** Der Grenzzustand für die Dehnung ist der Zustand, bei dem die Grenzdehnung überschritten wird.

Bei der Ermittlung dieses Grenzzustandes sind evtl. Fehler im Rohrwerkstoff und in den Rohrverbindungen zu berücksichtigen.

- c) **Plastische Ermüdung:** Eine plastische Ermüdung liegt vor, wenn die durch die Beanspruchung verursachten Dehnungen bei jedem Lastzyklus zu einer plastischen Verformung führen.
- d) **Ermüdung:** Ermüdung ist der Grenzzustand, bei dem aufgrund einer dynamischen Beanspruchung ein Werkstoffversagen erfolgt.

- e) **Resonanz und Wirbelablösung:** In Bezug auf Resonanz und Wirbelablösung ergibt sich der Grenz-
zustand durch die maximal zulässige Auslenkung der Leitung oder ihrer Bauteile.

Derartige Auslenkungen treten auf, wenn die Erregerfrequenz mit der Eigenfrequenz der Leitung überein-
stimmt.

Bei Leitungen, die an einzelnen Stellen nicht auf dem Boden aufliegen und von Wasser angeströmt
werden, sollte untersucht werden, ob durch Wirbelablösung oder andere dynamische Vorgänge
Schwingungen ausgelöst werden können;

- f) **Verformung:** Grenzzustand für die Verformung kann ein Grenzwert für die Unrundheit, das örtliche
Knicken, das Beulen oder das Biegeknicken sein.

Unzulässige Verformungen treten im Allgemeinen im plastischen Bereich auf und sind deshalb im
Wesentlichen plastische Verformungen. Es kann jedoch Fälle geben, in denen auch elastische
Verformungen die Sicherheit beeinträchtigen.

BEISPIEL Eine Berührung zwischen sich bewegenden Teilen (Armaturen) sowie Verformungen von Flanschen mit
entsprechenden Folgen für ihre Dichtheit.

- g) Verschiebung/Stabilität in horizontaler Richtung.

7.5 Bau- und Berechnungsbericht

Nach Abschluss der Planung sind vollständige Bestandsunterlagen zu erstellen, die die nachstehenden
Angaben enthalten müssen:

a) Beschreibung der Leitung:

- 1) allgemeine Daten über das Vorhaben, Beschreibung der druckführenden Leitungsbauteile,
Abgrenzung des Transportleitungssystems gegenüber vorgeschalteten und nachgeschalteten
Systemen und Darstellung der sicherheitstechnischen Einrichtungen;
- 2) Daten zu dem zu fördernden Gas sowie Auslegungsdaten einschließlich Druck und Temperatur und
Werte bei kritischen Auslegungsbedingungen für:
 - i) Massenstrom;
 - ii) Dichte;
 - iii) (dynamische) Viskosität.

b) Zeichnungen:

- 1) Übersichtspläne mit Darstellung der Trasse und ggf. Verweis auf die einzelnen Trassenpläne;
- 2) Trassenpläne;
- 3) Sonderpläne und Standardpläne, mit Verweis auf die einzelnen Trassenpläne, mit allen für die
Beurteilung der Planung und des Baus erforderlichen Informationen.

c) Angaben über Leitungsbauteile

- 1) Außen- oder Innendurchmesser;
- 2) Mindestwanddicke(n);
- 3) Waddickentoleranzen;
- 4) Daten für Formstücke, einschließlich Biegeradien von Krümmern sowie Daten für andere Bauteile;

BEISPIEL 1 Reduzier- und T-Stücke.

- 5) Daten zu Festpunkten und zu Stützen, die Einfluss auf die Kräfte und Momente haben, die auf die Leitung wirken;
- 6) Stahlgüte und Stahlspezifikation;
- 7) Dicke und Art der Umhüllung;
- 8) gegebenenfalls Dicke und Dichte der Betonummantelung.

d) gegebenenfalls Informationen für den Bau:

- 1) zulässige elastische Biegeradien für Leitungsabschnitte, sowohl permanente als auch temporäre;
- 2) Prüfdruck einschließlich Art und Dichte des Prüfmediums;
- 3) Bautemperatur;
- 4) Spezifikationen für die Verlegung der Leitung zusammen mit allen erforderlichen Daten, Planungs-
details und Vorgaben für den Bau;

BEISPIEL 2

- Spezifikationen für Verlegung der Leitung: offener Rohrgraben mit oder ohne Wasserhaltung, Durch-
pressung, Durchbohrung, Richtbohren, Tunnelbauverfahren;
 - Daten, Planungsdetails, Vorgaben für den Bau: Anforderungen an die Grabensohle, Art der Verfüllung des
Rohrgrabens, Verdichtung.
- 5) Informationen über die Bodennutzung und die bodenmechanischen Verhältnisse.

BEISPIEL 3 Für Aushub, Wasserhaltung und Wiederherstellung.

7.6 Bodennutzung und bodenmechanische Untersuchungen

Im Rahmen einer Bodennutzungsuntersuchung sind Informationen über Boden- und Wassernutzung ein-
schließlich landwirtschaftlicher Nutzung im Bereich der Trasse des Leitungssystems zu sammeln.

Diese Informationen sind Grundlage für die Planung des Baus des Leitungssystems unter Begrenzung von
Flurschäden.

Die Ergebnisse der bodenmechanischen Untersuchungen gehen in einen Bericht über die Grundwasser-
verhältnisse und die bodenmechanischen Gegebenheiten im Bereich der Trasse des Leitungssystems ein
(siehe auch 5.3.4).

7.7 Rohrdeckung

Die Höhe der Deckung von erdverlegten Leitungen und Mantelrohren muss im Allgemeinen mindestens
0,80 m betragen. Eine verringerte Deckung darf angewendet werden. In den nachstehenden Fällen sind
verringerte Deckungen zulässig:

- felsige Trassenbereiche;
- Kreuzungen von Gräben und Wasserläufen.

ANMERKUNG Angemessene Schutzmaßnahmen könnten ergriffen werden.