

	Gasversorgungssysteme Rohrleitungen für einen maximal zulässigen Betriebsdruck über 16 bar Funktionale Anforderungen Deutsche Fassung EN 1594:2000	DIN EN 1594
	ICS 23.040.01; 75.200 Gas supply systems — Pipelines for maximum operating pressure over 16 bar — Functional requirements; German version EN 1594:2000 Système d'alimentation en gaz — Canalisations pour pression maximale de service supérieure à 16 bar — Prescriptions fonctionnelles; Version allemande EN 1594:2000 Die Europäische Norm EN 1594:2000 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit EN 1594:2000 wurde am 21. Oktober 1999 angenommen. Nationales Vorwort Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee 234 „Gasversorgung“ des Europäischen Komitees für Normung (CEN) ausgearbeitet. Im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war für die Bearbeitung der Arbeitsausschuss „Gastransportleitungen“ des Normenausschusses Gastechnik (NAGas) zuständig. Diese Europäische Norm gilt für Leitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck (<i>MOP</i>) im Bereich von über 16 bar, die für den Transport von aufbereitetem, nicht giftigem und nicht korrosivem Erdgas entsprechend ISO 13686 auf dem Festland bestimmt sind und bei denen: – die Leitungsbauteile aus nicht legiertem oder niedrig legiertem Kohlenstoffstahl bestehen; – 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 sind; – es sich nicht um Leitungen innerhalb von Hausinneninstallationen handelt, die EN 1775:1998 unterliegen; – die Auslegungstemperatur zwischen einschließlich -40°C und $+120^{\circ}\text{C}$ liegt. Diese Norm gilt nicht für Leitungssysteme und deren Änderungen, die vor Veröffentlichung dieser Norm in Betrieb genommen wurden. Diese Norm legt darüber hinaus die mechanischen Anforderungen an Rohrleitungen auf Stationen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck von mehr als 16 bar fest. Als detailliertere technische Regeln im Sinne des Anwendungsbereichs dieser Norm gelten insbesondere die DVGW-Arbeitsblätter des Gasfaches. Die anderen Normen, welche im CEN/TC 234 erstellt wurden, werden in gleicher Weise durch DVGW-Arbeitsblätter ergänzt. Diese Norm wurde in das DVGW-Regelwerk „Gas“ aufgenommen. Fortsetzung 90 Seiten EN Normenausschuss Gastechnik (NAGas) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.	

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Gasversorgungssysteme

**Rohrleitungen für einen maximal zulässigen
Betriebsdruck über 16 bar
Funktionale Anforderungen**

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

Système d'alimentation en gaz — Canalisations pour
pression maximale de service supérieure à 16 bar —
Prescriptions fonctionnelles

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 21. Oktober 1999 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 Zentralsekretariat 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 Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.



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

Zentralsekretariat: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	3	9.2 Verlegung	33
Einleitung	3	9.3 Sonderbauwerke	40
1 Anwendungsbereich	4	9.4 Reinigung	44
2 Normative Verweisungen	5	9.5 Druckprüfung	44
3 Definitionen, Symbole und Abkürzungen	7	9.6 Übergabe	45
4 Qualitätssicherungssystem	12	10 Betrieb und Instandhaltung	46
5 Sicherheit und Umwelt	12	10.1 Allgemeine Regelungen	46
5.1 Einführung	12	10.2 Aufbauorganisation	46
5.2 Geeignete Sicherheitsmaßnahmen ..	12	10.3 Anweisungen für Betrieb und Instandhaltung	47
5.3 Trassierung	13	10.4 Alarmplan	47
5.4 Abstände zwischen Streckenarmaturen	14	10.5 Dokumentation	48
6 Druckabsicherung	14	10.6 Erstinbetriebnahme	48
6.1 Druckniveaus	14	10.7 Außerbetriebnahme	48
6.2 Normalbetrieb	15	10.8 Wiederinbetriebnahme	48
6.3 Anforderungen an Einrichtungen zur Druckabsicherung	15	10.9 Wartung, Änderungen und Instandsetzung	48
6.4 Leitungssysteme mit einem Auslegungsdruck DP bis einschließlich 40 bar und einer Umfangsspannung bis einschließlich $0,45 R_{t0,5}$	15	10.10 Stilllegung	51
6.5 Leitungssysteme mit einem Auslegungsdruck DP bis einschließlich 24 bar und einer Umfangsspannung bis einschließlich $0,30 R_{t0,5}$	15	Anhang A (informativ)	
7 Konstruktion	15	Literaturhinweise	51
7.1 Allgemeine Regelungen	15	Anhang B (informativ)	
7.2 Ermittlung der Wanddicke	17	Setzungen	52
7.3 Zusätzliche konstruktive Maßnahmen ..	18	Anhang C (informativ)	
7.4 Spannungs- und Dehnungsanalyse ...	19	Bergbaubedingte Bodensenkungen	57
7.5 Bau- und Berechnungsunterlagen	21	Anhang D (informativ)	
7.6 Bodennutzung und bodenmechanische Untersuchungen	22	Frosthub	58
7.7 Rohrdeckung	22	Anhang E (informativ)	
7.8 Mantelrohre	23	Gelände- und Böschungsbrüche	60
7.9 Auslegung von Stationen	23	Anhang F (informativ)	
7.10 Rohrleitungsteile	25	Erdbebengefährdete Gebiete	63
7.11 Molchbarkeit	26	Anhang G (informativ)	
7.12 Abblaseeinrichtungen	26	Elastostatische Auslegung und Auslegung unter Berücksichtigung von Grenzzuständen	66
7.13 Korrosionsschutz	26	Anhang H (informativ)	
8 Werkstoffe	28	Bodenmechanische Kennwerte	74
8.1 Allgemeine Anforderungen	28	Anhang I (informativ)	
8.2 Rohre	31	Durchbohrungen	77
8.3 Formstücke	31	Anhang J (informativ)	
8.4 Flanschverbindungen	32	Zulässige Schwingungen	80
8.5 Isolierstücke	33	Anhang K (informativ)	
8.6 Armaturen	33	Zulässige Schwingungen aus Sprengungen bei vorhandenen Leitungen	82
8.7 Umhüllung und Auskleidung	33	Anhang L (informativ)	
9 Bau	33	Wanddickenberechnung bei T-Stücken ...	84
9.1 Allgemeine Regelungen	33	Anhang M (informativ)	
		Wanddickenberechnung bei gewölbten Böden	88

Vorwort

Diese Europäische Norm wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 234 „Gasversorgung“ 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 September 2000, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis September 2000 zurückgezogen werden.

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

Ein vollständiges Verzeichnis aller Funktionsnormen, die bei CEN/TC 234 entstanden sind, ist in Abschnitt 2 enthalten und dieser Europäischen Norm als Anhang A beigelegt. Diese Funktionsnorm ist als EN 1594 angeführt. CEN/TC 234 wird diese Norm regelmäßig an den Stand der Technik anpassen.

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

Gasversorgungssysteme sind 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.

Diese Europäische Norm wurde unter dem Mandat M/017, das von der Europäischen Gemeinschaft und der Europäischen Freihandelsvereinigung an CEN gegeben wurde, erstellt.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

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 öffentliche Gasversorgung. Sie trifft Festlegungen für Planung, Bau und Betrieb sowie zugehörige Fragen der Sicherheit, des Umweltschutzes und der Gesundheit mit dem Ziel, eine sichere 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, Sicherheitsseinrichtungen oder Arbeitsabläufe gelten.

Für die Planung, den Bau und den Betrieb von Gasversorgungsanlagen zuständige Führungskräfte sollten die Empfehlungen dieser Europäischen Norm 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 das jeweilige Gasversorgungssystem umzusetzen.

Diese 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 entsprechend ISO 13686 auf dem Festland bestimmt sind und bei denen:

- die Leitungsbauteile aus nicht legiertem oder niedrig legiertem Kohlenstoffstahl bestehen;
- 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 sind, und
- die Auslegungstemperatur zwischen -40°C und $+120^{\circ}\text{C}$ liegt.

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

Das Gasversorgungssystem, für das diese Norm gilt, beginnt am Ausgang der Messstation des Gasproduzenten. Die Abgrenzung zwischen dem Leitungssystem für den Gastransport und den Stationsleitungen ergibt sich jeweils aus dem Einzelfall. Im Allgemeinen sind die Station und das Leitungssystem durch die Armaturen am Eingang und am Ausgang der Station voneinander abgegrenzt.

Diese Norm legt darüber hinaus die mechanischen Anforderungen an Rohrleitungen auf 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 Gasversorgungssystemen EN 12372 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 für Gasversorgungssysteme — Funktionale Anforderungen.*

Diese Europäische Norm enthält allgemeine Grundsätze für Gasversorgungssysteme. Anwender dieser Europäischen Norm sollten sich dessen bewusst sein, dass detailliertere 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 auf Grund restriktiverer Anforderungen in nationalen Gesetzen/Vorschriften als in dieser Norm gefordert, haben nationale Gesetze/Vorschriften Vorrang.

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

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

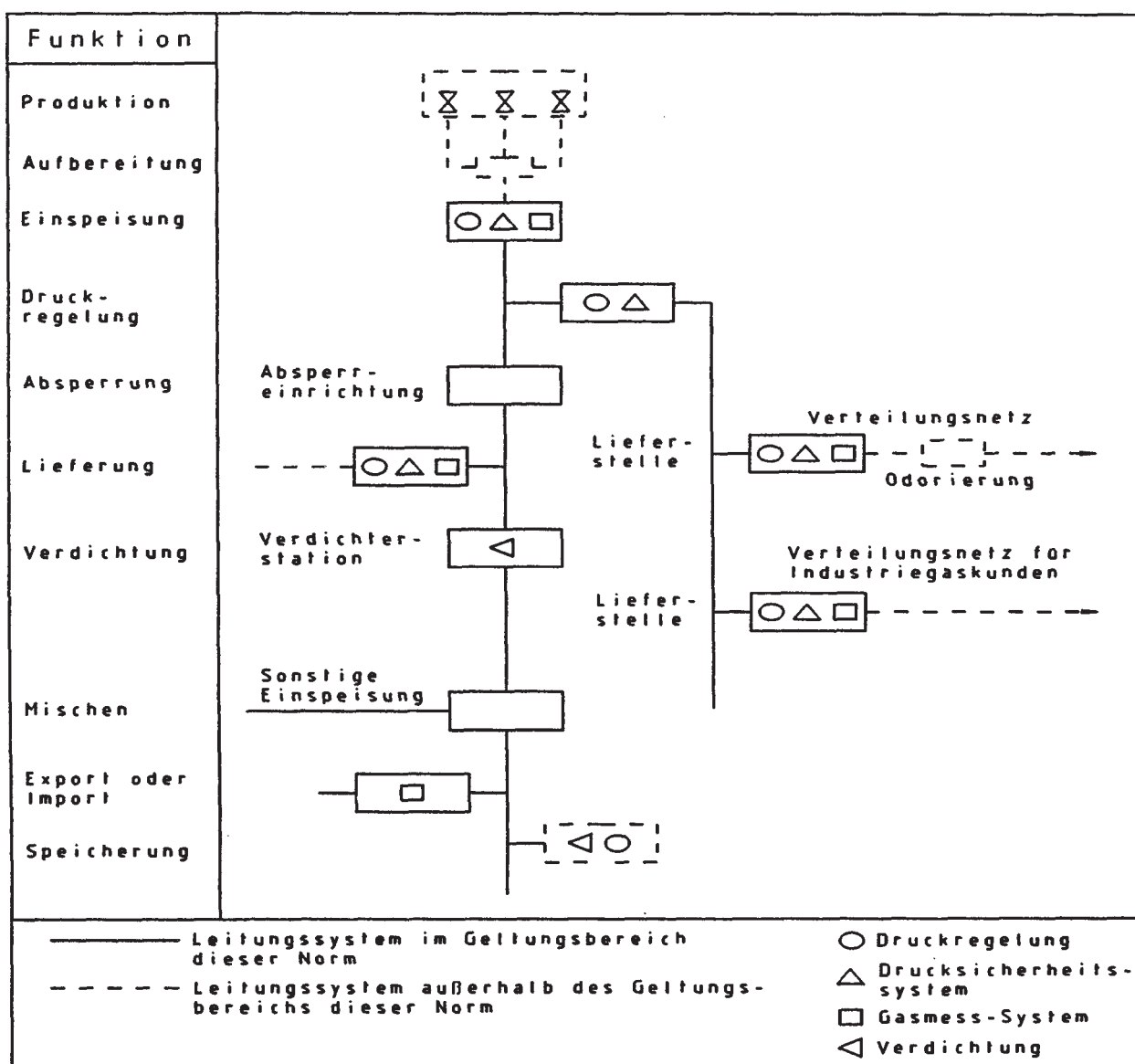


Bild 1 — Schematische Darstellung von Rohrleitungen für die Gasversorgung über 16 bar

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Europäischen Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation.

EN 10002-1, *Metallische Werkstoffe — Zugversuch — Teil 1: Prüfverfahren (bei Raumtemperatur)*.

EN 10204, *Metallische Erzeugnisse — Arten von Prüfbescheinigungen*.

EN 10208-2, *Stahlrohre für Rohrleitungen für brennbare Medien — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Rohre der Anforderungsklasse B*.

prEN 10216-1, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Raumtemperatureigenschaften*.

prEN 10216-2, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Rohre aus unlegierten Stählen und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen*.

prEN 10216-3, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 3: Rohre aus unlegierten und legierten Feinkornbaustählen.*

prEN 10216-4, *Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 4: Rohre aus unlegierten Stählen und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen.*

prEN 10217-1, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 1: Rohre aus unlegierten Stählen mit festgelegten Raumtemperatureigenschaften.*

prEN 10217-2, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 2: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen.*

prEN 10217-3, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 3: Rohre aus unlegierten und legierten Feinkornbaustählen.*

prEN 10217-4, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 4: Elektrisch geschweißte Rohre aus unlegierten Stählen und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen.*

prEN 10217-5, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 5: Unterpulvergeschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen.*

prEN 10217-6, *Geschweißte Stahlrohre für Druckbeanspruchungen — Technische Lieferbedingungen — Teil 6: Unterpulvergeschweißte Rohre aus unlegierten und legierten Stählen mit festgelegten Eigenschaften bei tiefen Temperaturen.*

prEN 10285, *Stahlrohre und -formstücke für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen — Im Dreischicht-Verfahren extrudierte Polyethylenbeschichtungen.*

prEN 10286, *Stahlrohre und -formstücke für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen — Im Dreischicht-Verfahren extrudierte Polypropylenbeschichtungen.*

prEN 10287, *Stahlrohre und -formstücke für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen — Aufgeschmolzene Polyethylenbeschichtungen.*

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

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

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

EN 12007-1, *Gasversorgungssysteme — Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis einschließlich 16 bar — Teil 1: Allgemeine funktionale Empfehlungen.*

EN 12007-3, *Gasversorgungssysteme — Rohrleitungen mit einem maximal zulässigen Betriebsdruck bis einschließlich 16 bar — Teil 3: Besondere funktionale Empfehlungen für Stahl.*

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, *Gasversorgungssysteme — Druckprüfung, In- und Außerbetriebnahme — Funktionale Anforderungen.*

EN 12583, *Gasversorgungssysteme — Gas-Verdichterstationen — Funktionale Anforderungen.*

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

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

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

prEN 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 12732, *Gasversorgungssysteme — Schweißen von Rohrleitungen aus Stahl — Funktionale Anforderungen.*

EN 45004, *Allgemeine Kriterien für den Betrieb verschiedener Typen von Stellen, die Inspektionen durchführen.*

EN 45011, *Allgemeine Anforderungen an Stellen, die Produktzertifizierung betreiben (ISO/IEC Guide 65:1996).*

3 Definitionen, Symbole und Abkürzungen

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die nachstehenden Definitionen. Symbole werden bei den jeweiligen Formeln erläutert

3.1

Inbetriebnahme

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

3.2

Schutzstreifen

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

3.3

Außerbetriebnahme

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

3.4

Nutzungsgrad

(f_0)

ein Faktor bei der Waddicken- oder Druckberechnung

3.5

Auslegungsdruck

(DP)

der Druck, auf dem die Konstruktionsberechnungen beruhen

3.6

Auslegungstemperatur

(DT)

die Temperatur, auf der die Konstruktionsberechnungen beruhen

3.7

Notfall

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

3.8

Gas

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

3.9

Gasverteilungsnetz

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

3.10

Gasverteiler

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

3.11

Gastransport

die leitungsgebundene Beförderung von Gas zur Belieferung von Gasverteilungsnetzen oder Industrieabnehmern

3.12

Störung

ein nicht erwartetes Ereignis, das zu einem Notfall führen könnte; zu den Störungen gehören insbesondere das Austreten von Gas oder der Ausfall einer Anlage

3.13

Druck im Störfall

(IP)

der in einem System herrschende Druck, bei dem eine Sicherheitseinrichtung aktiv wird

3.14

Inspektion

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

3.15

Anlage

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

3.16

Bautemperatur

die bei der Verlegung oder beim Bau auf Grund der Umgebungs- oder Baubedingungen herrschende Temperatur

3.17

Instandhaltung

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

3.18

Grenzdruck im Störfall

(MIP)

der von den Sicherheitseinrichtungen begrenzte, in einem Gassystem im Störfall kurzzeitig auftretende höchste Druck

3.19

maximal zulässiger Betriebsdruck

(MOP)

der höchste Druck, bei dem ein System unter normalen Bedingungen dauernd betrieben werden kann

ANMERKUNG Normale Bedingungen heißt: keine Störung in irgendeiner Einrichtung oder im Gasfluss.

3.20

einzelstaatliche Regelungen

Regelungen auf Grund einzelstaatlicher Gesetzgebung oder ausführlicherer oder strengerer einzelstaatlicher Normen

3.21

landverlegte Leitung

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

3.22

Betriebsdruck

(OP)

der bei normalen Betriebsbedingungen in einem System herrschende Druck

3.23

Betriebstemperatur

(OT)

die bei normalen Betriebsbedingungen in einem System herrschende Temperatur

3.24

Molch

ein durch strömendes Medium durch eine Leitung transportiertes Gerät für verschiedene (von der Art des Molches abhängige) Aufgaben

BEISPIEL Trennung von Medien, Reinigung einer Leitung oder Inspektion eines Leitungssystems.

3.25

Leitungssystem

ein System aus Leitungen und den zugehörigen Einrichtungen sowie Stationen bis zur Lieferstelle; die Leitungen sind hauptsächlich erdverlegt, weisen aber auch oberirdische Abschnitte auf

3.26

Rohrleitungsteile

die Teile, aus denen ein Leitungssystem besteht; Rohrleitungsteile sind insbesondere:

- Rohre einschließlich Baustellenbögen;
- Formstücke;

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

- aus den vorgenannten Bauteilen hergestellte Baugruppen;

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

- Einrichtungen;

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

- Druckbehälter.

3.27

Leitungsbetreiber

das privatwirtschaftliche oder öffentliche Unternehmen, das die Erlaubnis besitzt, das Gasversorgungssystem zu planen, zu bauen und/oder zu betreiben und instandzuhalten

3.28

Leitung

ein System aus Rohren und Formstücken

3.29

Lieferstelle

die Stelle, an der das Eigentum am Gas vom Lieferanten auf den Kunden übergeht

ANMERKUNG Hierbei kann es sich um eine Armatur oder den Zählerausgang handeln.

3.30

Inbetriebnahmevorbereitung

Maßnahmen, einschließlich Reinigung und etwaiges Trocknen, vor der eigentlichen Inbetriebnahme einer Leitung

3.31

Druck

der statische Druck des Mediums in einem System

3.32

Druckabsicherungssystem

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

3.33

Druckregelanlage

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

3.34

Drucküberwachungsanlage

eine Anlage mit Einrichtungen bzw. Geräten zur Druckregelung und Druckabsicherung sowie gegebenenfalls zur Aufzeichnung und Alarmauslösung

3.35

Wiederinbetriebnahme

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

3.36

Sonderkreuzung

eine Stelle, an der das Leitungssystem ein Bauwerk kreuzt

BEISPIEL Eine Straße, eine Eisenbahnlinie, einen Fluss, einen Kanal oder einen Deich.

3.37

Station

eine Einrichtung, die dem Betrieb eines Gasversorgungssystems dient

3.38

Festigkeitsprüfung

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

3.39

Festigkeitsprüfdruck

(STP)

der während der Festigkeitsprüfung in einem System herrschende Druck

3.40

Prüfdruck

(TP)

der Druck, dem das Gasversorgungssystem unterworfen wird, um sicherzustellen, dass es sicher betrieben werden kann

3.41

Dichtheitsprüfung

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

3.42

Dichtheitsprüfdruck

der während der Dichtheitsprüfung in einem System herrschende Druck

3.43

Volumen im Normzustand

die Gasmenge, die bei Atmosphärendruck (1,013 25 bar abs.) und einer Temperatur von 0°C im trockenen Zustand den Raum von 1 m³ einnimmt

3.44

Volumen im Standardzustand

die Gasmenge, die bei Atmosphärendruck (1,013 25 bar abs.) und einer Temperatur von 15°C im trockenen Zustand den Raum von 1 m³ einnimmt

4 Qualitätssicherungssystem

Bei einem Leitungssystem für den Transport von Gas kann man zwischen folgenden Phasen unterscheiden:

- Planung und Konstruktion;
- Bau und Prüfung;
- Betrieb und Instandhaltung.

Bei der Planung, der Konstruktion, dem Bau, der Prüfung, dem Betrieb und der Instandhaltung von Leitungssystemen in Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm sollte ein Qualitätssicherungssystem Anwendung finden.

Es kann auf die Normen der Serie EN ISO 9000 oder vergleichbare Qualitätssicherungssysteme verwiesen werden.

Nach der Inbetriebnahme der Leitung sollte die Sicherheit des Leitungssystems durch ein klar definiertes Programm für den Betrieb, die Instandhaltung und die Zustandsüberwachung, dass heißt eine betriebliche Sicherheitsplanung, aufrecht erhalten werden.

Bei allen Phasen der Planung und Konstruktion, des Baus, der Prüfung und des Betriebs ist zur Beurteilung der Qualität, der entsprechend dieser Norm durchgeführten Arbeiten, kompetentes Personal hinzuzuziehen.

5 Sicherheit und Umwelt

5.1 Einführung

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

5.2 Geeignete Sicherheitsmaßnahmen

Mögliche Maßnahmen zum Erreichen der Sicherheit in den Planungs-, Bau- und Betriebsphasen ergeben sich aus der nachstehenden 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:

- Zur Kontrolle der Aktivitäten Dritter sollte ein Schutzstreifen festgelegt werden, um die Leitung gegen Einwirkungen zu schützen.
- Sofern ein Gebietsklassensystem Anwendung findet, sollten die Nutzungsgrade entsprechend der jeweiligen Klasse gewählt werden.

Der Nutzungsgrad darf erhöht werden, wenn zusätzliche Maßnahmen gegen Einwirkungen durch Dritte ergriffen worden sind, wobei die in 7.2 angegebenen Grenzen des Nutzungsgrades zu beachten sind.

- Die Leitung sollte einen geeigneten Abstand zu Gebäuden haben. Der Abstand sollte durch die individuellen Leitungsparameter und/oder nationale Regelungen, sofern zutreffend, festgelegt werden.
- Wenn hochfeste Rohrstähle eingesetzt werden, sollten Zähigkeitseigenschaften, die eine Rissausbreitung verhindern, gewählt werden.
- 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.
- 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.
- Die Trasse der Leitung sollte durch ein Beschilderungssystem, wie Markierungssignale, gekennzeichnet werden.
- Die Sicherheit der Leitung kann durch das Sicherstellen angemessener Überwachungszeiträume weiter erhöht werden.

5.3 Trassierung

5.3.1 Einführung

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 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, sodass 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

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

zu ermitteln.

Folgende Aspekte müssen ebenfalls berücksichtigt werden:

- die Reduzierung von Geräuschen und Schwingungen und
- die Vermeidung von Geruch, Staub und Beeinträchtigungen der Luftqualität.

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

- Wasserbiotope;
- Gewässernutzung;
- Bettverhältnisse.

5.3.4 Bodenverhältnisse

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

- geologisch instabile Verhältnisse, einschließlich Verwerfungen und Risse;
- weicher oder wassergesättigter Boden;
- aggressiver Boden;
- felsiger und harter Boden;
- Überschwemmungsgebiete;
- Gebiete mit hohem Erdbebenrisiko;
- gebirgige Gebiete;
- bestehende oder potenzielle Erdrutsch- und Senkungsgebiete oder Gebiete mit unterschiedlichen Setzungen;
- Bergbau- und Felsabbaugebiete;
- Auffüllungen und Mülldeponien einschließlich Sondermülldeponien.

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, das Erfordernis der Armaturen für betriebliche Zwecke, die Lage von Anschlussleitungen und sonstige 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 entsprechend 9.5 festzulegen.

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

6.2 Normalbetrieb

Es ist eine Drucküberwachungsanlage vorzusehen, mit der 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 kann der dauerhafte Betriebsdruck aber auf Grund von Abweichungen der Druckregelgeräte um bis zu +2,5 % überschritten werden.

6.3 Anforderungen an Einrichtungen zur Druckabsicherung

In einem Gasversorgungssystem kann der Druck auf einer Station oder mehreren Stationen verringert oder erhöht werden.

Neben den Druckregelgeräten ist eine 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 Betriebsdrucks *MOP* um 15 % begrenzt wird. Dieser Grenzdruck im Störfall *MIP* kann auf einen niedrigeren Wert festgelegt werden. 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 gemäß EN 12186 und für Verdichteranlagen gemäß 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, bei denen die nach der Formel in 7.2 berechnete Umfangsspannung beim Auslegungsdruck 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 Formel in 7.2 berechneten Umfangsspannung beim Auslegungsdruck von höchstens 30 % der Dehngrenze bei 0,5 % der gesamten Dehnung (spezifizierter Mindestwert) $R_{t0,5}$ können gemäß EN 12007-1 und EN 12007-3 geplant und betrieben werden.

7 Konstruktion

7.1 Allgemeine Regelungen

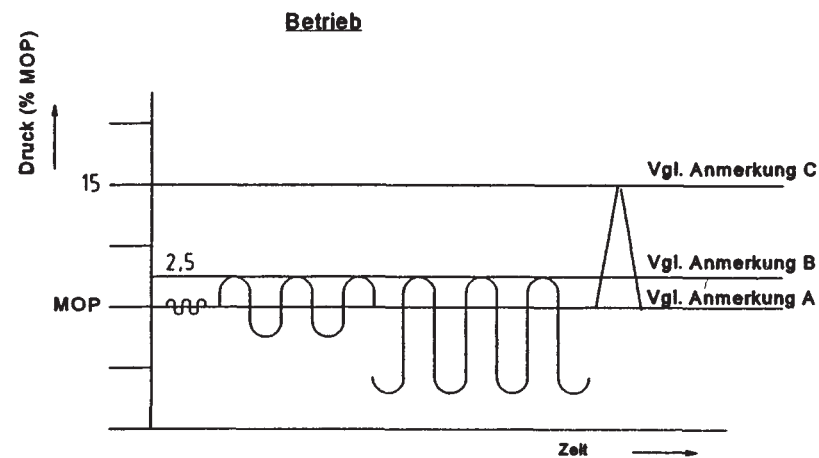
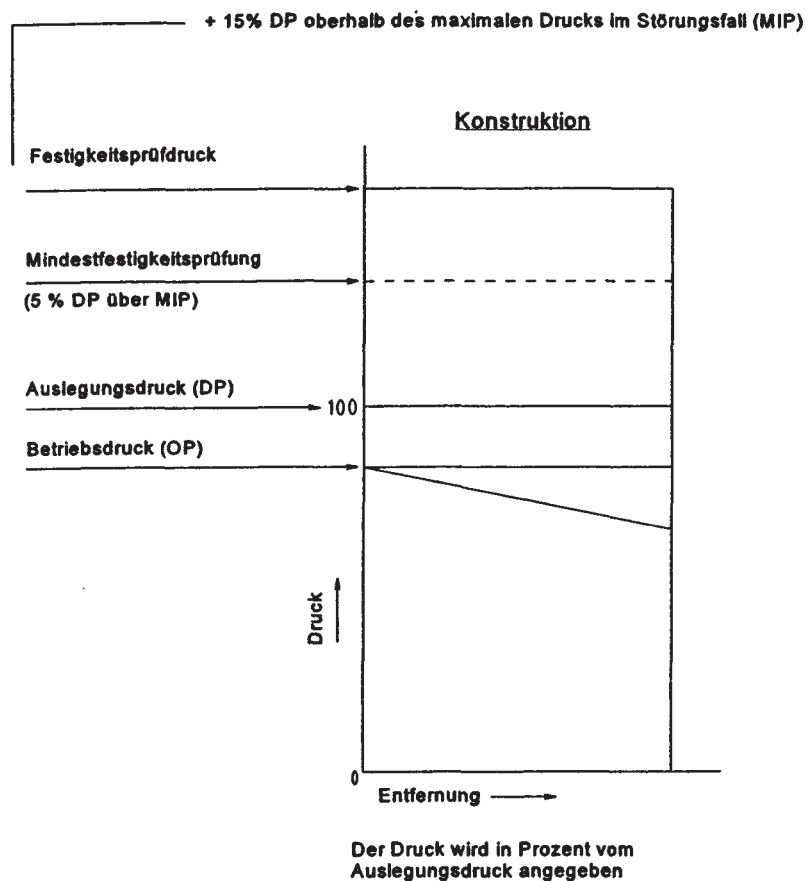
7.1.1 Planungsgrundsätze

Die Konstruktion der Gastransportleitung muss zu einem sicherem Gastransportsystem führen.

Die Konstruktion 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 ebenfalls zu beachten.

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



Der Druck wird in Prozent vom maximal zulässigen Betriebsdruck angegeben.

Anmerkungen:

A - Entspricht normalerweise dem Auslegungsdruck, ggf. niedriger

B - Zulässige betriebliche Abweichung

C - Maximaler Druck im Störfall (MIP) (darf für Leitungssysteme mit DP ≤ 40 bar und Umfangsspannung ≤ 0,45 R_{0,1} erhöht werden.)

Bild 2 — Anleitung für Druckabsicherungssysteme

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 Betriebs zu erwarten sind, standhalten können.

Die Leitung besteht aus verschiedenen unterschiedlichen Leitungsabschnitten (siehe Beispiel 1) und den dem Leitungsbetrieb dienenden Einrichtungen (siehe Beispiel 2). Bei der Planung und der Konstruktion können diese Bestandteile der Leitung getrennt behandelt werden, vorausgesetzt, dass die Wechselwirkungskräfte zwischen den Bestandteilen der Leitung berücksichtigt werden.

BEISPIEL 1 Erdverlegte, im Wasser, oberirdisch oder grabenlos verlegte Leitungsabschnitte.

BEISPIEL 2 Verdichteranlagen, Druckregel- und Messstationen.

Kreuzungen mit Bahnlinien, übergeordneten Straßen und Wasserwegen müssen in Konsultation 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, sodass sichergestellt wird, dass sich ihre Lage gegenüber der Einbaulage während der Lebensdauer der Leitung nur im Rahmen zu erwartender Lageveränderungen auf Grund 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, dass sowohl beim Bau als auch in der Betriebsphase die notwendige Stabilität in horizontaler und vertikaler Richtung gewährleistet ist.

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

Die Konstruktion 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 entsprechend 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 solche zusätzlichen konstruktiven Maßnahmen erforderlich sind, sind die Kräfte, die in dem Leitungsabschnitt wahrscheinlich auftreten werden, zu ermitteln oder Erfahrungen bei vergleichbaren Leitungsabschnitten zu berücksichtigen.

7.1.2.3 Stationsleitungen

Um die Druckfestigkeit der Stationsleitung zu gewährleisten, sollten die Rohre und Bauteile entsprechend der erforderlichen Druckstufen ausgewählt werden.

Da an erdverlegten und oberirdischen Stationsleitungen auf Grund von Temperaturschwankungen, Schwingungen und Festpunkten häufig größere äußere Kräfte als bei Transportleitungen auftreten, können zusätzliche konstruktive Maßnahmen erforderlich werden.

7.2 Ermittlung der Wanddicke

Wenn keine sonstigen konstruktiven Maßnahmen erforderlich sind, wird bei geraden Rohren die für den Innendruck erforderliche rechnerische Mindestwanddicke aus der folgenden Zahlenwertgleichung ermittelt:

$$T_{\min} = \frac{DP \times D}{20 \sigma_p}$$

mit

$$\sigma_p \leq f_0 \times R_{t0,5}(\theta)$$

Dabei ist:

$T_{\min}$	Mindestwanddicke, in Millimeter (mm)
DP	Auslegungsdruck, in Bar (bar)
D	Rohraußendurchmesser gemäß EN 10208-2, in Millimeter (mm) $D = D_i + 2 T_{\min}$, wenn D_i (Rohrinnendurchmesser in mm) vorgegeben ist
σ_p	Umfangsspannung, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)
f_0	Nutzungsgrad
$R_{t0,5}(\theta)$	Dehngrenze bei 0,5 % gesamter Dehnung (spezifizierter Mindestwert) bei Auslegungstemperatur, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²) Bei einer Temperatur bis zu 60 °C $R_{t0,5}(\theta) = R_{t0,5}$ Bei einer Temperatur über 60 °C ist die Dehngrenze bei 0,5 % der gesamten Dehnung (spezifizierter Mindestwert) entsprechend der Temperatur zu korrigieren.
$R_{t0,5}$	Dehngrenze bei 0,5 % gesamte Dehnung (spezifizierter Mindestwert) bei Umgebungstemperatur, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm ²)

Es sind folgende Nutzungsgrade (f_0) anzusetzen:

- erdverlegte Abschnitte außerhalb von Stationen $\leq 0,72$
- Abschnitte in dauerhaft abgestützten Tunnels $\leq 0,72$
- Stationen $\leq 0,67^1)$

ANMERKUNG Die entsprechend der EN 10208-2 festzulegende Wanddicke wird als rechnerische Mindestwanddicke zuzüglich der Herstellertoleranz verstanden.

Bei Bögen wird die für den Innendruck erforderliche rechnerische Mindestwanddicke gemäß 7.10.2 ermittelt.

7.3 Zusätzliche konstruktive Maßnahmen

7.3.1 Kräfte

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

- Innendruck;
- Verankerung bzw. Überdeckung und Straßen- und Bahnverkehrslasten sowie die für Bau und Druckprüfung der Leitung erforderliche Lasten;
- Gewicht des Wassers bei einer Wasserdruckprüfung;
- Anschluss anderer Leitungen;
- Anschluss von nicht druckführenden Bauteilen;
- Auftrieb;
- Fremdleitungen;
- Umweltlasten, wie Überschwemmungen, Eis, Schnee und Wind;
- Setzungen;
- bergbauliche Bodensenkungen;
- Frosthieb;
- Gelände- und Böschungsbrüche;
- geplante Bodenaufschüttungen, Böschungen usw.;

¹⁾ Unter Berücksichtigung der ergänzenden Anforderungen an die Wanddicke in 7.9.2.

- erdbebengefährdete Gebiete;
- Bodenerosion;
- oberirdisch verlegte Abschnitte.

Weitere Umstände können für einen Leitungsabschnitt oder Stationsleitungen rechnerisch zu berücksichtigen sein. Hierzu gehören insbesondere:

- höhere Rohrtemperaturen und/oder größere Temperaturschwankungen bei bestimmten Leitungs-konfigurationen;
- Einsatz von Bauverfahren, bei denen ungleichmäßige Setzungen auftreten können;
- 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:

- Leitung als Ring:** Das Ringmodell wird eingesetzt, um Umfangsspannungen und -dehnungen im Querschnitt zu analysieren.
- 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.
- 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 Prinzip

Prinzip der Analyse ist die Ermittlung der durch Lasten während des Baus und des Betriebs 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 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: $\sigma_v = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$

Dabei ist:

$\sigma_{\max}$ maximale Hauptspannung in eine der drei Richtungen

$\sigma_{\min}$ minimale Hauptspannung in eine der beiden anderen Richtungen

Nach der Gestaltänderungsenergiehypothese:

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

Für ein zweiachsiges System:

$$\sigma_v = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau^2}$$

In diesem Fall ist $\sigma_z = 0$ oder darf σ_z 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 Spannungen

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

Die zulässige Spannung beträgt $0,72 R_{t0,5}(\theta)$.

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

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

Wenn bei der Analyse nach Spannungsarten (z. B. Hauptspannung und Deviatorspannung) unterschieden wird, kann eine höhere zulässige Spannung angesetzt werden.

Ein Beispiel für die Vorgehensweise der erweiterten elastischen Analyse ist in Anhang G dargestellt, jedoch dürfen auch andere anerkannte Verfahren eingesetzt werden.

7.4.2 Auslegung nach Grenzzuständen

7.4.2.1 Allgemeines

Bei der Auslegung nach Grenzzuständen wird von Teilsicherheitsbeiwerten und rechnerischen Lasten ausgegangen. Die rechnerische Last ergibt 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 auf Grund einer dynamischen Beanspruchung ein Werkstoffversagen erfolgt.
- e) **Resonanz und Wirbelablösung:** In Bezug auf Resonanz und Wirbelablösung ergibt sich der Grenzzustand durch die maximal zulässige Auslenkung der Leitung oder ihrer Bauteile.

Derartige Auslenkungen treten auf, wenn die Erregerfrequenz mit der Eigenfrequenz der Leitung übereinstimmt.

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 bewegendenden Teilen (Armaturen) sowie Verformungen von Flanschen mit entsprechenden Folgen für ihre Dichtheit.

- g) **Verschiebung/Stabilität in horizontaler Richtung.**

7.5 Bau- und Berechnungsunterlagen

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:
 - Massenstrom;
 - Dichte;
 - 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 Konstruktion und des Baus erforderlichen Informationen.

c) Angaben über Leitungsbauteile

- 1) Außen- oder Innendurchmesser;

- 2) Mindestwanddicke(n);
- 3) Wanddickentoleranzen;
- 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;
- 2) Prüfdruck einschließlich Art und Dichte des Prüfmediums;
- 3) Bautemperatur;
- 4) Spezifikationen für die Verlegung der Leitung zusammen mit allen erforderlichen Daten und Vorgaben für den Bau;
BEISPIEL 2
 - Spezifikationen für Verlegung der Leitung: offener Rohrgraben mit oder ohne Wasserhaltung, Durchpressung, Durchbohrung, Richtbohren, Tunnelbauverfahren;
 - 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 einschließlich 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 (vgl. 5.3.4).

7.7 Rohrdeckung

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

- felsige Trassenbereiche;
- Kreuzungen von Gräben und Wasserläufen.

ANMERKUNG Angemessene Schutzmaßnahmen können erforderlich sein.

In den nachstehenden Fällen ist eine erhöhte Deckung erforderlich:

- Bereiche mit Gefährdung durch Frostaufbrüche;
- Bereiche, in denen auf Grund der Art der Bodennutzung eine größere Deckung erforderlich ist;
- erosionsgefährdete Bereiche;
- Wasserwege. Die tiefst zu erwartende Stelle des Bettes sollte bestimmt werden. Bei schiffbaren Wasserwegen ist zu prüfen, inwieweit ein Schutz der Leitungen vor Beschädigung durch Anker erfolgt.

7.8 Mantelrohre

Mantelrohre sollten möglichst vermieden werden, um die Wirksamkeit des kathodischen Korrosionsschutzes nicht zu gefährden.

Wenn Mantelrohre verwendet werden, sind an die Konstruktion von Mantelrohren die nachfolgenden Anforderungen zu stellen:

- Mantelrohre müssen für alle von außen aufgebrachten Lasten ausgelegt sein;
- Mantelrohre müssen so ausgelegt sein, dass die medienführende Leitung einfach installiert werden kann;
- die medienführende Leitung kann, falls erforderlich, kathodisch gegen Korrosion geschützt werden;
- Mantelrohre müssen so gebaut sein, dass der Ringraum möglichst wirksam abgedichtet oder mit einem geeigneten Material gefüllt werden kann, sodass möglichst wenig Wasser durch den Ringraum fließt und damit das Sauerstoffangebot möglichst niedrig gehalten wird;
- zwischen der medienführenden Leitung und dem Mantelrohr ist in regelmäßigen Abständen eine ausreichende Zahl von Abstandhaltern vorzusehen und insbesondere an den Enden eines Mantelrohrs, ist eine konstruktive Lösung zu wählen, die eine Berührung zwischen dem Mantelrohr und der medienführenden Leitung verhindert;
- bei der Berechnung der Abstandhalter und der Festlegung der Abstände zwischen den Abstandhaltern, sind das Gewicht des bei der Wasserdruckprüfung mit Wasser gefüllten Rohres sowie baubedingte Setzungen an den beiden Enden der Mantelrohrkreuzung zu berücksichtigen.

7.9 Auslegung von Stationen

7.9.1 Planung

Die Grenze zwischen der Transportleitung und der Station sollte der Eingang der ersten zur Station gehörenden Armatur und der Ausgang der letzten zur Station gehörenden Armatur sein. Alternativ können der Stationszaun oder die Absperrarmaturen als Grenze zwischen Leitung und Station festgelegt werden.

Die Anforderungen an die Planung der Station sind von der Art der Station und von der Umgebung abhängig. Alle Stationen müssen jedoch die nachfolgenden Anforderungen erfüllen:

- Es muss möglich sein, die Station oder Teile der Station über Armaturen außer Betrieb zu nehmen. Diese Anforderung findet auf Armaturenstationen keine Anwendung.
- Ein sicherer Betrieb muss unter allen Witterungsbedingungen gewährleistet sein.
- Die Sicherheit einer Station darf nicht durch Setzung, Bodensenkung, Korrosion oder andere Faktoren gefährdet werden.
- Eine Instandhaltung muss ohne Unterbrechung der Gasversorgung möglich sein.
- Die Bedienung von Anlagenteilen durch hierzu nicht befugte Personen ist zu verhindern.

Für Stationen sind Mindestabstände zwischen Anlagenteilen, insbesondere zur Vereinfachung der Instandhaltung und der Bekämpfung von eventuellen Bränden, festzulegen.

Soweit erforderlich, sind Stationen einzuzäunen, um den Zutritt von nicht befugten Personen zu verhindern. Zu prüfen ist, inwieweit Maßnahmen ergriffen werden sollen, um die Räumung einer Station in einem Notfall zu vereinfachen.

Soweit es auf Grund der Größe der Station erforderlich ist, müssen Tore so dimensioniert und ausgelegt sein, dass die Zufahrt von Feuerwehr und Krankenwagen nicht behindert wird.

Für Gebäude auf Stationen sind Räumungspläne vorzusehen.

Elektrische Anlagen auf Stationen müssen die Anforderungen der entsprechenden europäischen Normen erfüllen. Soweit eine Beleuchtung vorgesehen ist, müssen Ausgänge und wichtige Bereiche innerhalb und außerhalb des Stationsgeländes bei Nacht und bei Nebel gut beleuchtet sein.

Elektrische Einrichtungen in explosionsgefährdeten Bereichen müssen die Anforderungen der entsprechenden europäischen Normen erfüllen.

Es ist zu prüfen, inwieweit Blitzschutzmaßnahmen erforderlich sind. Diese Maßnahmen müssen den einschlägigen Normen entsprechen.

Druckregelanlagen sind gemäß EN 12186 und Verdichteranlagen gemäß EN 12583 auszuführen.

7.9.2 Anlagenteile

Alle Anlagenteile auf Stationen müssen die Anforderungen an ihre Funktion erfüllen und den jeweiligen Normen entsprechen.

Die vorstehenden Forderungen müssen von maschinenbautechnischen Anlagenteilen (siehe Beispiel 1), elektrotechnischen Anlagenteilen (siehe Beispiel 2) sowie Leitungen und Leitungsbauteilen (siehe Beispiel 3) erfüllt werden. Die Anforderungen an Flansche, Dichtungen, Schrauben, Muttern, Armaturen und Formstücke sind in 7.10 und Abschnitt 8 festgelegt.

BEISPIEL 1 Kompressoren und Pumpen.

BEISPIEL 2 Generatoren und Batterien.

BEISPIEL 3 Formstücke, Flansche, Dichtungen, Armaturen.

Die kleinste Bestellwanddicke T von Rohrleitungen dürfen die Werte nach Tabelle 1 nicht unterschreiten und sind entsprechend den jeweiligen Lasten bei einem Innendruck mit einem Nutzungsgrad f_0 kleiner oder gleich 0,67 festzulegen.

Tabelle 1 — Kleinste Bestellwanddicken

D (mm)	$\leq 114,3$	168,3	219,1	273	323,9	355,6	406,4	508	610	> 610
$T_{\min}$ (mm)	3,2	4,0	4,5	5,0	5,6	5,6	6,3	6,3	6,3	1 % D

Anlagenteile auf Stationen sind im Allgemeinen durch Leitungen miteinander verbunden. Diese Leitungen sowie alle zugehörigen Armaturen, Flansche, Reduzierstücke, Bögen und anderen Bauteile müssen aus einem geeigneten Werkstoff hergestellt und für die jeweiligen Mindest- und Höchstdrücke und -temperaturen ausgelegt sein.

Die gesamte Anlage muss bezüglich Sicherheitstechnik und Betriebssicherheit den Erfordernissen entsprechen.

7.9.3 Gegenseitige Beeinflussung von Stationen und landverlegten Leitungsabschnitten

Bei der Planung der Anschlüsse von landverlegten Leitungsabschnitten an Stationen ist die gegenseitige Beeinflussung zwischen der Leitung und der Station zu berücksichtigen.

Bei in Torfböden oder in weichem Ton verlegten Ausgangsleitungen von Verdichterstationen ist die Temperaturdehnung zu berechnen.

Bei der Planung sind Pulsationen zu berücksichtigen.

BEISPIEL Strömungsinduzierte Pulsationen.

Bei der Auslegung einer Station sind auch temperatur- oder druckbedingte Dehnungen der Rohrleitungen zu berücksichtigen. Erforderlichenfalls sind Festpunkte vorzusehen oder sonstige Maßnahmen zu ergreifen, die sicherstellen, dass Änderungen der Temperatur oder des Drucks in den Leitungsbauteilen keine unzulässigen Spannungen verursachen.

Bauteile von Stationen und die zugehörigen Anschlussleitungen sind so auszulegen, dass eventuelle Lasten aus ungleichmäßiger Setzung die zulässigen Grenzen nicht überschreiten.

7.10 Rohrleitungsteile

7.10.1 Allgemeine Regelungen

Die Regelungen für die Konstruktion von Rohrleitungsteilen ergeben sich aus 7.10.2 bis 7.10.8. Anforderungen an die Werkstoffe sind in Abschnitt 8 geregelt.

Für Rohrleitungsteile sind dieselben Werkstoffe wie für Rohre oder gleichwertige Werkstoffe zu verwenden.

7.10.2 Bögen

Bei Änderungen des Leitungsverlaufs können Baustellenbögen (siehe 9.2.8) oder Werksbögen eingesetzt werden.

Bei einem Biegeradius von weniger als $20D$ müssen die Anforderungen an die maximale Umfangsspannung aus 7.2 durch die nachstehenden Anforderungen ersetzt werden:

Innenseite:

$$\frac{2R - 0,5D}{2R - D} \times \sigma_p \leq f_0 R_{t0,5}(\theta)$$

Außenseite:

$$\frac{2R + 0,5D}{2R + D} \times \sigma_p \leq f_0 R_{t0,5}(\theta)$$

Dabei ist:

R Biegeradius, in Millimeter (mm)

D Außendurchmesser, in Millimeter (mm)

σ_p Umfangsspannung, in Newton pro Quadratmillimetern (N/mm²)²⁾

$R_{t0,5}(\theta)$ Dehngrenze bei 0,5 % der gesamten Dehnung (spezifizierter Mindestwert) bei Auslegungstemperatur, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm²)

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

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

$R_{t0,5}$ Dehngrenze bei 0,5 % der gesamten Dehnung (spezifizierter Mindestwert) bei Umgebungstemperatur, in Newton pro Quadratmillimeter (N/mm²) (vgl. EN 10002-1)

f_0 Nutzungsgrad

7.10.3 T-Stücke

T-Stücke sind ausreichend zu bemessen, um dem Innendruck standzuhalten. Eine mögliche Wanddickenberechnungsmethode ist im Anhang L beschrieben. Vergleichbare Methoden dürfen genutzt werden.

7.10.4 Flansche

Flansche sind für die gegebenen Betriebsbedingungen, die gegebenen klimatischen Bedingungen und den maximal zulässigen Betriebsdruck auszulegen. Die Abmessungen und die Lochkonfiguration müssen die Anforderungen der entsprechenden Normen erfüllen.

7.10.5 Gewölbte Böden

Gewölbte Böden sind ausreichend zu bemessen, um dem Innendruck standzuhalten. Eine mögliche Wanddickenberechnungsmethode ist im Anhang M beschrieben. Vergleichbare Methoden dürfen genutzt werden.

²⁾ Bei der Umfangsspannung ist von der Mindestwanddicke nach dem Biegen auszugehen.

7.10.6 Schrauben und Muttern

Schrauben und Muttern sind nach der entsprechenden Norm auszulegen. Muttern sind so auf Schrauben aufzubringen, dass das Gewinde über die Mutter hinausragt.

Wenn Schwingungen auftreten können, sind Muttern zu sichern.

7.10.7 Dichtungen

Dichtungen müssen aus einem Werkstoff sein, der für das im Leitungssystem transportierte Gas geeignet ist. Sie müssen für die Betriebstemperatur und den Betriebsdruck ausgelegt sein. Dichtungen sind für die jeweiligen Flansche und nach dem entsprechenden Teil der Norm prEN 12560 auszulegen. Asbesthaltige Dichtungen dürfen nicht eingesetzt werden.

7.10.8 Andere Formstücke

Alle anderen Formstücke sind gemäß den entsprechenden Normen zu spezifizieren. Die Spannungen in Formstücken dürfen die Spannungen in den angrenzenden Rohren bei demselben Druck und derselben Temperatur nicht überschreiten.

BEISPIEL Andere Formstücke können Reduzierstücke und Isolierstücke sein.

Isolierkupplungen sind Isolierflanschen vorzuziehen.

7.11 Molchbarkeit

Eine Leitung sollte so konstruiert sein, dass Nullmolchung und wiederkehrende Molchung möglich sind.

Bei molchbaren Leitungssystemen sind Mindestanforderungen an Innendurchmessersprünge, zulässige Unrundheit, kleinste Biegeradien und an die Auswahl von Bögen, T-Stücken (mit eingefügten Führungsschienen, wenn erforderlich) und anderen Komponenten im Interesse einer sicheren und effektiven Molchung zu formulieren.

Molchsende- und -empfangsschleusen, ausgerüstet mit geeigneten Einrichtungen für das Ein- und Ausbringen der Molche sowie mit Staub-, Wasser- und Kondensatabscheidern, sind in regelmäßigen Abständen vorzusehen (siehe Bild 3).

7.12 Abblaseeinrichtungen

Zum Entspannen von Leitungsabschnitten sind Möglichkeiten zum Abblasen vorzusehen. Ein Leitungssystem mit den entsprechenden Anlagen ist in Bild 3 dargestellt.

7.13 Korrosionsschutz

7.13.1 Allgemeine Regelungen

Oberirdische Teile von Leitungssystemen sind durch Wahl eines geeigneten Umhüllungssystems gegen atmosphärische Korrosion zu schützen.

Erdverlegte oder im Wasser liegende Leitungssysteme sind durch eine Umhüllung und durch einen wirksamen kathodischen Korrosionsschutz zu schützen. Wenn kleinere Abschnitte nicht wirksam kathodisch geschützt werden bzw. werden können, ist mit besonderer Sorgfalt sicherzustellen, dass in diesen Abschnitten keine Umhüllungsschäden vorliegen.

Bei der Planung, der Konstruktion und dem Bau eines Leitungssystem sind hinsichtlich des Korrosionsschutzes die einschlägigen europäischen Normen für Außenanstriche, Umhüllungen und kathodischen Korrosionsschutz zu berücksichtigen. Alle Rohrleitungsbauteile sind soweit wie möglich vor ihrer Auslieferung zur Baustelle mit einer Werksumhüllung zu versehen.

7.13.2 Passiver Korrosionsschutz

7.13.2.1 Passiver Korrosionsschutz von oberirdischen Teilen eines Leitungssystems

Bei dem passiven Korrosionsschutz von oberirdischen Teilen eines Leitungssystems müssen Werkstoffe und Aufbringung den Anforderungen der einschlägigen Europäischen Normen entsprechen.