

DIN EN 14161



ICS 75.200

Entwurf

Einsprüche bis 2021-09-09
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 14161:2015-07

**Erdöl- und Erdgasindustrie –
Rohrleitungstransportsysteme (ISO 13623:2017, modifiziert);
Deutsche und Englische Fassung prEN 14161:2021**

Petroleum and natural gas industries –
Pipeline transportation systems (ISO 13623:2017, modified);
German and English version prEN 14161:2021

Industries du pétrole et du gaz naturel –
Systèmes de transport par conduites (ISO 13623:2017, modifié);
Version allemande et anglaise prEN 14161:2021

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-07-09 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an noeg@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

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

Gesamtumfang 205 Seiten

DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14161:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN (Niederlande) und CYS (Zypern) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 109-00-02 AA „Fernleitungssysteme – Spiegelausschuss zu ISO/TC 67/SC 2“ im DIN-Normenausschuss Erdöl- und Erdgasgewinnung (NÖG).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Diese Norm enthält neben den gesetzlichen Einheiten auch die Einheiten „in (Inch)“ und „psi (Pfund pro Quadratzoll)“, die in Deutschland nicht zugelassen sind. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Einheiten im nationalen amtlichen und geschäftlichen Verkehr auf Grund des Gesetzes über Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung (EinhZeitG) nicht zulässig ist. Die Angabe dieser Einheiten dient lediglich als Hilfe im amtlichen und geschäftlichen Verkehr (z. B. bei Einfuhr und Ausfuhr) mit solchen Staaten, die diese Einheiten anwenden.

Umrechnung:

Nicht zugelassene Einheit	Zugelassene Einheit	Umrechnung
in (inch)	mm	1 in = 25,4 mm
psi	Pa	1 psi = 6 894,757 Pa

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 148-1	siehe	DIN EN ISO 148-1
ISO 3183:2012*	siehe	DIN EN ISO 3183:2013-03*
ISO 10439 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 10439 (alle Teile)
ISO 12736	siehe	DIN EN ISO 12736
ISO 13709	siehe	DIN EN ISO 13709
ISO 13710	siehe	DIN EN ISO 13710
ISO 14723	siehe	DIN EN ISO 14723
ISO 15156 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 15156 (alle Teile)
ISO 15589 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 15589 (alle Teile)
ISO 16440	siehe	DIN EN ISO 16440
ISO 16708	siehe	DIN EN ISO 16708
ISO 21809 (all parts)	siehe	DIN EN ISO 21809 (alle Teile)
ISO 29001	siehe	DIN EN ISO 29001
IEC 60079-14	siehe	DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1)

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

* Zurückgezogen. Nachfolgedokumente: ISO 3183:2019 bzw. DIN EN ISO 3183:2020-02.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 14161:2015-07 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Abschnitt 2 „Normative Verweisungen“ aktualisiert;
- b) Neuordnung von Kohlendioxid aus Kategorie C zu Kategorie E in 5.2;
- c) Formelanpassungen in 6.4.2;
- d) neue Unterabschnitte 6.4.2.6 und 6.4.2.7;
- e) 10.4.2 geändert;
- f) neuer Unterabschnitt 13.4.7;
- g) Anhang A angepasst und Status in „informativ“ geändert;
- h) Anhang B erweitert;
- i) Anhang E angepasst und Status in „normativ“ geändert;
- j) Literaturhinweise aktualisiert;
- k) Norm redaktionell überarbeitet.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 148-1, *Metallische Werkstoffe — Kerbschlagbiegeversuch nach Charpy — Teil 1: Prüfverfahren*

DIN EN ISO 3183:2013-03, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Stahlrohre für Rohrleitungstransportsysteme (ISO 3183:2012); Deutsche Fassung EN ISO 3183:2012*

DIN EN ISO 10439 (alle Teile), *Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie — Axial- und Radialkompressoren und Expanderkompressoren*

DIN EN ISO 12736, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Wärmedämmschicht für Rohrleitungen, Anschlussleitungen, Zubehör und Unterwasserkonstruktionen*

DIN EN ISO 13709, *Kreiselpumpen für den Einsatz in der Erdöl-, petrochemischen und Erdgasindustrie*

DIN EN ISO 13710, *Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie — Oszillierende Verdrängerpumpen*

DIN EN ISO 14723, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Rohrleitungstransportsysteme — Unterwasserarmaturen*

DIN EN ISO 15156 (alle Teile), *Erdöl- und Erdgasindustrie — Werkstoffe für den Einsatz in H₂S-haltiger Umgebung bei der Öl- und Gasgewinnung*

DIN EN ISO 15589 (alle Teile), *Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie — Kathodischer Korrosionsschutz für Rohrleitungssysteme*

DIN EN ISO 16440, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Rohrleitungs-Transportsysteme — Planung, Bau und Instandhaltung von Rohrleitungen in Mantelrohren*

DIN EN ISO 16708, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Rohrleitungstransportsysteme — Zuverlässigkeitsanalysen*

DIN EN ISO 21809 (alle Teile), *Erdöl- und Erdgasindustrie — Umhüllungen für erd- und wasserverlegte Rohrleitungen in Transportsystemen*

DIN EN ISO 29001, *Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie — Sektorspezifische Qualitätsmanagementsysteme — Anforderungen an Hersteller- und Serviceorganisationen*

DIN EN 60079-14 (VDE 0165-1), *Explosionsgefährdete Bereiche — Teil 14: Projektierung, Auswahl und Errichtung elektrischer Anlagen (IEC 60079-14)*

Titel de: Erdöl- und Erdgasindustrie — Rohrleitungstransportsysteme
(ISO 13623:2017, modifiziert)

Titel en: Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems
(ISO 13623:2017, modified)

Titel fr: Industries du pétrole et du gaz naturel — Systèmes de transport par
conduites (ISO 13623:2017, modifié)

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	8
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich	10
2 Normative Verweisungen	12
3 Begriffe und Symbole	13
3.1 Begriffe	14
3.2 Symbole	16
4 Allgemeines	17
4.1 Gesundheit, Sicherheit und Umwelt	17
4.2 Kompetenzsicherung	17
4.3 Konformität	17
4.4 Aufzeichnungen	17
5 Auslegung des Rohrleitungssystems	18
5.1 Festlegung des Rohrleitungssystems	18
5.2 Klassifizierung der Fluide	18
5.3 Betrachtung der Hydraulik	18
5.4 Druckregelung und Sicherung gegen Drucküberschreitung	19
5.5 Anforderungen an Betrieb und Instandhaltung	19
5.6 Öffentliche Sicherheit und Schutz der Umwelt	19
6 Konstruktion von Rohrleitungen und Hauptrohrleitung	20
6.1 Konstruktionsgrundsätze	20
6.2 Auswahl der Trassenführung	20
6.2.1 Überlegungen	20
6.2.2 Untersuchungen — Rohrleitungen an Land	22
6.2.3 Untersuchungen — Offshore-Rohrleitungen	22
6.3 Belastungen	22
6.3.1 Allgemeines	22
6.3.2 Funktionsbedingte Belastungen	23
6.3.3 Umweltbedingte Belastungen	23
6.3.4 Belastungen durch die Bauausführung	25
6.3.5 Außergewöhnliche Belastungen	25
6.3.6 Kombination von Belastungen	25
6.4 Anforderungen an die Festigkeit	26
6.4.1 Berechnung von Spannungen	26
6.4.2 Festigkeitskriterien	27
6.5 Stabilität	31
6.6 Rohrleitungs-Spannweite	32
6.7 Anforderungen an die Druckprüfung	32
6.7.1 Allgemeines	32
6.7.2 Prüfmedium	32
6.7.3 Druckhöhe und Prüfdauer	32
6.7.4 Annahmekriterien	33
6.8 Weitere Tätigkeiten	33
6.8.1 Tätigkeiten durch Dritte	33
6.8.2 Rohrleitungsüberdeckung	34

6.9	Querungen und Abstände.....	35
6.9.1	Rücksprache mit Behörden	35
6.9.2	Straßen.....	35
6.9.3	Eisenbahnen.....	36
6.9.4	Wasserwege und Küstenbereiche	36
6.9.5	Rohrleitungs-/Kabelquerungen	36
6.9.6	Querungen von Rohrbrücken	36
6.9.7	Manschetten- oder Mantelrohrkreuzungen.....	36
6.10	Ungünstige Boden- und Meeresbodenverhältnisse.....	36
6.11	Strangabsperrarmatur	37
6.12	Überwachung der Unversehrtheit	37
6.13	Konstruktionskriterien für Molchsysteme	37
6.14	Vorgefertigte Bauteile	38
6.14.1	Geschweißte Abzweiganschlüsse	38
6.14.2	Durch Schweißen gefertigte Sonderbauteile	38
6.14.3	Extrudierte Ausgänge	38
6.14.4	Molchschleusen.....	38
6.14.5	Kondensat-/Schlammabscheider.....	39
6.14.6	Vorgefertigte Baugruppen	39
6.15	Befestigung von Abstützungen oder Verankerungen	39
6.16	Offshore-Steigleitungen (Riser)	40
7	Konstruktion von Stationen und Terminals.....	41
7.1	Wahl des Standortes.....	41
7.2	Planung der Anlage (Layout)	41
7.3	Schutz.....	42
7.4	Sicherheit	42
7.5	Umwelt	42
7.6	Gebäude	42
7.7	Ausrüstung.....	43
7.8	Rohrnetz	43
7.8.1	Hauptrohrleitungen	43
7.8.2	Nebenrohrleitungen.....	43
7.9	Notabschaltsystem.....	44
7.10	Elektrische Betriebsmittel.....	44
7.11	Lager- und Arbeitstanks	44
7.12	Heiz- und Kühlstationen	44
7.13	Mess- und Druckregelstationen	45
7.14	Überwachungs- und Kommunikationssysteme	45
7.15	Verdichterstationen für Gasversorgungssysteme an Land.....	45
8	Werkstoffe und Beschichtungen.....	45
8.1	Allgemeine Anforderungen an Werkstoffe für Rohrleitungen und Hauptrohrleitungen.....	45
8.1.1	Auswahl.....	45
8.1.2	Werkstoffe für den Sauer gasbetrieb	46
8.1.3	Einheitlichkeit der Anforderungen	46
8.1.4	Chemische Zusammensetzung.....	46
8.1.5	Sprödbbruchfestigkeit	46
8.1.6	Scherbruchzähigkeit	47
8.1.7	Betrieb bei erhöhten Temperaturen.....	47
8.1.8	Eigenschaften nach dem Umformen und der Wärmebehandlung	47
8.1.9	Fertigungsprüfprogramme.....	47
8.1.10	Kennzeichnung.....	48
8.1.11	Prüfbescheinigungen	48
8.1.12	Spezifikationen.....	48
8.1.13	Wiederverwendung von Bauteilen	48

8.1.14	Aufzeichnungen.....	48
8.2	Leitungsrohr.....	49
8.2.1	Rohre aus unlegiertem Stahl.....	49
8.2.2	Rohre aus nichtrostendem Stahl und Nichteisenmetall.....	49
8.2.3	Rohre aus Kohlenstoffstahl mit Beschichtung aus nichtrostendem Stahl oder Nichteisenmetall.....	49
8.3	Bauteile (außer Rohrleitungen).....	49
8.3.1	Flanschverbindungen.....	49
8.3.2	Rohrbögen.....	49
8.3.3	Rohrformstücke (Fittings).....	50
8.3.4	Armaturen.....	50
8.3.5	Vorgefertigte Absperrarmaturen.....	50
8.3.6	Sonstige Bauteile.....	50
8.4	Beschichtungen.....	50
8.4.1	Außenbeschichtungen.....	50
8.4.2	Innenbeschichtungen/Innenauskleidung.....	51
9	Korrosionsmanagement.....	52
9.1	Allgemeines.....	52
9.2	Bewertung der Innenkorrosion.....	53
9.3	Reduzierung der Innenkorrosion.....	53
9.3.1	Verfahrensweisen.....	53
9.3.2	Nachprüfung der Konstruktionsbedingungen.....	54
9.3.3	Chemische Zusätze (Additive).....	54
9.3.4	Innenbeschichtungen oder Auskleidungen.....	54
9.3.5	Reinigung.....	55
9.4	Bewertung der Außenkorrosion.....	55
9.5	Reduzierung der Außenkorrosion.....	56
9.5.1	Anforderungen.....	56
9.5.2	Außenbeschichtungen.....	56
9.5.3	Kathodischer Korrosionsschutz.....	57
9.6	Überwachungsprogramme und -verfahren.....	57
9.6.1	Anforderungen an die Überwachung.....	57
9.6.2	Überwachung der Innenkorrosion.....	57
9.6.3	Überwachung des äußeren Zustands der Rohrleitung.....	58
9.6.4	Überwachung des kathodischen Korrosionsschutzes.....	58
9.7	Auswertung der Überwachungs- und Prüfergebnisse.....	58
9.8	Dokumentation des Korrosionsmanagements.....	58
10	Bauausführung.....	59
10.1	Allgemeines.....	59
10.1.1	Bauplan.....	59
10.1.2	Bauausführung in der Nähe anderer Einrichtungen.....	59
10.1.3	Anlagen, Ausrüstungen und Verlegeschiffe.....	59
10.1.4	Transport und Handhabung von Materialien.....	59
10.2	Vorbereitung der Rohrleitungstrasse an Land.....	60
10.2.1	Standortbesichtigungen.....	60
10.2.2	Untersuchung und Vermarkung.....	60
10.2.3	Vorbereitung der Arbeitsstreifenbreite.....	60
10.2.4	Sprengarbeiten.....	60
10.3	Vorbereitung der Rohrleitungstrasse auf See (Offshore).....	60
10.3.1	Vermessungen.....	60
10.3.2	Vorbereitung des Meeresbodens.....	60
10.4	Schweißen und Verbinden.....	60
10.4.1	Schweißnorm.....	60
10.4.2	Prüfung der Schweißnaht.....	61

10.4.3	Andere Verbindungsverfahren als Schweißen.....	61
10.5	Beschichtung.....	61
10.5.1	Nachumhüllung der Schweißverbindungen.....	61
10.5.2	Prüfung der Beschichtung.....	61
10.6	Verlegung von Rohrleitungen an Land.....	61
10.6.1	Herstellen des Rohrstrangs.....	61
10.6.2	Rohrbiegearbeiten auf der Baustelle.....	61
10.6.3	Grabenaushub.....	62
10.6.4	Absenken des Rohres.....	62
10.6.5	Verfüllung.....	63
10.6.6	Einbindung.....	63
10.6.7	Wiederherstellung.....	63
10.6.8	Querungen.....	63
10.6.9	Markierungen.....	63
10.7	Offshore-Verlegung.....	64
10.7.1	Arbeitsgänge auf See.....	64
10.7.2	Mess- und Positionierungssysteme.....	65
10.7.3	Rohrverlegung.....	65
10.7.4	Erdrutsch.....	65
10.7.5	Herstellung des Rohrleitungsgrabens.....	65
10.7.6	Verfüllung.....	66
10.7.7	Querung anderer Rohrleitungen und Kabel/Leitungen.....	66
10.7.8	Stützweiten.....	66
10.7.9	Einbindungen.....	66
10.8	Reinigen und Messen.....	66
10.9	Bestandsvermessungen.....	66
10.10	Bauaufzeichnungen.....	67
11	Prüfung.....	67
11.1	Allgemeines.....	67
11.2	Sicherheit.....	68
11.3	Verfahren.....	68
11.3.1	Schriftliche Verfahrensanweisungen.....	68
11.3.2	Kommunikation.....	68
11.3.3	Wasserbeschaffenheit.....	68
11.3.4	Inhibitoren und Additive.....	69
11.3.5	Füllgeschwindigkeit.....	69
11.3.6	Luftgehalt.....	69
11.3.7	Stabilisierung der Temperatur.....	69
11.3.8	Temperatureinflüsse und Korrelationen.....	69
11.3.9	Lecksuche.....	69
11.4	Annahmekriterien.....	69
11.5	Prüfung nach Einbindung.....	69
11.6	Prüfeinrichtung.....	70
11.7	Prüfdokumentation und Aufzeichnungen.....	70
11.8	Entsorgung der Prüfflüssigkeiten.....	71
11.9	Schutz der Rohrleitung nach der Prüfung.....	71
12	Vorbetrieb und Inbetriebnahme.....	71
12.1	Allgemeines.....	71
12.2	Reinigungs- und Vermessungsverfahren.....	71
12.3	Trocknungsverfahren.....	72
12.4	Funktionsprüfung von Einrichtung und Systemen.....	72
12.5	Dokumentation und Aufzeichnungen.....	72
12.6	Verfahrensanweisungen für das Anfahren und Einleiten des zu transportierenden Fluids.....	72
13	Betrieb, Instandhaltung und Aufgabe.....	73

13.1	Management.....	73
13.1.1	Zielsetzung und grundlegende Anforderungen	73
13.1.2	Betriebs- und Instandhaltungsplan.....	74
13.1.3	Betriebs- und Instandhaltungsverfahren	74
13.1.4	Einsatzplan bei Störungen und Notfällen	74
13.1.5	Genehmigungsverfahren für die Durchführung der Arbeiten.....	74
13.1.6	Ausbildung/Schulung.....	75
13.1.7	Zusammenarbeit.....	75
13.1.8	Aufzeichnungen.....	76
13.2	Betriebsabläufe	76
13.2.1	Überwachung der Fluidparameter.....	76
13.2.2	Stationen und Terminals	76
13.2.3	Molchen	76
13.2.4	Außerbetriebnahme.....	76
13.2.5	Erneute Inbetriebnahme	77
13.3	Instandhaltung	77
13.3.1	Instandhaltungsprogramm.....	77
13.3.2	Inspektion der Rohrleitungstrasse	77
13.3.3	Überwachung des mechanischen Zustandes.....	79
13.3.4	Lecksuche und Lecküberwachung	79
13.3.5	Überwachung von Einrichtungen, Ausrüstungen und Bauteilen.....	79
13.3.6	Mängel und Schäden an Rohrleitungen und Verrohrung	81
13.3.7	Reparaturen und Abänderungen an der Rohrleitung.....	82
13.4	Änderungen am Auslegungszustand	84
13.4.1	Änderungsüberwachung.....	84
13.4.2	Arbeitsdruck.....	84
13.4.3	Betriebsumstellung	85
13.4.4	Neue Querungen und Erschließungen.....	85
13.4.5	Bewegen von in Betrieb befindlichen Rohrleitungen und Verrohrungen.....	85
13.4.6	Prüfung abgeänderter Rohrleitungen und Verrohrungen	85
13.4.7	Änderungen der Standortklasse	86
13.5	Verlängerung der Lebensdauer.....	86
13.6	Stilllegung/Aufgabe	86
Anhang A (informativ) Aufzeichnungen und Dokumentation		87
Anhang B (normativ) Zusätzliche Anforderungen an die öffentliche Sicherheit bei Rohrleitungen an Land für Fluide der Kategorien D und E.....		88
B.1	Zielsetzung.....	88
B.2	Klassifizierung der Bereiche	88
B.3	Bevölkerungsdichte.....	89
B.4	Ansammlungen von Personen	89
B.5	Maximale Umfangsspannung	90
B.6	Anforderungen an die Druckprüfung.....	90
B.7	Klassifizierung der Standorte bei bereits vorhandenen Rohrleitungen.....	90
B.8	Anforderungen an den MAOP nach Änderungen der Standortklasse	91
B.9	Schadensminderung durch Dritte	93
Anhang C (informativ) Auswahlverfahren für die Trassenführung der Rohrleitung		94
C.1	Begrenzungen	94
C.2	Vorgaben.....	94
C.3	Bevorzugte Strecken für die Trassenführung.....	94
C.4	Genaue Trassenführung.....	94
Anhang D (informativ) Beispiele für Faktoren, die bei der Trassenführung zu berücksichtigen sind		95
Anhang E (normativ) Bewertung der Sicherheit von Rohrleitungen		97

E.1	Überblick	97
E.2	Allgemeine Anforderungen	97
E.3	Festlegung des Geltungsbereiches der Bewertung	97
E.4	Festlegung der Gefährdungen und erste Bewertung	98
E.5	Abschätzung der Gefährdungen	99
E.5.1	Allgemeines	99
E.5.2	Häufigkeitsanalyse	99
E.5.3	Analyse der Folgen	99
E.5.4	Berechnung des Risikos	100
E.6	Überprüfung der Ergebnisse	100
E.7	Dokumentation	100
Anhang F (informativ) Anwendungsbereich von Verfahrensanweisungen für Betrieb,		
	Instandhaltung und Notfälle	101
F.1	Verfahrensweisen für den Betrieb	101
F.2	Verfahrensanweisungen für die Instandhaltung	101
F.3	Verfahrensanweisungen für Notfälle	102
	Literaturhinweise	103

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 14161:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 12 „Materialien, Ausrüstungen und Offshore-Bauwerke für die Erdöl-, petrochemische und Erdgasindustrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von NEN und CYS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 14161:2011+A1:2015 ersetzen.

Der Text von ISO 13623:2017 ist von CEN/TC 12 mit einigen Änderungen übernommen worden, um Aspekte auszuschließen, die vom CEN/TC 234 „Gasinfrastruktur“ behandelt werden. Diese Änderungen sind durch eine vertikale Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet *[Anmerkung: derzeit mit „Änderungen nachverfolgen“ angezeigt]*.

Einleitung

In den Bereichen öffentliche Sicherheit und Schutz der Umwelt bestehen zwischen den Mitgliedsländern erhebliche Unterschiede, die für Rohrleitungstransportsysteme für die Erdöl- und Erdgasindustrien auf keinen gemeinsamen Nenner gebracht werden konnten. Eine Übereinkunft wurde ferner dadurch erschwert, dass in einigen Mitgliedsländern durch die bestehende Gesetzgebung Anforderungen für die öffentliche Sicherheit und den Schutz der Umwelt festgelegt sind. In Anerkennung dieser Unterschiede kam ISO/TC 67/SC 2 zu dem Schluss, dass dieses Dokument einzelnen Ländern ermöglichen sollte, ihre nationalen Anforderungen an die öffentliche Sicherheit und den Schutz der Umwelt anzuwenden.

Dieses Dokument ist kein Konstruktionshandbuch; es ist vielmehr für die Anwendung in Verbindung mit einer guten Ingenieurpraxis und einer fundierten fachlichen Beurteilung vorgesehen. Dieses Dokument ermöglicht den Einsatz innovativer Techniken und Verfahren, z. B. Konstruktionsverfahren mit Grenzzuständen auf der Grundlage der Zuverlässigkeit, sofern die Mindestanforderungen dieses Dokuments erfüllt sind.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 13623:2009), die technisch überarbeitet wurde.

Die im ISO/TC 67/SC 2 entwickelte ISO 13623:2017 wurde als EN 14161:202X (ISO 13623:2017, modifiziert) übernommen.

Der Zuständigkeitsbereich von ISO/TC 67/SC 2 erstreckt sich ohne Ausnahmen auf Rohrleitungstransportsysteme für die Erdöl- und Erdgasindustrie. Bis 1995 überschnitten sich jedoch die Zuständigkeitsbereiche von CEN/TC 12 und CEN/TC 234 innerhalb von CEN. Diese Überschneidung der Zuständigkeitsbereiche verursachte Probleme hinsichtlich paralleler Arbeitsabläufe bei dem vorstehend genannten Gegenstand. Der Widerspruch bezüglich des Zuständigkeitsbereichs wurde gelöst, als sowohl die betroffenen Technischen Komitees von CEN als auch der Technische Lenkungsausschuss von CEN beschlossen, den Zuständigkeitsbereich von CEN/TC 12 zu ändern, in dem *„von der Gasversorgungsindustrie benutzte Versorgungssysteme an Land mit Ausnahme der Gasinfrastruktur von der Einspeisung des Erdgases in die Rohrleitungstransportsysteme an Land bis zum Eingangsanschluss gasbetriebener Endgeräte“* ausdrücklich ausgenommen wurden.

1 Anwendungsbereich

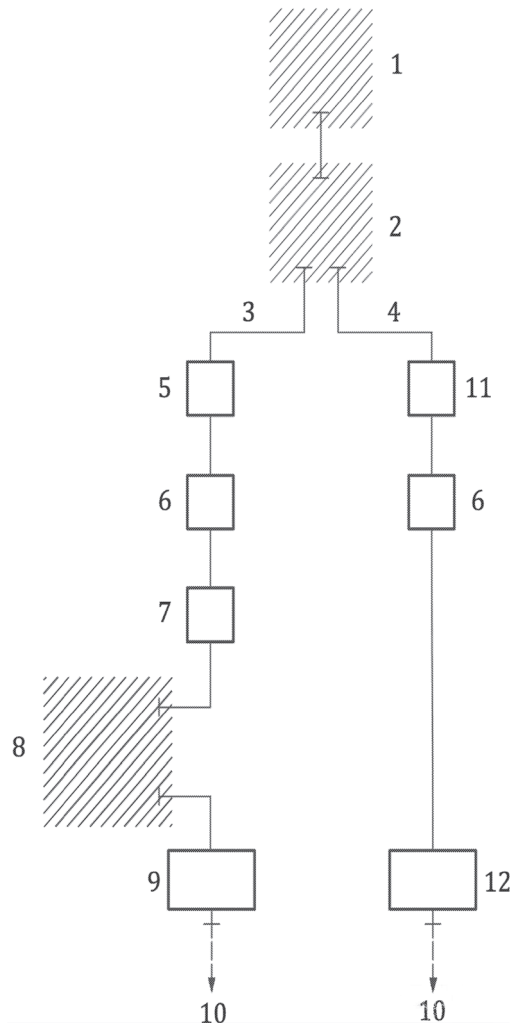
Dieses Dokument legt Anforderungen fest und enthält Empfehlungen hinsichtlich Konstruktion, Werkstoffen, Bauausführung, Prüfung, Betrieb, Instandhaltung und Stilllegung (Aufgabe) von Rohrleitungssystemen, die in der Erdöl- und Erdgasindustrie für Transportzwecke verwendet werden.

Es gilt für Rohrleitungssysteme an Land und Offshore, bei Anschlussbohrungen, in Produktionsanlagen, Prozessanlagen, Raffinerien und für Speichereinheiten, einschließlich aller Rohrleitungsabschnitte, die innerhalb solcher Einrichtungen zu deren Verbindung verwendet werden. Versorgungssysteme an Land, die von der Europäischen Gasversorgungsindustrie von der Einspeisung des Erdgases in die Rohrleitungstransportsysteme an Land bis zum Eingangsanschluss gasbetriebener Endgeräte benutzt werden, sind vom Anwendungsbereich dieses Dokuments ausgeschlossen. Der Umfang der in diesem Dokument behandelten Rohrleitungssysteme ist in Bild 1 dargestellt.

Dieses Dokument gilt für starre Rohrleitungen aus Metall. Es gilt nicht für flexible Rohrleitungen oder Rohrleitungen aus anderen Werkstoffen, z. B. glasfaserverstärkte Kunststoffe.

Dieses Dokument ist anzuwenden für alle neuen Rohrleitungssysteme und kann für die an den vorhandenen Rohrleitungssystemen durchgeführten Änderungen angewendet werden. Eine rückwirkende Anwendung auf vorhandene Rohrleitungssysteme ist nicht beabsichtigt.

Es beschreibt die funktionellen Anforderungen an Rohrleitungssysteme und dient als Grundlage für deren sichere Konstruktion, Bauausführung, Prüfung, Betrieb, Instandhaltung und Stilllegung (Aufgabe).



Legende

1	Bohrplatz	7	Tanklager
2	Sammelstation, Aufbereitungs- oder Prozessanlage	8	Raffinerie
3	Flüssigkeit	9	Tank
4	Gas	10	Verteilung
5	Pumpstation	11	Verdichterstation
6	Armaturenstation	12	Druckregelstation

- in diesem Dokument behandelte Rohrleitungsteile
- | Anschlüsse an andere Einrichtungen (das Rohrleitungssystem sollte an den Anschlussstellen zu anderen Einrichtungen und an Abzweigungen eine Absperrarmatur enthalten)
- |- - - - Rohrleitungsteile, die kein Gegenstand dieses Dokuments sind
-  in diesem Dokument behandelte(r) Station/Anlagenbereich

Bild 1 — Umfang der in diesem Dokument behandelten Rohrleitungssysteme

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 148-1, *Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method*

ISO 3183:2012, *Petroleum and natural gas industries — Steel pipe for pipeline transportation systems*¹

ISO 3977 (all parts), *Gas turbines — Procurement*

ISO 10439 (all parts), *Petroleum, chemical and gas service industries — Axial and centrifugal compressors and expander-compressors*

ISO 10474, *Steel and steel products — Inspection documents*

ISO 12736, *Petroleum and natural gas industries — Wet thermal insulation coatings for pipelines, flow lines, equipment and subsea structures*

ISO 13707, *Petroleum and natural gas industries — Reciprocating compressors*

ISO 13709, *Centrifugal pumps for petroleum, petrochemical and natural gas industries*

ISO 13710, *Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Reciprocating positive displacement pumps*

ISO 13847, *Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems — Welding of pipelines*

ISO 14313, *Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems — Pipeline valves*

ISO 14723, *Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems — Subsea pipeline valves*

ISO 15156 (all parts), *Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production*

ISO 15589 (all parts), *Petroleum, petrochemical and natural gas industries — Cathodic protection of pipeline systems*

ISO 15590-1:2018, *Petroleum and natural gas industries — Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems — Part 1: Induction bends*²

ISO 15590-2, *Petroleum and natural gas industries — Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems — Part 2: Fittings*²

ISO 15590-3, *Petroleum and natural gas industries — Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems — Part 3: Flanges*²

1 Dieses Dokument wird nach Veröffentlichung von ISO 13623:2017 durch ISO 3183:2019 ersetzt. Da ISO 3183:2019 als ISO-Ergänzung zu API Spec 5L veröffentlicht wird, werden in diesem Dokument die Verweisungen auf bestimmte Abschnitte in ISO 3183:2012 beibehalten, die als weiterhin zutreffend angesehen werden.

2 Die Normenreihe ISO 15590 wird vom CEN/TC 12 als die Normenreihe EN 14870 (ISO 15590, modifiziert) übernommen.

ISO 15590-4:2019, *Petroleum and natural gas industries — Induction bends, fittings and flanges for pipeline transportation systems — Part 4: Factory cold bends*^{2,3}

ISO 15649, *Petroleum and natural gas industries — Piping*

ISO 16440, *Petroleum and natural gas industries — Pipeline transportation systems — Design, construction and maintenance of steel cased pipelines*

ISO 21809 (all parts), *Petroleum and natural gas industries — External coatings for buried or submerged pipelines used in pipeline transportation systems*

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines — Part 1: Rating and performance*

IEC 60079-10-1, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 10-1: Classification of hazardous areas*

IEC 60079-14, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres — Part 14: Electrical installations in hazardous areas (other than mines)*

EN 12583, *Gasinfrastruktur — Verdichterstationen — Funktionale Anforderungen*

API STD 620, *Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks*

API STD 650, *Welded Steel Tanks for Oil Storage*

ASME B16.5, *Pipe Flanges and Flanged Fittings — NPS 1/2 Through NPS 24*

ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1, *Rules for Construction of Pressure Vessels (BPVC)*

MSS SP-25, *Standard Marking System for Valves, Fittings, Flanges and Unions*

MSS SP-44, *Steel Pipeline Flanges*

NFPA 30, *Flammable and Combustible Liquids Code*

NFPA 220, *Standard on Types of Building Construction*

3 Begriffe und Symbole

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp/ui>

3 Die erste Ausgabe dieses Dokuments wurde nach der Veröffentlichung von ISO 13623:2017 veröffentlicht.

3.1 Begriffe

3.1.1

Inbetriebnahme

Tätigkeiten, die mit der Erstbefüllung eines *Rohrleitungssystems* (3.1.16) mit dem zu befördernden *Fluid* (3.1.6) verbunden sind

3.1.2

rechnerische Lebensdauer

Zeitraum, innerhalb dessen die Konstruktionsgrundlage Gültigkeit behalten soll

3.1.3

Berechnungsdruck

rechnerischer Innendruck

maximaler Innendruck der druckführenden Teile des *Rohrleitungssystems* (3.1.16), die in Übereinstimmung mit diesem Dokument ausgelegt sind

3.1.4

Auslegungsfestigkeit

bei der Konstruktion auf Grundlage der festgelegten Mindesteigenschaften des Werkstoffes zu verwendender Festigkeitsgrad

3.1.5

vorgefertigte Baugruppe

Anordnung von Rohren und Bauteilen, zusammengestellt als Baueinheit und eingebaut als Teileinheit eines *Rohrleitungssystems* (3.1.16)

3.1.6

Fluid

durch das *Rohrleitungssystem* (3.1.16) befördertes Medium

3.1.7

Heiß-Einbindung

mechanisches Schneiden einer *In-service-Pipeline* (3.1.8) oder eines *Rohrnetzes* (3.1.17), um einen Abzweiganschluss herzustellen

3.1.8

In-service-Pipeline

in Betrieb befindliche Rohrleitung

Rohrleitung, die für den Transport von *Fluiden* (3.1.6) in Betrieb genommen wurde

3.1.9

Verlegekorridor

Korridor, in dem eine *Offshore-Rohrleitung* (3.1.13) verlegt wird und der gewöhnlich vor der Bauausführung festgelegt wird

3.1.10

Standortklasse

Lageklasse

geographischer Bereich, klassifiziert auf der Grundlage der Bevölkerungsdichte und menschlichen Aktivitäten

3.1.11

Instandhaltung

Maßnahmen, die durchgeführt werden, um das *Rohrleitungssystem* (3.1.16) in einem Zustand zu erhalten, dass es die geforderten Funktionen erfüllen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Maßnahmen umfassen Inspektionen, Begutachtungen, Prüfungen, Wartung, Austausch, Fehlerbeseitigungen und Reparaturen.

3.1.12

maximal zulässiger Arbeitsdruck

MAOP, en: maximum allowable operating pressure

maximaler Innendruck, mit dem ein *Rohrleitungssystem* (3.1.16) oder dessen Teile in Übereinstimmung mit diesem Dokument betrieben werden darf

Anmerkung 1 zum Begriff: Der MAOP wird durch den während der Prüfung erreichten Höchstdruck festgelegt (siehe 6.7.3).

3.1.13

Offshore-Rohrleitung

in Meeren und Meeresarmen seeseitig der normalen Wasserlinie verlegte *Rohrleitung* (3.1.15)

3.1.14

Rohrleitung an Land

landseitige Rohrleitung

auf dem Festland verlegte *Rohrleitung* (3.1.15), einschließlich unter Wasserläufen oder Binnengewässern verlegte Rohrleitungen

3.1.15

Rohrleitung

diejenigen, miteinander verbundenen, Bauteile eines *Rohrleitungssystems* (3.1.16), die zum Transport von *Fluiden* (3.1.6) zwischen *Stationen* (3.1.24) und/oder Anlagen vorgesehen sind, einschließlich Rohren, Molchschleusen, Bauteilen, Zubehör, Zwischenstücken, *Steigleitungen* (3.1.20), Absperrarmaturen und Strangabsperrenten

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe Bild 1.

3.1.16

Rohrleitungssystem

Rohrleitungen, *Stationen* (3.1.24), Überwachungs- und Datenerfassungssystem (SCADA, en: supervisory control and data acquisition), Sicherheitssysteme, Korrosionsschutzsysteme sowie weiteren Ausrüstungen, Einrichtungen oder Bauten, die für den Transport von *Fluiden* (3.1.6) eingesetzt werden

3.1.17

Rohrnetz

Rohre, Anschlussstücke und Bauteile innerhalb von *Stationen* (3.1.24) und Rohrleitungsterminals, die jedoch nicht Teil der *Rohrleitung* (3.1.15) sind

3.1.18

Hauptrohrleitung

Verrohrung, in der das durch die *Rohrleitung* (3.1.15) transportierte *Fluid* (3.1.6) weitergeleitet oder gelagert wird

3.1.19

Wegerecht

Gebiet, in dem der Betreiber der *Rohrleitung* (3.1.15) nach Abstimmung mit dem Grundeigentümer das Recht zur Durchführung von Arbeiten hat

3.1.20

Riser

Steigleitung

Teil einer Offshore-*Rohrleitung* (3.1.15), der vom Meeresboden bis zum Rohrleitungsterminal einer Offshore-Anlage verläuft

3.1.21

Nebenrohrleitung

Rohrleitung, die andere *Fluide* (3.1.6) als diejenigen in der *Hauptrohrleitung* (3.1.18) und *Rohrleitung* (3.1.15) transportiert, wie z. B. Heizgas, Wasser oder Schmieröl

3.1.22

festgelegte Mindestzugfestigkeit

SMTS, en: specified minimum tensile strength

Mindestzugfestigkeit, die in der Spezifikation oder Norm gefordert wird, nach der der Werkstoff bestellt wird

3.1.23

festgelegte Mindeststreckgrenze

SMYS, en: specified minimum yield strength

Mindeststreckgrenze, die in der Spezifikation oder Norm gefordert wird, nach der der Werkstoff bestellt wird

3.1.24

Station

Einrichtung zum Zwecke der Druckerhöhung, Druckminderung, Speicherung, Messung, Erwärmung, Kühlung oder Abtrennung des transportierten *Fluides* (3.1.6)

3.2 Symbole

A_i	innere Querschnittsfläche des Rohrs
A_s	Querschnittsfläche der Rohrwand
D	festgelegter Durchmesser (außen oder innen)
$D_{\max}$	größter gemessener Durchmesser (außen oder innen)
$D_{\min}$	kleinster gemessener Durchmesser (außen oder innen)
D_o	Nenn-Außendurchmesser
E	Elastizitätsmodul
F_{eq}	Bemessungsfaktor der Vergleichsspannung
f_h	Bemessungsfaktor für die Umfangsspannung, für Rohrleitungen an Land nach Tabelle 2 und für Offshore-Rohrleitungen nach Tabelle 3
f_t	Temperatur-Minderungsfaktor für die Bestimmung der Festigkeit des Werkstoffs
F	effektive Axialkraft im Rohr
p_{id}	Berechnungsdruck
p_{od}	minimaler äußerer hydrostatischer Druck
O	Ovalität oder Rundheitsabweichung
$t_{\min}$	festgelegte Mindestwanddicke

T_1	Einbautemperatur
T_2	maximale oder minimale Metalltemperatur während des Betriebs
ν	Poissonsche Zahl (Querkontraktionszahl)
α	linearer Wärmeausdehnungskoeffizient
σ_{eq}	Vergleichsspannung
σ_h	Umfangsspannung
σ_{hp}	Umfangsspannung durch Fluiddruck
σ_l	Längsspannung
σ_y	festgelegte Mindeststreckgrenze (SMYS) bei Raumtemperatur
σ_D	Auslegungsfestigkeit
τ	Scherspannung

4 Allgemeines

4.1 Gesundheit, Sicherheit und Umwelt

Dieses Dokument hat zum Ziel, Konstruktion, Werkstoffauswahl und -spezifikation, Bauausführung, Prüfung, Betrieb, Instandhaltung und Aufgabe von Rohrleitungssystemen für die Erdöl- und Erdgasindustrien unter Berücksichtigung der öffentlichen Sicherheit und des Schutzes der Umwelt sicher zu gestalten und auszuführen.

4.2 Kompetenzsicherung

Sämtliche mit Konstruktion, Bauausführung, Prüfung, Betrieb, Instandhaltung und Aufgabe des Rohrleitungssystems verbundenen Arbeiten müssen von für die Ausführung der Arbeiten qualifizierten Personen durchgeführt werden.

4.3 Konformität

Um die Konformität mit den Anforderungen diesem Dokument zu unterstützen, sollte ein Qualitätssicherungssystem unterhalten werden.

ANMERKUNG ISO 29001 stellt sektorspezifische Leitlinien für Qualitätsmanagementsysteme zur Verfügung.

4.4 Aufzeichnungen

Aufzeichnungen über das Rohrleitungssystem müssen während der gesamten Lebensdauer für den Nachweis der Konformität mit den Anforderungen dieses Dokuments geführt und aufbewahrt werden. Anhang A kann als Leitfaden für die aufzubewahrenden Aufzeichnungen angewendet werden.

5 Auslegung des Rohrleitungssystems

5.1 Festlegung des Rohrleitungssystems

Der Umfang des Rohrleitungssystems, die Anforderungen an dessen Funktion und die geltende Gesetzgebung sollten festgelegt und dokumentiert werden

Der Umfang des Systems sollte durch eine Beschreibung des Systems, einschließlich der Einrichtungen mit deren allgemeiner Lagebestimmung und den Abgrenzungen zu und Schnittstellen mit anderen Einrichtungen festgelegt werden.

Die funktionstechnischen Anforderungen sollten die geforderte rechnerische Lebensdauer und die Auslegungsbedingungen enthalten. Bei der Festlegung der Auslegungsbedingungen sollten die vorhersehbaren normalen und extremen Betriebsbedingungen sowie die Betriebsbedingungen beim (Ein-)Schließen (z. B. wenn ein Rohrleitungssystem abgesperrt wird) mit ihren möglichen Bandbreiten bei Durchflüssen, Drücken, Temperaturen, Fluid-Zusammensetzungen und -Qualitäten angegeben und berücksichtigt werden.

5.2 Klassifizierung der Fluide

Die zu transportierenden Fluide müssen in eine der folgenden, in Tabelle 1 vorgegebenen fünf Kategorien je nach Gefährdungspotenzial für die öffentliche Sicherheit eingeteilt werden.

Tabelle 1 — Klassifizierung der Fluide entsprechend dem Gefährdungspotenzial für die öffentliche Sicherheit

Kategorie A	Nicht brennbare Fluide auf Wasserbasis
Kategorie B	Brennbare und/oder giftige Fluide, die bei Umgebungstemperatur und Atmosphärendruck flüssig sind. Typische Beispiele sind Öl- und Erdölzeugnisse. Methanol ist ein Beispiel für ein brennbares und giftiges Fluid.
Kategorie C	Nicht brennbare Fluide, die bei Umgebungstemperatur und Atmosphärendruck ungiftige Gase sind. Typische Beispiele sind Stickstoff, Argon und Luft.
Kategorie D	Ungiftiges, einphasiges Erdgas.
Kategorie E	Brennbare und/oder giftige Fluide, die bei Umgebungstemperatur und Atmosphärendruck gasförmig sind und als Gase und/oder Flüssigkeiten oder überkritische Fluide transportiert werden. Typische Beispiele sind Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid, Erdgas (so weit nicht in Kategorie D enthalten), Ethan, Ethylen, Flüssiggas (z. B. Propan und Butan), Erdgas-kondensate, Ammoniak- und Chlorgas.

Gase oder Flüssigkeiten, die nicht speziell namentlich aufgeführt sind, sollten in die Kategorie mit den Fluiden eingestuft werden, deren Gefährdungspotenzial den angegebenen sehr ähnlich ist. Falls die Kategorie nicht eindeutig ist, muss die höhere Gefahrenkategorie gewählt werden.

5.3 Betrachtung der Hydraulik

Die Hydraulik des Rohrleitungssystems sollte analysiert werden, um nachzuweisen, dass das System bei den in 5.1 festgelegten Auslegungsbedingungen die Fluide sicher transportieren kann und um die Randbedingungen und Anforderungen an den Betrieb des Systems zu benennen und zu ermitteln. Diese Analyse sollte stationäre und vorübergehende Betriebszustände umfassen.

ANMERKUNG Beispiele für Randbedingungen und betriebliche Anforderungen sind ausgleichende Maßnahmen bei Druckstößen, Vermeidung von Blockierungen, z. B. durch Hydratbildung und Paraffinsedimentation, Maßnahmen zur Verhinderung von unzulässigen Druckverlusten durch höhere Viskositäten bei niedrigeren Betriebstemperaturen, Maßnahmen zur Regelung von Flüssigkeitsstoßwellen beim Transport von mehrphasigen Fluiden, Durchflussbedingungen für die innenseitige Korrosionsüberwachung, Erosionsgeschwindigkeiten und Vermeidung von unvollständig mit Fluid gefüllten Rohrleitungsabschnitten.

5.4 Druckregelung und Sicherung gegen Drucküberschreitung

Für den Fall, dass der Arbeitsdruck in einem Teil des Rohrleitungssystems den maximal zulässigen Arbeitsdruck überschreiten kann, müssen Vorkehrungen getroffen werden, z. B. Einbau von Druckregelventilen oder automatisches Abschalten von druckbeaufschlagten Geräten, oder bestimmte Verfahren angewendet werden. Durch diese Einrichtungen oder Verfahrensweisen soll verhindert werden, dass der Arbeitsdruck unter normalen stationären Bedingungen den maximal zulässigen Arbeitsdruck (MAOP) überschreitet.

Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung, z. B. Überdruckventile oder Absperrventile, müssen vorgesehen werden, wenn diese erforderlich sind, um zu verhindern, dass in einem beliebigen Teil des Rohrleitungssystems zufallsbedingt auftretende Drücke die in 6.3.2.2 festgelegten Grenzwerte überschreiten.

5.5 Anforderungen an Betrieb und Instandhaltung

Die Anforderungen an Betrieb und Instandhaltung des Rohrleitungssystems müssen zur Verwendung bei der Konstruktion und der Erstellung von Verfahrensweisen für Betriebsvorgänge und Instandhaltung festgelegt und dokumentiert werden. Aspekte, für die Anforderungen festgelegt werden sollten, enthalten Folgendes:

- Anforderungen an die Kennzeichnung von Rohrleitungen, Stationen sowie der transportierten Fluide;
- Grundsätze für die Systemsteuerung, unter Berücksichtigung der Personalstärke und Messgeräteausrüstung;
- Standort und Rangfolge von Steuerzentralen;
- Sprach- und Datenübermittlung;
- Korrosionsmanagement;
- Zustandsüberwachung;
- Lecksuche;
- Bewertung von Molchsystemen;
- Zugang, Unterteilung und Absperrung für Betrieb, Instandhaltung und Austausch;
- Schnittstellen zu vor- und nachgeschalteten Einrichtungen;
- Notschließen;
- Druckentlastung durch Entlüften und/oder Entleeren;
- Abfahren und Wiederanfahren;
- Anforderungen auf Grund der Hydraulikbedingungen.

5.6 Öffentliche Sicherheit und Schutz der Umwelt

Rohrleitungssysteme an Land für Fluide der Kategorien D und E sollten mindestens die Anforderungen an die öffentliche Sicherheit von Anhang B erfüllen.

6 Konstruktion von Rohrleitungen und Hauptrohrleitung

6.1 Konstruktionsgrundsätze

Umfang und Darstellung der Konstruktion eines Rohrleitungssystems müssen für den Nachweis ausreichen, dass die nach diesem Dokument geforderte Unversehrtheit und Gebrauchstauglichkeit während der rechnerischen Lebensdauer des Rohrleitungssystems aufrechterhalten werden können.

Repräsentative Werte für Belastungen und Lastwiderstände sind nach (anerkannten) Regeln der Technik zu wählen. Analysenverfahren können auf analytischen, numerischen oder empirischen Modellen oder einer Kombination dieser Verfahrensweisen beruhen.

Grundsätze der Konstruktionsverfahren mit Grenzzuständen auf der Grundlage der Zuverlässigkeit dürfen angewendet werden, vorausgesetzt, dass alle zugehörigen Grenzzustände der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit berücksichtigt werden. Alle einschlägigen Quellen für Unsicherheiten bei Belastungen und Lastwiderstand sind zu berücksichtigen und es müssen ausreichend statistische Daten für eine angemessene Beschreibung dieser Unsicherheiten zur Verfügung stehen.

Konstruktionsverfahren mit Grenzzuständen auf der Grundlage der Zuverlässigkeit (reliability-based limit-state design methods) dürfen nicht angewendet werden, um die Anforderungen in den Tabelle 2 und Tabelle 3 für die maximal zulässige Umfangsspannung durch Fluiddruck zu umgehen.

ANMERKUNG 1 Grenzzustände der Tragfähigkeit sind in der Regel mit einem Verlust der strukturellen Unversehrtheit verbunden, z. B. Bersten, Bruch, Ermüdung oder Versagen durch Kollabieren, wohingegen bei einem Überschreiten der Grenzzustände für die Gebrauchstauglichkeit die Rohrleitung nicht wie geplant weiter betrieben werden kann.

ANMERKUNG 2 ISO 16708 enthält Leitlinien für Zuverlässigkeitsanalysen (reliability-based limit-state design methods).

6.2 Auswahl der Trassenführung

6.2.1 Überlegungen

6.2.1.1 Allgemeines

Bei der Trassenauswahl müssen Konstruktion, Bauausführung, Betrieb, Instandhaltung und Aufgabe der Rohrleitung nach diesem Dokument berücksichtigt werden.

Um eventuelle spätere Korrekturmaßnahmen und Einschränkungen möglichst zu vermeiden, müssen zu erwartende städtebauliche und industrielle Entwicklungen in die Überlegungen mit einbezogen werden.

Bei der Trassenauswahl zu berücksichtigende Faktoren umfassen Folgendes:

- Sicherheit der Öffentlichkeit und des Personals, das an oder in der Nähe der Rohrleitung arbeitet;
- Schutz der Umwelt;
- sonstige Güter und Einrichtungen;
- Tätigkeiten von Dritten;
- geotechnische, Korrosions- und hydrographische Bedingungen;
- größere Querungen auf der Trasse;
- Anforderungen an Bauausführung, Betrieb, Instandhaltung;

- nationale und/oder lokale Anforderungen;
- zukünftige Erkundung.

Anhang C enthält einen Leitfaden für die Planung einer Auswahl der Trassenführung. Anhang D gibt Beispiele für Faktoren, die bei den Überlegungen nach 6.2.1.1 bis 6.2.1.7 herangezogen werden sollten.

6.2.1.2 Öffentliche Sicherheit

Rohrleitungen für den Transport von Fluiden der Kategorien B, C, D und E sollten, wo durchführbar, in bebauten Gebieten oder in Bereichen, in denen häufig Menschen tätig sind, vermieden werden.

Wenn in einem Land keine Anforderungen an die öffentliche Sicherheit festgelegt sind, muss eine Beurteilung der Sicherheit in Übereinstimmung mit den allgemeinen Anforderungen in Anhang E für Folgendes erfolgen:

- Rohrleitungen für den Transport von Fluiden der Kategorie D in Gebieten mit überwiegend mehrstöckigen Gebäuden, mit starkem oder dichtem Verkehrsaufkommen und eventuell zahlreichen anderen unter der Erde befindlichen Versorgungseinrichtungen;
- Rohrleitungen für den Transport von Fluiden der Kategorie E.

6.2.1.3 Umwelt

Bei der Bewertung der Auswirkungen auf die Umwelt müssen mindestens folgende Punkte berücksichtigt werden:

- temporäre Arbeiten während Bauausführung, Reparatur und Änderung;
- Langzeitpräsenz der Rohrleitung;
- möglicher Verlust von Fluiden.

6.2.1.4 Sonstige Einrichtungen

Einrichtungen entlang der Rohrleitungstrasse, die die Rohrleitung beeinträchtigen können, sollten ermittelt und deren Auswirkung in Absprache mit dem Betreiber dieser Einrichtungen bewertet werden.

6.2.1.5 Tätigkeiten von Dritten

Tätigkeiten von Dritten entlang der Rohrleitungstrasse müssen identifiziert und sollten in Absprache mit diesen Parteien bewertet werden.

6.2.1.6 Geotechnische, hydrographische und meteorologische Bedingungen

Ungünstige geotechnische und hydrographische Bedingungen müssen identifiziert und entsprechende Gegenmaßnahmen festgelegt werden. In einigen Fällen, z. B. unter arktischen Bedingungen, kann eine Überprüfung der meteorologischen Bedingungen ebenfalls erforderlich sein.

6.2.1.7 Bauausführung, Prüfung, Betrieb und Instandhaltung

Die Trasse muss den geforderten Zugang und die Arbeitsstreifenbreite für Bauausführung, Prüfung, Betrieb und Instandhaltung, einschließlich Austauscharbeiten, der Rohrleitung zulassen. Die Verfügbarkeit von Einrichtungen, die für Bauausführung, Betrieb und Instandhaltung erforderlich sind, sollte ebenfalls überprüft werden.

6.2.2 Untersuchungen — Rohrleitungen an Land

Trassen- und Bodenerkundungen müssen durchgeführt werden, um die jeweiligen geographischen, geologischen, geotechnischen, topographischen, Korrosivität und Umwelt betreffenden Gegebenheiten sowie weitere Einrichtungen, z. B. andere Rohrleitungen, Kabel und Hindernisse, die die Trassenauswahl beeinflussen können, mit ausreichender Genauigkeit zu ermitteln und zu lokalisieren.

6.2.3 Untersuchungen — Offshore-Rohrleitungen

Trassen- und Bodenerkundungen müssen zur beantragten Trasse durchgeführt werden, um das Folgende zu ermitteln und zu lokalisieren:

- geologische Gegebenheiten und natürliche Gefährdungen;
- Rohrleitungen, Kabel und Bohrlochköpfe;
- Hindernisse wie z. B. Wracks, Minen und Schutt;
- geotechnische Eigenschaften.

Meteorologische und ozeanographische Daten, die für die Planung der Konstruktion und Bauausführung erforderlich sind, müssen zusammengetragen werden. Derartige Daten können Folgendes umfassen:

- a) Bathymetrie (Tiefenmessung);
- b) Winde;
- c) Gezeiten (Tiden);
- d) Wellen;
- e) Strömungen;
- f) atmosphärische Bedingungen;
- g) hydrologische Bedingungen (Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, spezifische Widerstände, biologische Aktivität, Salzgehalt);
- h) mariner Bewuchs;
- i) Anlandung von Boden und Bodenerosion.

6.3 Belastungen

6.3.1 Allgemeines

Belastungen, die zu einem Versagen der Rohrleitung oder zu einem Rückgang der Gebrauchstauglichkeit des Rohrleitungssystems führen können oder dazu beitragen, müssen festgestellt und bei der Konstruktion berücksichtigt werden.

Für die Auslegung der Festigkeit müssen die Belastungen eingeteilt werden in

- funktionsbedingt,
- umweltbedingt,
- bedingt durch die Bauausführung oder
- außergewöhnlich.

6.3.2 Funktionsbedingte Belastungen

6.3.2.1 Klassifizierung

Belastungen, die sich aus der bestimmungsgemäßen Verwendung des Rohrleitungssystems ergeben und Restlasten auf Grund anderer Ursachen sind als funktionsbedingte Belastungen einzustufen.

ANMERKUNG Beispiele für funktionsbedingte Belastungen durch die bestimmungsgemäße Verwendung des Systems sind die Masse der Rohrleitung, einschließlich Bauteile und Fluid, sowie Belastungen durch Druck und Temperatur. Beispiele für funktionsbedingte Belastungen auf Grund anderer Ursachen sind Vorspannungen, Eigenspannungen durch den Einbau, Bodendecke, äußerer hydrostatischer Druck, mariner Bewuchs, Bodensenkungen und unterschiedliche Setzungen, Frosthhebung und Tausetzung sowie kontinuierliche Belastungen durch Vereisung. Durch funktionsbedingte Belastungen hervorgerufene Reaktionskräfte an Abstützungen und Belastungen durch kontinuierliche Verlagerungen, Drehbewegungen von Abstützungen oder Stöße durch Änderungen der Durchflussrichtung sind ebenfalls funktionsbedingt.

6.3.2.2 Rechnerischer Innendruck

Der rechnerische Innendruck muss an jeder Stelle im Rohrleitungssystem gleich oder größer als der maximal zulässige Arbeitsdruck (MAOP) sein. Drücke, die durch die statische Druckhöhe des Fluids entstehen, müssen den Drücken im stationären Zustand zugeordnet werden.

Bei Übergangsbedingungen auftretende Drücke im Störfall, die den MAOP überschreiten, sind zulässig, sofern sie nicht häufig und nur von begrenzter Dauer sind und den maximal zulässigen Arbeitsdruck um nicht mehr als 10 % überschreiten.

ANMERKUNG Beispiele für Drücke im Störfall sind Drücke auf Grund von Druckstößen, Versagen der Druckregel-einrichtungen und akkumulierte Drücke während der Aktivierung von Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung. Drücke, die durch Erhitzung von abgesperrtem ruhendem Fluid entstehen, sind ebenfalls Drücke im Störfall, sofern der Absperrvorgang kein regulärer Teil des Betriebs ist.

6.3.2.3 Temperatur

Der Bereich der Fluidtemperaturen bei normalen Betriebsabläufen und zu erwartenden Abblasebedingungen muss bei der Bestimmung der temperaturbedingten Belastungen berücksichtigt werden. Diesbezüglich muss sowohl eine maximale als auch eine minimale Auslegungstemperatur festgelegt werden.

6.3.3 Umweltbedingte Belastungen

6.3.3.1 Klassifizierung

Belastungen, die sich durch Umwelteinflüsse ergeben, sind als umweltbedingte Belastungen einzustufen, sofern sie nicht als funktionsbedingte Belastungen (siehe 6.3.2) oder, auf Grund der geringen Wahrscheinlichkeit ihres Auftretens, als außergewöhnliche Belastungen (siehe 6.3.5) berücksichtigt werden müssen.

BEISPIEL Beispiele für umweltbedingte Belastungen sind Belastungen durch Wellen, Strömungen, Gezeiten, Wind, Schnee, Eis, Erdbeben, Verkehr, Fischerei und Bergbau. Belastungen durch Schwingungen von Geräten und Verlagerungen durch Tragwerke auf dem Grund oder Meeresboden sind ebenfalls Beispiele für umweltbedingte Belastungen.

6.3.3.2 Hydrodynamische Belastungen

Die Wiederkehrperiode der hydrodynamischen Belastung für die Bauphase sollte auf der Grundlage der geplanten Dauer und Jahreszeit der Bauausführung und der Auswirkungen einer Überschreitung der mit diesen Wiederkehrperioden verbundenen Belastungen gewählt werden. Die Wiederkehrperiode für die übliche Betriebsphase sollte 100 Jahre betragen.

Bei der Bestimmung der hydrodynamischen Belastungen sollte die Verbundwahrscheinlichkeit eines Auftretens extremer Winde, Wellen und Strömungen gleicher Größenordnung und Richtung berücksichtigt werden.

Die Auswirkungen bei Vergrößerungen der beanspruchten Fläche durch marinen Bewuchs oder Vereisung müssen berücksichtigt werden. Belastungen durch sich ablösende Wirbel müssen bei oberirdischen Querungen und Überbrückungen von unter Wasser liegenden Rohrleitungsabschnitten berücksichtigt werden.

6.3.3.3 Belastungen durch Erdbeben

Bei der Auslegung im Hinblick auf Erdbeben sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Richtung, Größenordnung und Beschleunigung von Verlagerungen durch geologische Verwerfungen;
- Flexibilität (der Rohrleitungs konstruktion), um im Auslegungsfall Verlagerungen aufzufangen;
- mechanische Eigenschaften unter Betriebsbedingungen;
- Auslegung im Hinblick auf eine Verminderung der Beanspruchungen der Rohrleitung bei Verlagerungen, die bei erdverlegten Querungen durch die Bodeneigenschaften und bei oberirdischen Verwerfungskreuzungen durch die Auswirkungen der Trägheit verursacht werden;
- ausgelöste Effekte (Verflüssigung, Erdrutsche).

6.3.3.4 Belastungen durch Boden und Eis

Bei der Bemessung für Belastungen durch Sand müssen folgende Einwirkungen berücksichtigt werden:

- Bewegungen von Sanddünen;
- Versandung.

Bei der Bemessung für Eislasten müssen folgende Einwirkungen berücksichtigt werden:

- a) auf Rohrleitungen oder den Tragkonstruktionen gefrorenes Eis;
- b) Scheuern von Eisunterseiten;
- c) Treibeis;
- d) Prallkräfte durch Tauen des Eises;
- e) Kräfte durch Ausdehnungen des Eises;
- f) höhere hydrodynamische Belastungen durch die Zunahme von beanspruchten Flächen;
- g) zusätzlich zu berücksichtigende Einflüsse durch mögliche Schwingungen durch sich ablösende Wirbel.

6.3.3.5 Straßen- und Schienenverkehr

In Absprache mit den jeweiligen Verkehrsbehörden sind unter Berücksichtigung der vorhandenen und absehbaren Entwicklungen im Hinblick auf Wohnungsbau, Gewerbe und Industrie die maximalen Verkehrsachslasten und -frequenzen festzulegen.

6.3.3.6 Fischfang

Belastungen durch den Fischfangbetrieb und deren Häufigkeit müssen auf der Grundlage der angewendeten Fischfangtechniken festgelegt werden.

6.3.3.7 Bergbau

Belastungen durch Erschütterungen des Bodens bei Verwendung von Sprengstoffen müssen berücksichtigt werden. Belastungen durch Bodenabsenkungen auf Grund von Arbeiten im Bergbau sind als funktionelle Belastungen einzustufen.

6.3.4 Belastungen durch die Bauausführung

Belastungen, die für die Montage und Inbetriebnahme (Druckprüfung) des Rohrleitungssystems notwendig sind, müssen als durch die Bauausführung bedingte Belastungen eingestuft werden. Auswirkungen des dynamischen Verhaltens von Verleges Schiffen und Ausrüstungen sind gegebenenfalls zu berücksichtigen.

ANMERKUNG Die Montage umfasst Transport, Handhabung, Lagerung, Bauausführung und Prüfung. Ansteigender Außendruck bei Einpressvorgängen oder innerer Unterdruck durch Entleeren und Vakuumtrocknen führen ebenfalls zu durch die Bauausführung bedingten Belastungen. Kraftwirkungen durch die Bewegungen von Rohrlegeschiffen sind ebenfalls durch die Bauausführung bedingten Belastungen, die bei Offshore-Rohrleitungen gegebenenfalls zu berücksichtigen sind.

6.3.5 Außergewöhnliche Belastungen

Belastungen, die unter ungeplanten, jedoch plausiblen Umständen auf die Rohrleitung einwirken, sind als außergewöhnliche Belastungen anzusehen. Sowohl die Wahrscheinlichkeit des Auftretens als auch die möglichen Folgen der außergewöhnlichen Belastung sollten bei der Festlegung, ob eine Rohrleitung für außergewöhnliche Belastungen ausgelegt werden sollte, berücksichtigt werden.

Zu Beispielen für außergewöhnliche Belastungen gehören Belastungen durch Feuer, Explosion, plötzlichen Druckabfall, fallende Gegenstände, vorübergehende Zustände bei Erdbeben, Gerätschaften von Drittbeteiligten (z. B. Bagger oder Schiffsanker), Leistungsverlust von Arbeitsgeräten und Kollisionen.

6.3.6 Kombination von Belastungen

Bei der Berechnung von Vergleichsspannungen (siehe 6.4.1.2) oder Dehnungen muss die ungünstigste Kombination von funktionsbedingten, umweltbedingten, durch die Bauausführung bedingten und außergewöhnlichen Belastungen berücksichtigt werden, deren gleichzeitiges Auftreten vorhergesagt werden kann.

Besteht die Arbeitsphilosophie darin, dass unter extremen Umgebungsbedingungen Arbeitsvorgänge eingeschränkt oder ausgesetzt werden, dann sind für Arbeitsvorgänge die folgenden Belastungskombinationen zu berücksichtigen:

- Auslegung für umweltbedingte Belastungen zuzüglich entsprechend reduzierte funktionsbedingte Belastungen;
- Auslegung für funktionsbedingte Belastungen und gleichzeitig auftretende maximale umweltbedingte Belastungen.

Sofern nach vernünftigem Ermessen nicht zu erwarten ist, dass die Belastungen zusammen auftreten, braucht eine Kombination von außergewöhnlichen Belastungen oder außergewöhnlichen Belastungen in Kombination mit extremen umweltbedingten Belastungen nicht berücksichtigt zu werden.

6.4 Anforderungen an die Festigkeit

6.4.1 Berechnung von Spannungen

6.4.1.1 Umfangsspannung durch Fluiddruck

Die lediglich durch den Fluiddruck verursachte Umfangsspannung σ_{hp} muss nach Gleichung (1) errechnet werden:

$$\sigma_{hp} = (p_{id} - p_{od}) \times \frac{(D_o - t_{min})}{2t_{min}} \quad (1)$$

Dabei ist

- p_{id} der Berechnungsdruck (in MPa);
- p_{od} der minimale äußere hydrostatische Druck (in MPa);
- D_o der Nenn-Außendurchmesser (in mm);
- t_{min} die festgelegte Mindestwanddicke (in mm).

ANMERKUNG Die festgelegte Mindestwanddicke ist die Nennwanddicke abzüglich des Fertigungszuschlags nach den jeweiligen Anforderungen an das Rohr und abzüglich des Zuschlags für Korrosion. Für plattierte oder ausgekleidete Rohrleitungen (siehe 8.2.3) ist die Festigkeit der Plattierung oder Auskleidung im Allgemeinen nicht enthalten.

6.4.1.2 Sonstige Spannungen

Umfangs-, Längs-, Scher- und Vergleichsspannungen sind unter Berücksichtigung der Spannungen auf Grund der jeweiligen funktionsbedingten, umweltbedingten sowie durch die Bauausführung bedingten Belastungen zu errechnen. Außergewöhnliche Belastungen müssen nach den Angaben in 6.3.5 berücksichtigt werden. Die Wertigkeit aller Teile der Rohrleitung sowie aller Befestigungselemente, z. B. Halterungen, Führungen und Klemmeinrichtungen, ist zu berücksichtigen. Bei den Berechnungen der Elastizität müssen lineare Bewegungen sowie Winkelbewegungen von Ausrüstungen, an denen die Rohrleitung befestigt ist, ebenfalls berücksichtigt werden.

Bei anderen Bauteilen als glatten geraden Rohren müssen bei den Berechnungen Faktoren für Elastizität und Spannungskonzentration berücksichtigt werden.

Die Berechnungen der Elastizität sind auf der Grundlage der Nennmaße und des Elastizitätsmoduls bei den/der entsprechenden Temperatur(en) durchzuführen.

Vergleichsspannungen σ_{eq} sind unter Anwendung der in Gleichung (2) angeführten Von-Mises-Gleichung zu berechnen:

$$\sigma_{eq} = (\sigma_h^2 + \sigma_l^2 - \sigma_h \sigma_l + 3\tau^2)^{1/2} \quad (2)$$

Dabei ist

- σ_h die Umfangsspannung (in MPa);
- σ_l die Längsspannung (in MPa);
- τ die Scherspannung (in MPa).

Vergleichsspannungen dürfen auf den Werten von Nenndurchmesser und Nennwanddicke basieren. Unwesentliche Radialspannungen dürfen unberücksichtigt bleiben.

6.4.2 Festigkeitskriterien

6.4.2.1 Allgemeines

Rohrleitungen müssen so ausgelegt sein, dass sie die folgenden mechanischen Versagensarten und Verformungen berücksichtigen:

- Fließen;
- Beulen/Knicken;
- Ermüdung;
- Ovalität.

6.4.2.2 Fließen

Die maximale Umfangsspannung σ_{hp} durch Fluidruck muss nach Gleichung (3) bestimmt werden:

$$\sigma_{hp} \leq f_h \times f_t \times \sigma_y \quad (3)$$

Dabei ist

- f_h der Bemessungsfaktor für die Umfangsspannung, entnommen aus Tabelle 2 für Rohrleitungen an Land und aus Tabelle 3 für Offshore-Rohrleitungen;
- f_t der Temperatur-Minderungsfaktor für die Bestimmung der Festigkeit des Werkstoffs (1,0 für Temperaturen unterhalb 50 °C) für die maximale Temperatur bei dem betreffenden Auslegungsszenario;
- σ_y die festgelegte Mindeststreckgrenze (SMYS) (in MPa).

Rohrleitungen, bei denen eine Stahlsorte oberhalb von L555 angewendet wird, sollten unter Anwendung einer rechnerischen Annäherung mit Grenzzuständen auf der Grundlage der Zuverlässigkeit nach ISO 16708 oder anderen anerkannten Codes oder Normen konstruiert werden. Wird keine rechnerische Annäherung mit Grenzzuständen auf der Grundlage der Zuverlässigkeit angewendet, ist die maximale durch Fluidruck verursachte Umfangsspannung nach Gleichung (4) zu ermitteln:

$$\sigma_{hp} \leq f_h \times f_t \times \sigma_D \quad (4)$$

Dabei ist

- σ_D die Auslegungsfestigkeit, die bei Stahlsorten oberhalb von L555 geringer als die SMYS oder die festgelegte Mindestzugfestigkeit (SMTS) dividiert durch 1,15 ist.

Bei Temperaturen oberhalb von 50 °C muss f_t nach 8.1.7 dokumentiert werden.

$f_t \times \sigma_D$ kennzeichnet die Festigkeit des Werkstoffs bei maximaler Temperatur für das untersuchte Szenario. f_t darf bei verschiedenen Phasen unterschiedlich sein; gewöhnlich steht f_t für die Umgebungstemperatur bei Montage und Druckprüfung und für die Auslegungstemperatur während des Betriebs.

Tabelle 2 — Bemessungsfaktoren für die Umfangsspannung f_h für Rohrleitungen an Land^a

Gebiet	f_h
Allgemeine Trassenführung ^b	0,77
Querungen und parallele Abstände ^c :	
— Nebenstraßen	0,77
— Hauptstraßen, Schienenwege, Kanäle, Flüsse, eingedeichte Hochwasserschutzvorrichtungen und Seen	0,67
Molchschleusen und mehrrohrige Slug-Sammler (Kondensat-/Schlammabscheider)	0,67
Hauptrohrleitungen	0,67
Besondere Konstruktionen, z. B. vorgefertigte Baugruppen und Rohrleitungen auf Brücken	0,67
^a Die Bemessungsfaktoren für die Umfangsspannung nach Tabelle B.2 gelten für Rohrleitungen der Kategorien D und E, die so ausgelegt sein müssen, dass die Anforderungen in Anhang B erfüllt werden. Diese Faktoren gelten für Rohrleitungen, die einer Druckprüfung mit Wasser unterzogen wurden. Bei Druckprüfung mit Luft können niedrigere Bemessungsfaktoren erforderlich sein. ^b Der Bemessungsfaktor für die Umfangsspannung darf für Rohrleitungen für den Transport von Fluiden der Kategorien A, C und D an Örtlichkeiten, an denen nur selten Personen tätig sind und die nicht ständig von Menschen bewohnt sind (z. B. Wüsten und Tundragebiete) auf 0,83 erhöht werden. ^c Hinsichtlich der Beschreibung von Querungen und Abständen siehe 6.9.	

Tabelle 3 — Bemessungsfaktoren für die Umfangsspannung f_h für Offshore-Rohrleitungen

Gebiet	f_h
Allgemeine Trassenführung ^a	0,77
Schiffahrtsstraßen, festgelegte Ankerplätze und Hafeneinfahrten	0,77
Küstenbereiche	0,67
Molchschleusen und mehrrohrige Slug-Sammler (Kondensat-/Schlammabscheider)	0,67
Steigleitungen (Riser) und Hauptrohrleitungen	0,67
^a Der Bemessungsfaktor für die Umfangsspannung darf für Rohrleitungen für den Transport von Fluiden der Kategorien A, C und D auf 0,83 erhöht werden.	

Die maximale Vergleichsspannung σ_{eq} muss nach Gleichung (5) bestimmt werden:

$$\sigma_{eq} \leq f_{eq} \times f_t \times \sigma_y \quad (5)$$

Dabei ist

f_{eq} der Bemessungsfaktor der Vergleichsspannung nach Tabelle 4.

Wurde eine Rohrleitung unter Anwendung einer Stahlsorte oberhalb von L555 konstruiert, muss σ_y in Gleichung (5) durch σ_D ersetzt werden.

Tabelle 4 — Bemessungsfaktoren für die Vergleichsspannung f_{eq}

Kombinierte Belastungen	f_{eq}
Durch die Bauausführung bedingte und umweltbedingte Belastungen	1,00
Funktionsbedingte und umweltbedingte Belastungen	0,90
Funktionsbedingte, umweltbedingte und außergewöhnliche Belastungen	1,00

Das Kriterium für die Vergleichsspannung darf für bestimmte Anwendungen durch eine zulässige Dehnungszahl ersetzt werden; siehe 6.4.2.6.

6.4.2.3 Beulen/Knicken

Folgende Möglichkeiten des Versagens durch Beulen/Knicken sind zu berücksichtigen:

- örtliches Beulen/Knicken des Rohres durch Außendruck, Axialspannung oder Axialdruck, Biegung und Torsion oder eine Kombination dieser Belastungen;
- Ausbreitung des Beul-/Knickvorgangs;
- Beulen von arretierten Rohren durch axiale Druckkräfte, die durch hohe Betriebstemperaturen und -drücke entstehen.

ANMERKUNG Beulen von arretierten Rohrleitungen kann bei nicht erdverlegten Rohrleitungen in Form einer horizontalen Verschiebung oder bei Rohrleitungen in Gräben oder erdverlegten Rohrleitungen einer vertikalen Überschiebung auftreten.

6.4.2.4 Ermüdung

An Rohrleitungsabschnitten und Bauteilen, bei denen auf Grund zyklischer Belastungen Ermüdung auftreten kann, sind Ermüdungsanalysen durchzuführen, um

- nachzuweisen, dass keine beginnende Rissbildung vorliegt, oder
- Anforderungen an die Ermüdungsprüfung festzulegen.

Ermüdungsanalysen müssen eine Voraussage der während der Bauausführung und im Betrieb auftretenden Belastungszyklen sowie eine Übertragung von Belastungszyklen in Nennwerte von Spannungs- oder Dehnungszyklen enthalten.

Bei der Bestimmung der Ermüdungsbeständigkeit müssen die Auswirkungen von Mittelspannungen, internem Betriebsablauf, äußerer Umgebung, plastischer Vorspannung und Häufigkeit der zyklischen Belastung berücksichtigt werden.

Die Bewertung der Ermüdungsbeständigkeit darf entweder auf der charakteristischen Ermüdungsbeständigkeit beruhen (üblicherweise als S-N-Kurven angegeben, d. h. Spannungsamplituden in Abhängigkeit von der Anzahl der Zyklen bis zum Bruch), ermittelt an repräsentativen Bauteilen, oder einer bruchmechanischen Beurteilung der Lebensdauer bei Materialermüdung.

Bei der Auswahl von Sicherheitsfaktoren müssen die inhärente Ungenauigkeit von Voraussagen zur Ermüdungsbeständigkeit und die Zugänglichkeit zur Überprüfung auf Schäden durch Ermüdung berücksichtigt werden. Möglicherweise ist es erforderlich, die Ermüdung verursachenden Parameter zu überwachen und mögliche Schäden durch Ermüdung entsprechend zu begrenzen.

6.4.2.5 Ovalität

Ovalität oder Rundheitsabweichung O , angegeben in Prozent, wird entsprechend Gleichung (6) bestimmt:

$$O = \frac{D_{\max} - D_{\min}}{D} \times 100 \quad (6)$$

Dabei ist

- D der festgelegte Durchmesser (außen oder innen) (in mm);
- $D_{\max}$ der größte gemessene Durchmesser (außen oder innen) (in mm);
- $D_{\min}$ der kleinste gemessene Durchmesser (außen oder innen) (in mm).

Die sich bei Herstellung, Bauausführung und Montage ergebende Ovalität oder Rundheitsabweichung muss hinsichtlich Beulen/Knicken und betrieblichen Anforderungen entsprechend berücksichtigt werden.

6.4.2.6 Zulässige Dehnungszahlen

Zulässige Dehnungszahlen sind für Anwendungen der dehnungsbasierten Auslegung (SBD, en: strain-based design) vorgesehen, bei denen erhebliche Längsbelastungen der Rohrleitung auftreten und die Auslegungsdehnung in Längsrichtung 0,5 % der Gesamtdehnung überschreitet. Die dehnungsbasierte Auslegung erfordert ein Verständnis der angewendeten Verformungen der Rohrleitung (Dehnungsbedarf) sowie eine erweiterte Charakterisierung der beteiligten Werkstoffe (Rohr und Schweißnähte). Zulässige Dehnungszahlen erfordern die Kenntnis der Grenzzustände des Rohres bei Zug und Druck. Die Zugdehnungskapazität kann auf der Grundlage von Eingabeparametern, wie z. B. Rohrleitungsgeometrie, Geometrie von Schweißnahtunregelmäßigkeiten, Rohreigenschaften, Eigenschaften von Umfangsnähten, Hoch-Tief-Versatz der Schweißnaht und Rohrleitungsinnen- und Außendruck, vorhergesagt werden. Die Druckverformungskapazität wird durch das Verhältnis von Durchmesser zu Dicke des Rohres, das Spannungs-Dehnungs-Verhalten, einschließlich der Anisotropie des Rohrwerkstoffs, Unregelmäßigkeiten in der Rohrform und das Vorhandensein von Umfangsnähten und auf der Baustelle gebogenen Rohren (Feldbögen) beeinflusst.

Die zulässige Dehnung muss sicherstellen, dass die vorhergesagte Dehnungs-/Verformungskapazität der Rohrleitung den Dehnungsbedarf angemessen überschreitet, was zu einer SBD-Rohrleitung mit ähnlicher Sicherheit und Zuverlässigkeit wie eine herkömmliche Rohrleitung führt, die auf einer Auslegung mit zulässigen Spannungen beruht.

Zulässige Dehnungszahlen dürfen nur verwendet werden, wenn die Konfiguration der Rohrleitung durch einwirkende Verformungen oder Verlagerungen beeinflusst wird oder die möglichen Verlagerungen der Rohrleitung durch geometrische Einschränkungen so weit begrenzt sind, dass die zulässige Dehnung nicht überschritten wird.

Eine zulässige Dehnungszahl darf bei der Konstruktion von Rohrleitungen angewendet werden, um die mit dem Rollenrichten, Einziehen von Schutzrohren, Einbau eines Rohrbiegeschuhrisers und vergleichbaren Konstruktionsverfahren verbundenen zulässigen Biege- und Richtkraftwerte zu bestimmen.

Eine zulässige Dehnungszahl darf bei in Betrieb genommenen Rohrleitungen in folgenden Fällen eingesetzt werden:

- a) bei Verformungen der Rohrleitung durch vorhersehbare nicht zyklische Verschiebungen von Abstützungen, Boden oder Meeresboden, z. B. Bewegungen im Fehlerzustand entlang der Rohrleitung oder unterschiedliche Setzung;

- b) bei nicht zyklischen Verformungen an Stellen, an denen die Rohrleitung abgestützt wird, um die zulässige Dehnung nicht zu überschreiten, z. B. bei einer Offshore-Rohrleitung, die nicht durchgehend abgestützt ist, Durchhängen jedoch durch den Meeresboden begrenzt wird;
- c) bei zyklischen funktionsbedingten Belastungen, wenn plastische Verformung nur dann auftritt, wenn die Rohrleitung zuerst der „im ungünstigsten Fall“ möglichen Kombination von funktionsbedingten Belastungen ausgesetzt wird und nicht bei späterem wiederholten Auftreten dieser Belastungen.

Die zulässigen Dehnungszahlen müssen durch ausreichende Prüfungen im kleinen Maßstab und im Maßstab 1 : 1 bestätigt werden, um sicherzustellen, dass die Dehnungs-/Verformungskapazität den Dehnungsbedarf mit ausreichendem Spielraum übersteigt, um kapazitäts- und bedarfsbedingte Unsicherheiten zu berücksichtigen.

6.4.2.7 Eigenschaften von SBD-Rohren und Schweißwerkstoffen

Rohreigenschaften in Längsrichtung wirken sich sowohl auf den Dehnungsbedarf als auch auf die Dehnungs-/Verformungskapazität aus. Zu den relevanten Materialeigenschaften gehören die Streckgrenze des Rohrs, die Zugfestigkeit, die Gleichmaßdehnung (UEL, en: uniform elongation) und das Verhältnis von Streckgrenze zu Zugfestigkeit (Y/T). Änderungen der Rohreigenschaften aufgrund von Reckalterung (Stauchalterung) müssen berücksichtigt werden, einschließlich solcher Mechanismen wie natürliche Alterung während der Betriebslebensdauer oder Erwärmung im Zusammenhang mit dem Auftragen einer Beschichtung.

Für die SBD ist eine vorhersagbare plastische Verformung der Rohrleitung erforderlich, wobei das Rohr bis zu den Auslegungsbedingungen duktil bleiben muss und die Schweißnähte eine höhere äquivalente Zeitstandfestigkeit aufweisen müssen, um eine Dehnungskonzentration in den Schweißnähten zu vermeiden.

6.5 Stabilität

Die Rohrleitungen müssen so ausgelegt sein, dass horizontale und vertikale Bewegungen verhindert werden, oder sie müssen ausreichend flexibel ausgelegt sein, um vorhergesagte Bewegungen innerhalb der Festigkeitskriterien nach diesem Dokument zuzulassen.

Faktoren, die bei der Berechnung der Stabilität berücksichtigt werden sollten, umfassen Folgendes:

- hydrodynamische Belastungen und Windlasten;
- axiale Druckkräfte an Rohrbögen und Querkkräfte an Abzweiganschlüssen;
- laterale Bewegung (Auslenkung) durch axiale Druckbelastungen in den Rohrleitungen;
- Beanspruchung durch allgemeine Erosion oder örtlich begrenzte Unterspülungen;
- geotechnische Bedingungen einschließlich Instabilität des Bodens, z. B. auf Grund von seismischen Aktivitäten, Hangbrüchen, Frosthebung, Tausetzung und Grundwasserspiegel;
- Bauweise, einschließlich gebündelter oder huckepack angeordneter Rohrleitungen;
- Verfahren zum Grabenaushub und/oder zur Verfüllung.

ANMERKUNG Die Stabilität von Rohrleitungen an Land kann durch solche Mittel wie Wahl der Rohrmasse, Verankerung, Begrenzung des Verfüllmaterials, Bodendecke, Bodenaustausch, Entwässerung und Dämmung zur Vermeidung von Frosthebung vergrößert werden. Mögliche Maßnahmen für eine Verbesserung der Stabilität von Unterwasser-Rohrleitungen betreffen die Rohrmasse, Beschichtung des Rohres, Grabenaushub für die Rohrleitung, Erdverlegung (einschließlich Eigenabsenkungen); Deponieren von Kies oder Felsgestein, Verankerungen und die Montage von Matratzen (Faschinen, Drahtgittergeflechten) oder Auflagerkörpern.

6.6 Rohrleitungs-Spannweite

Freitragende Längen in Rohrleitungen sind zu begrenzen, um die Konformität mit den Festigkeitskriterien in 6.4.2 sicherzustellen. Besonders zu berücksichtigen ist Folgendes:

- Bedingungen für die Abstützung;
- gegenseitige Beeinflussung durch angrenzende Traversen;
- mögliche Schwingungen durch Wind, Strömungen und Wellen;
- Axialkraft in der Rohrleitung;
- Anlandung von Boden und Bodenerosion;
- mögliche Auswirkungen durch Tätigkeiten von Dritten;
- Bodeneigenschaften.

6.7 Anforderungen an die Druckprüfung

6.7.1 Allgemeines

Um die Festigkeit und Dichtheit von Rohrleitungen und Hauptrohrleitungen nachzuweisen, müssen diese nach dem Einbau vor Ort, jedoch vor ihrer Inbetriebnahme, einer Druckprüfung unterzogen werden. Vorgefertigte Baugruppen und Abschnitte für Einbindungen dürfen vor dem Einbau einer Vorprüfung unterzogen werden, sofern deren Integrität während der nachfolgenden Bauausführung oder Montage nicht beeinträchtigt wird. Die erforderliche Rohrwanddicke und/oder Stahlsorte in Gebieten mit größeren Bodenerhebungen können durch die Anforderungen der Druckprüfung bestimmt werden.

6.7.2 Prüfmedium

Druckprüfungen sind mit Wasser durchzuführen (einschließlich Wasser mit Inhibitoren), außer wenn

- auf Grund niedriger Umgebungstemperaturen keine Prüfung mit Wasser möglich ist,
- nicht genügend Wasser in der entsprechenden Güte zur Verfügung gestellt werden kann,
- die Entsorgung des Wassers nicht möglich ist,
- eine Prüfung nicht zweckmäßig ist oder
- die Verunreinigung des Wassers unannehmbar ist.

Pneumatische Prüfungen (falls erforderlich) können mit Luft oder einem nicht toxischen Gas durchgeführt werden

ANMERKUNG Die Umtrassierung kurzer Rohrleitungsabschnitte oder kurzer Abschnitte für die Einbindung bei in Betrieb befindlichen Rohrleitungen sind Beispiele für Situationen, in denen Druckprüfungen mit Wasser möglicherweise nicht zweckmäßig sind.

6.7.3 Druckhöhe und Prüfdauer

Die Dauer der Festigkeits- und/oder Dichtheitsprüfung muss unter Beachtung von Änderungen der Umgebungstemperatur und Verfahren zur Lecksuche bestimmt werden.

Rohrleitungen und Hauptrohrleitungen müssen nach der Stabilisierung der Temperaturen und Dämpfung von Druckstößen aufgrund der Druckbeaufschlagung für mindestens 1 h auf Festigkeit geprüft werden, wobei an jeder Stelle des Systems mindestens das 1,25-Fache des maximal zulässigen Betriebsdrucks (MAOP) herrschen muss.

Soweit zutreffend, muss der Druck zur Festigkeitsmessung mit den folgenden Quotienten multipliziert werden:

- σ_y bei Prüftemperatur dividiert durch σ_y bei der Auslegungstemperatur;
- $t_{\min}$ zuzüglich Korrosionszuschlag dividiert durch $t_{\min}$ im Fall von Korrosionszuschlag.

Der Druck bei der Festigkeitsprüfung für Rohrleitungen, die Fluide der Kategorien C und D in Örtlichkeiten transportieren, in denen nur unregelmäßig menschliche Tätigkeiten stattfinden und die nicht ständig bewohnt sind, darf auf nicht weniger als das 1,20-Fache des MAOP gesenkt werden, vorausgesetzt, dass der höchstmögliche Druck im Störfall das 1,05-Fache des MAOP nicht überschreiten kann.

Nach einer erfolgreichen Festigkeitsprüfung muss die Rohrleitung für eine Minstdauer von 8 h auf Dichtheit geprüft werden, wobei an jeder Stelle des Systems das 1,1-Fache des MAOP herrschen muss.

Die Festigkeitsprüfung und die Dichtheitsprüfung dürfen kombiniert werden, indem die Prüfung über eine Dauer von 8 h bei dem für die Festigkeitsprüfung festgelegten Druck durchgeführt wird. Die Anforderung an eine Minstdauer der Dichtheitsprüfung gilt nicht für Rohrleitungen oder Hauptrohrleitungen, die für eine Sichtprüfung vollständig zugänglich sind, wenn die gesamte Rohrleitung nach einer Haltezeit von 2 h bei dem für die Dichtheitsprüfung erforderlichen Prüfdruck einer Sichtprüfung auf Undichtheiten unterzogen wird. Die zusätzlichen Prüfanforderungen in B.6 gelten für Rohrleitungen der Kategorien D und E, für die Anhang B zutrifft.

6.7.4 Annahmekriterien

Druckschwankungen während der Festigkeitsprüfung sind zulässig, wenn nachgewiesen werden kann, dass sie durch andere Faktoren als Undichtheit hervorgerufen wurden.

Druckerhöhungen oder Druckabfälle während der Dichtheitsprüfung sind zulässig, wenn durch Berechnungen nachgewiesen werden kann, dass sie durch Schwankungen der Umgebungstemperatur oder des Umgebungsdrucks, z. B. Tidenänderung bei Offshore-Rohrleitungen, verursacht werden.

Rohrleitungen, die diese Anforderungen nicht erfüllen, müssen ausgebessert und einer erneuten Prüfung nach den Anforderungen dieses Dokuments unterzogen werden.

6.8 Weitere Tätigkeiten

6.8.1 Tätigkeiten durch Dritte

Bei der Festlegung der Anforderungen an den Schutz von Rohrleitungen sind folgende Faktoren zu berücksichtigen:

- die möglichen Auswirkungen von Schäden an der Rohrleitung auf die öffentliche Sicherheit und die Umwelt;
- mögliche Auswirkungen der Beeinträchtigung durch andere Tätigkeiten/Maßnahmen;
- nationale Anforderungen hinsichtlich der öffentlichen Sicherheit und des Schutzes der Umwelt.

BEISPIEL Bei Rohrleitungen an Land zu berücksichtigende Faktoren sind andere Nutzer des Gebietes, Verkehr, Bebauung, Installation von Drainagen, Errichtung von Gebäuden sowie Arbeiten an Straßen und Schienen, Wasserstraßen und militärische Übungen. Beispiele für beeinflussende Faktoren bei Offshore-Rohrleitungen umfassen das Absetzen von Hubschiffen, die Bewegung von Ankern und Ankerketten, hervorstehende Kabel und Versorgungsleitungen, Herabfallen von Gegenständen in der Nähe von Betriebsanlagen, fahrende Schiffe in der Nähe von Risern (Steigleitungen), Fischfangtätigkeiten am Meeresboden während der Installation sowie militärische Übungen.

Anforderungen an den Schutz der Rohrleitungen sind, wo erforderlich, als Teil der Sicherheitsbewertung nach 6.2.1.2 festzulegen.

BEISPIEL Der Schutz von Rohrleitungen an Land umfasst die Überdeckung, erhöhte Wanddicken, Markierungen und Markierungsband (Warnband), mechanischen Schutz, Überwachung des Zugangs zur Rohrleitungstrasse oder eine Kombination aus diesen Maßnahmen. Verlegung im Graben oder Erdverlegung, Deponieren von Gestein, Überdecken mit Matratzen oder Schutzvorrichtungen sowie der Schutz von Risern sind mögliche Schutzmaßnahmen für Offshore-Rohrleitungen.

Bei Rohrleitungen an Land sollten Markierungen an Straßen, Schienen, Fluss- und Kanalquerungen und ähnlichen Stellen angebracht werden, damit die Nutzer des Gebietes die Lage der Rohrleitungen feststellen können. Die Verwendung von Markierungsband sollte bei erdverlegten Rohrleitungen an Land vorgesehen werden.

6.8.2 Rohrleitungsüberdeckung

6.8.2.1 Rohrleitungen an Land

Erdverlegte Rohrleitungen an Land sollten mit einer Überdeckung eingebaut werden, die die in Tabelle 5 angegebenen Werte nicht unterschreitet. Die Überdeckung muss von dem niedrigstmöglichen Niveau der Geländeoberfläche zum Scheitelpunkt des Rohrs gemessen werden, einschließlich der Beschichtungen und Anbauteile.

Tabelle 5 — Mindest-Überdeckungshöhe für Rohrleitungen an Land

Gebiet	Überdeckungshöhe ^a m
Bereiche mit einer eingeschränkten oder keiner menschlichen Tätigkeit	0,8
Landwirtschaftliche oder Gartenbautätigkeit ^b	0,8
Kanäle, Flüsse ^c	1,2
Straßen- und Schienenverkehr ^d	1,2
Wohngebiete, Industrie- und Gewerbegebiete	1,2
Felsiger Untergrund ^e	0,5
^a Besondere Aufmerksamkeit bei Überdeckungen kann in Gebieten mit Frosthebung erforderlich sein. ^b Die Überdeckung muss mindestens der Tiefe der normalen Bodenbestellung entsprechen. ^c Ab dem niedrigsten zu erwartenden Bett zu messen. ^d Ab dem Boden der Entwässerungsgräben zu messen. ^e Die Oberseite des Rohres muss sich mindestens 0,15 m unterhalb der Oberfläche des Gesteins befinden.	

Rohrleitungen dürfen mit einer geringeren Überdeckungshöhe als in Tabelle 5 angegeben eingebaut werden, wenn ein gleichwertiger Schutzgrad durch alternative Verfahren gegeben ist.

Bei der Planung alternativer Schutzverfahren sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

- jegliche Behinderung anderer Nutzer des Gebietes;
- Bodenstabilität und Setzungen;
- Stabilität der Rohrleitung;
- kathodischer Schutz;
- Ausdehnung der Rohrleitung;
- Zugang für Instandhaltungsarbeiten.

6.8.2.2 Offshore-Rohrleitungen

Offshore-Rohrleitungen müssen in Gräben oder in der Erde verlegt oder mit einem Schutz versehen werden, falls äußere Schäden möglich sind, die die Unversehrtheit beeinträchtigen, und um, wo erforderlich, eine Beeinträchtigung durch andere Tätigkeiten zu verhindern oder zu verringern. Die Festlegung der Anforderungen an eine Vermeidung oder Verringerung dieser Beeinträchtigungen muss in Absprache mit den Nutzern des betreffenden Gebietes erfolgen.

Schützende Konstruktionen zur Verwendung bei Offshore-Rohrleitungen sollten ein glattes Profil aufweisen, um die Risiken einer Behinderung oder Beschädigung durch Verankerungskabel und Fischfanggeräte so gering wie möglich zu halten. Sie sollten ferner einen ausreichenden Abstand zum Rohrleitungssystem haben, um erforderlichenfalls den Zugang sowie die Ausdehnung der Rohrleitung und auch das Setzen der Fundamente zu ermöglichen. Die Ausführung des kathodischen Schutzes der Rohrleitung sollte mit der aller schützenden Konstruktionen kompatibel sein.

6.9 Querungen und Abstände

6.9.1 Rücksprache mit Behörden

Die Bemessungslasten der Rohrleitung, einschließlich Belastungshäufigkeit, Konstruktionsverfahren und Anforderungen an den Schutz von Querungen müssen in Absprache mit den zuständigen Behörden festgelegt werden.

6.9.2 Straßen

Für die Anwendung des Bemessungsfaktors für die Umfangsspannung sollten Straßen in Hauptverkehrsstraßen oder Nebenstraßen eingeteilt werden.

Autobahnen und Fernstraßen sollten als Hauptverkehrsstraßen und alle anderen öffentlichen Straßen als Nebenstraßen eingestuft werden. Privatstraßen oder -wege sollten als Nebenstraßen gelten, auch wenn sie von schweren Fahrzeugen befahren werden.

Die Bemessungsfaktoren für die Umfangsspannung in Tabelle 2 und die Anforderungen an die Überdeckungshöhe in Tabelle 5 sollten mindestens bis zur Wegerechtsgrenze der Straße gelten oder, falls diese Grenze nicht festgelegt wurde, bis zu einem Abstand von 10 m vom Rand der befestigten Oberfläche von Hauptverkehrsstraßen und von 5 m bei Nebenstraßen.

Sofern praktisch durchführbar, sollten parallel zur Straße verlaufende Rohrleitungen außerhalb der Wegerechtsgrenze verlegt werden.

6.9.3 Eisenbahnen

Die Bemessungsfaktoren für die Umfangsspannung in Tabelle 2 und die Anforderungen an die Überdeckungshöhe in Tabelle 5 sollten mindestens bis 5 m über die Gleisgrenzen hinaus oder, falls die Grenze nicht festgelegt wurde, bis zu einem Abstand von 10 m von den Schienen gelten.

Sofern praktisch durchführbar, sollten parallel zu den Gleisen verlaufende Rohrleitungen außerhalb der Eisenbahntrasse vorbehaltenen Strecke verlegt werden.

Der vertikale Abstand zwischen der Oberseite des Rohres und der Oberseite der Schiene sollte bei Überquerungen 1,4 m und bei Querungen in Durchgängen oder Schächten 1,8 m betragen.

6.9.4 Wasserwege und Küstenbereiche

Anforderungen an Schutzmaßnahmen für Rohrleitungen bei Querungen von Kanälen und Fahrrinnen, Flüssen, Seen und Küstenbereichen sollten in Absprache mit den für Wasser und Wasserstraßen zuständigen Behörden geplant werden.

Bei Querungen von Hochwasser-Schutzeinrichtungen können zusätzliche konstruktive Maßnahmen zur Verhinderung von Überflutung und Begrenzung möglicher Folgeschäden erforderlich sein.

Bei der Festlegung der Anforderungen an die Schutzmaßnahmen müssen die Möglichkeit einer Beschädigung der Rohrleitung durch Schiffsanker, Auskolkungen und Tideneinflüsse, unterschiedliche Bodensetzung oder -senkung sowie alle künftigen Arbeiten, wie z. B. Grundräumungen, Vertiefen und Verbreitern des Flusses oder Kanals, in Betracht gezogen werden.

6.9.5 Rohrleitungs-/Kabelquerungen

Physischer Kontakt zwischen einer neuen Rohrleitung und bereits vorhandenen Rohrleitungen und Kabeln ist zu vermeiden. Faschinen oder andere Mittel zur permanenten Abtrennung sollten erforderlichenfalls eingebaut werden, um einen Kontakt während der rechnerischen Lebensdauer der Rohrleitung zu verhindern.

Querungen sollten möglichst im 90°-Winkel erfolgen.

6.9.6 Querungen von Rohrbrücken

Wenn erdverlegte Querungen nicht möglich sind, dürfen Rohrbrücken vorgesehen werden.

Die Auslegung von Rohrbrücken muss nach Konstruktionsnormen erfolgen, wobei für ausreichend Spielraum zu sorgen ist, um mögliche Beschädigungen durch Verkehrsbewegungen zu vermeiden und die Zugänglichkeit für die Instandhaltung sicherzustellen. Störungen zwischen dem kathodischen Schutz der Rohrleitung und der Tragkonstruktion der Rohrbrücke sind zu berücksichtigen.

Es sind Vorkehrungen zu treffen, um die öffentliche Zugänglichkeit zu Rohrbrücken zu beschränken.

6.9.7 Manschetten- oder Mantelrohrkreuzungen

Manschetten- oder Mantelrohrkreuzungen sollten möglichst vermieden werden. Wenn Stahlmantelrohre verwendet werden, müssen sie ISO 16440 entsprechen.

6.10 Ungünstige Boden- und Meeresbodenverhältnisse

Um Beschädigungen der Rohrleitung durch ungünstige Boden- und Meeresbodenbedingungen möglichst gering zu halten, müssen erforderlichenfalls Schutzmaßnahmen, einschließlich der Anforderungen an die Überwachung, festgelegt werden.

BEISPIEL Ungünstige Boden- und Meeresbodenverhältnisse sind Erdbeben, Erosion, Bodensenkung, unterschiedliche Setzung, Gebiete mit Frosthebung und Tausetzung, Torfgebiete mit hohem Grundwasserspiegel und Moore oder Sümpfe. Mögliche Schutzmaßnahmen sind erhöhte Rohrwanddicken, Bodenstabilisierung, Verhinderung von Erosion, Installation von Ankern, Maßnahmen für negativen Auftrieb usw. sowie Maßnahmen für die Überwachung. Mögliche Maßnahmen zur Überwachung sind Messungen von Bodenbewegungen, Verschiebungen der Rohrleitung oder Veränderungen der Rohrleitungsspannungen.

Örtliche Behörden, örtliche geologische Stellen und Bergbauexperten sollten zu allgemeinen geologischen Verhältnissen, Bereichen mit Erdbeben und Bodensenkungen, Tunnelanlagen und eventuellen ungünstigen Bodenverhältnissen zu Rate gezogen werden.

6.11 Strangabsperrarmatur

Strangabsperrarmaturen sollten am Beginn und am Ende einer Rohrleitung und an erforderlichen Stellen eingebaut werden:

- für Betrieb und Instandhaltung;
- zur Beherrschung von Notfällen;
- zur Begrenzung möglicher Überlaufmengen.

Bei der Anordnung der Armaturen sollten die Topographie, die leichte Zugänglichkeit für Betrieb und Instandhaltung einschließlich der Anforderungen an die Druckentlastung, die Sicherheit und die Nähe zu bewohnten Gebäuden beachtet werden.

Die Betriebsweise von Strangabsperrarmaturen ist bei der Wahl ihrer Einbauposition festzulegen.

6.12 Überwachung der Unversehrtheit

Anforderungen an die Überwachung der Unversehrtheit der Rohrleitung sind im Entwurfsstadium festzulegen.

ANMERKUNG Die Überwachung kann die Korrosionsüberwachung, Inspektion und Lecksuche umfassen.

6.13 Konstruktionskriterien für Molchsysteme

Die Anforderungen an das Molchen sind festzulegen und die Rohrleitung ist entsprechend auszulegen. Rohrleitungen sollten so ausgelegt sein, dass Innenprüfungen mit Molchen möglich sind.

Bei der Auslegung für Molcheinsätze sollte Folgendes beachtet werden:

- Bereitstellung und Anordnung von permanenten Molchschleusen oder Anschlüssen für temporäre Molcheinsätze;
- Zugänglichkeit;
- Hebeeinrichtungen;
- Anforderungen an Absperrungen bei einer Molchfahrt von der Eingangs- zur Empfangsstation;
- Anforderungen an Entlüftung und Entleerung (vor der Inbetriebnahme und während des Betriebs);
- Laufrichtung(en) der Molchsysteme;
- zulässiger minimaler Krümmungsradius;

- Abstand zwischen Rohrbögen und Formstücken;
- maximal zulässige Durchmesseränderungen;
- Anforderungen an die kegelige Verjüngung bei Änderungen des Innendurchmessers;
- Auslegung von Abzweiganschlüssen und Verträglichkeit des Rohrleitungswerkstoffes;
- Innenformstücke;
- Innenbeschichtungen;
- Molchsignalgeber.

Bei der Festlegung der Anordnung von Molchschleusen muss die Sicherheit der Zugangswege und angrenzender Vorrichtungen berücksichtigt werden.

6.14 Vorgefertigte Bauteile

6.14.1 Geschweißte Abzweiganschlüsse

Geschweißte Abzweiganschlüsse an Stahlrohren müssen in Übereinstimmung mit den Anforderungen einer anerkannten Konstruktionsnorm ausgeführt sein. Die Umfangsspannung in der Verbindung darf die im anschließenden Rohr zulässige Umgangsspannung nicht überschreiten.

Für Rohrleitungen zur Heiß-Einbindung dürfen mechanische Verbindungsstücke verwendet werden, sofern diese so ausgelegt sind, dass sie dem Berechnungsdruck der Rohrleitung entsprechen oder diesen Wert überschreiten.

6.14.2 Durch Schweißen gefertigte Sonderbauteile

Die Ausführung von Sonderbauteilen muss mit den anerkannten Regeln der Technik und diesem Dokument übereinstimmen. Kann die Festigkeit dieser Bauteile nicht entsprechend den Anforderungen dieses Dokuments errechnet oder ermittelt werden, dann muss der maximal zulässige Arbeitsdruck nach den Anforderungen in ASME BPVC, Section VIII, Division 1, festgelegt werden.

Vorgefertigte Einzelteile, außer den auf übliche Weise hergestellten stumpf angeschweißten Formstücken, mit Bleischweißung und Längsschweißnähten, müssen nach diesem Dokument ausgelegt, hergestellt und geprüft werden. Segmentförmige Rohrverschlüsse (Zeppelinchnitt), apfelsinenschalenförmige Reduzierstücke und Fischschwänze dürfen nicht verwendet werden.

Flache Abschlüsse müssen nach ASME BPVC, Section VIII, Division 1, ausgelegt sein.

Sonderbauteile müssen einem Druck standhalten können, der dem bei der Festigkeitsprüfung der Rohrleitung aufgetragenen Druck entspricht. In bereits vorhandene Rohrleitungen eingebaute Bauteile müssen vor dem Einbau einer Druckprüfung nach 6.7 unterzogen werden.

6.14.3 Extrudierte Ausgänge

Extrudierte Ausgänge müssen nach ISO 15590-2 ausgelegt sein.

6.14.4 Molchschleusen

Bei der Festlegung der Maße der Molchschleuse sind alle vorhersehbaren Molchvorgänge, einschließlich einer möglichen inneren Prüfung, zu berücksichtigen.

Sowohl bleibende als auch temporäre Molchschleusen müssen mit einem Bemessungsfaktor für die Umfangsspannung nach Tabelle 2 und Tabelle 3 ausgelegt sein, einschließlich solcher Einzelteile, wie Entlüftungs-, Entleerungs- und Eckabzweige, Stutzenverstärkungen und Sattelaufleger. Verschlüsse müssen ASME BPVC, Section VIII, Division 1, entsprechen.

Verschlüsse müssen so ausgelegt sein, dass sie nicht geöffnet werden können, solange die Molchschleuse unter Druck steht. Eine derartige Anordnung darf eine Verriegelungseinrichtung mit den Hauptrohrleitungsarmaturen enthalten.

Molchschleusen müssen einer Druckprüfung nach 6.7 unterzogen werden.

6.14.5 Kondensat-/Schlammabscheider

6.14.5.1 Kondensat-/Schlammabscheider als Behälter

Sämtliche Kondensat-/Schlammabscheider in Behälterform müssen unabhängig von ihrer Lage nach ASME BPVC, Section VIII, Division 1, ausgelegt und gefertigt sein.

6.14.5.2 Mehrrohrige Kondensat-/Schlammabscheider

Mehrrohrige Kondensat-/Schlammabscheider für mehrere Rohre müssen mit einem Bemessungsfaktor für die Umfangsspannung nach Tabelle 2 und Tabelle 3 ausgelegt sein.

6.14.6 Vorgefertigte Baugruppen

Die Bemessungsfaktoren für die Umfangsspannung von vorgefertigten Baugruppen gelten für die gesamte Baugruppe und müssen sich mit Ausnahme der Übergangsenden von Rohrleitung, Rohrbögen oder Winkel über eine Länge erstrecken, die dem 5-fachen Rohrdurchmesser oder 3 m in jeder Richtung nach dem letzten Bauteil entspricht, je nachdem, was kleiner ist.

6.15 Befestigung von Abstützungen oder Verankerungen

Rohrleitung und Ausrüstungsteile müssen so abgestützt werden, dass übermäßige Schwingungen verhindert oder gedämpft werden und sie müssen ausreichend verankert werden, damit übermäßige Belastungen der angeschlossenen Teile verhindert werden.

Abzweiganschlüsse für Rohrleitungen an Land sind durch eine verdichtete Verfüllung abzustützen oder es muss für eine entsprechende Elastizität gesorgt werden.

Werden für den Anschluss neuer Rohrabzweige an bereits vorhandene Rohrleitungen an Land Öffnungen in einer verdichteten Verfüllung erforderlich, dann muss für Grundrohr und Abzweig ein festes Fundament vorhanden sein, um vertikale und seitliche Bewegungen zu verhindern.

Verstreben und Dämpfungsvorrichtungen, die zur Verhinderung von Schwingungen der Rohrleitung erforderlich sind, müssen mit voll umschließenden Bauelementen am Trägerrohr befestigt sein.

Alle an der Rohrleitung befestigten Teile müssen so ausgelegt sein, dass zusätzliche Spannungen in der Rohrleitung möglichst gering gehalten werden. Anforderungen an die proportionale Anordnung und die Schweißfestigkeit der Anbauteile müssen bautechnischen Normen entsprechen.

Tragwerke, Verstreben oder Verankerungen dürfen nicht direkt an Rohrleitungen angeschweißt werden, die für den Betrieb bei einer Umfangsspannung von mindestens 50 % der festgelegten Mindeststreckgrenze (SMYS) ausgelegt sind. Diese Vorrichtungen müssen stattdessen mit einem vollumschließenden Bauteil abgestützt werden.

Wenn, wie bei einer Verankerung, eine kraftschlüssige Halterung erforderlich ist, sollte das Anbauteil an das umschließende Bauteil angeschweißt werden und nicht an das Rohr. Die Verbindung des Rohres mit dem umschließenden Bauteil muss durch kontinuierliche Umfangsschweißnähte und nicht durch unterbrochene Nähte hergestellt werden.

Nicht an die Rohrleitung angeschweißte Halterungen sollten so ausgeführt sein, dass ein Zugang für Prüfungen der Rohrleitung unterhalb der Halterungen gegeben ist.

Bei der Konstruktion von Verankerungsblöcken zur Verhinderung von axialen Bewegungen der Rohrleitung sollten die Ausdehnungskraft der Rohrleitung sowie die Reibung zwischen Rohr und Boden berücksichtigt werden.

Bei der Ausführung der voll umschließenden Bauteile müssen die kombinierten Spannungen im Trägerrohr auf Grund der funktionsbedingten, umweltbedingten, durch die Bauausführung bedingten und der außergewöhnlichen Belastungen berücksichtigt werden. Die Befestigung der voll umschließenden Bauteile darf durch Festklemmen oder kontinuierliche Umfangsschweißung erfolgen.

Die effektive Axialkraft im Rohr F , der längskraftschlüssige Rohrleitungen standhalten müssen, sollte nach Gleichung (7) berechnet werden:

$$F = -p_{id} \times A_i (1 - 2\nu) - A_s \times E \times \alpha (T_2 - T_1) \quad (7)$$

Dabei ist

p_{id} der Berechnungsdruck (wenn luftgefüllt verlegt) (in MPa);

A_i die innere Querschnittsfläche des Rohres (in mm²);

A_s die Querschnittsfläche der Rohrwand (in mm²);

E der Elastizitätsmodul (in MPa);

α der lineare Wärmeausdehnungskoeffizient;

T_1 die Einbautemperatur (in °C);

T_2 die Höchst- oder Mindesttemperatur des Metalls während des Betriebes (in °C);

ν die Poissonsche Zahl (Querkontraktionszahl).

Signifikante verbleibende Belastungen durch den Einbau sind bei der Bestimmung der Axialkräfte der Rohrleitung ebenfalls zu berücksichtigen.

6.16 Offshore-Steigleitungen (Riser)

Offshore-Steigleitungen sollten bei der Konstruktion auf Grund ihres entscheidenden Einflusses auf eine Offshore-Anlage sowie auf Grund der Beanspruchung durch umweltbedingte Belastungen und mechanische Versorgungsanschlüsse sorgfältig behandelt werden. Bei ihrer Konstruktion sollten folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- Spritzwasserbereiche (Belastungen und Korrosion);
- reduzierte Prüfungsmöglichkeiten während des Betriebs;
- induzierte Bewegungen;

- verstärkte Dynamik auf Grund der Abstände zwischen den Risern;
- mögliches Absenken der Plattform;
- Riserschutz durch deren Anordnung innerhalb der Tragkonstruktion.

7 Konstruktion von Stationen und Terminals

7.1 Wahl des Standortes

Bei der Wahl der Standorte für Stationen und Terminals an Land sind folgende Punkte zu beachten:

- Topographie;
- Bodenbedingungen;
- Zugänglichkeit;
- Verfügbarkeit von Versorgungseinrichtungen;
- Anforderungen an Ein- und Austrittsanschlüsse zur und von der Rohrleitung;
- Gefährdungen durch andere Tätigkeiten/Maßnahmen und angrenzende Grundstücke;
- öffentliche Sicherheit und Umwelt;
- voraussichtliche Entwicklungen.

Der Standort von Stationen und Terminals sollte so gewählt werden, dass die vor Ort gebauten Einrichtungen gegen Brände auf angrenzendem Gelände, das nicht unter die Zuständigkeit der Betreibergesellschaft der Rohrleitung fällt, geschützt werden können.

Der Standort von Teilen des Rohrleitungssystems innerhalb anderer Betriebsanlagen, sowohl On- als auch Offshore, sollte als Teil einer Überprüfung der Gesamtplanung der Anlage festgelegt werden. Bei der Überprüfung sollten die Ergebnisse von Sicherheitsbewertungen einschließlich der Auswirkungen auf die Personalunterkünfte und Evakuierung im Brand- oder Explosionsfall berücksichtigt werden.

7.2 Planung der Anlage (Layout)

Um Stationen und Terminals muss offener Raum für die freie Handhabung von Feuerlöscheinrichtungen vorhanden sein. Es müssen ausreichend Zugänge und Freiräume an Stationen und Terminals für die Handhabung von Feuerlöscheinrichtungen und anderen Notfallausrüstungen vorhanden sein.

Stationen und Terminals müssen so geplant sein, dass sich Feuer möglichst nicht ausbreiten kann und die Auswirkungen möglichst gering gehalten werden.

Bereiche mit möglicherweise explosionsfähigen Gasgemischen innerhalb von Stationen und Terminals sind nach IEC 60079-10-1 einzustufen und die Anforderungen an Anlage und Geräte sind dementsprechend festzulegen.

Die Abstände zwischen Tanks müssen NFPA 30 entsprechen.

Die Trassen von Rohrnetz und Rohrleitungen sind so zu führen, dass Gefährdungen des Personals durch Stolperstellen oder herabhängende Teile vermieden werden und der Zugang zu Rohrleitungen und Geräten für die Prüfung und Instandhaltung nicht behindert wird. Ferner müssen die Anforderungen an die Zugänglichkeit für den Austausch von Ausrüstungsteilen berücksichtigt werden.

Entlüftungs- und Entleerungsleitungen zur Atmosphäre müssen bis an einen Standort geführt werden, an dem die Fluide sicher abgeleitet werden können. Besonders ist auf die Sicherheit bei der Anordnung von Entlüftungs- und Entleerungsleitungen in der Nähe von Wohnräumen auf Offshore-Anlagen zu achten.

7.3 Schutz

Der Zugang zu Stationen und Terminals muss überwacht werden. Er sollte eingezäunt, mit Schranken versperrt oder bewacht werden.

Im Grenzbereich der Anlage sind dauerhafte Hinweise anzubringen mit genauen Referenzangaben der Station oder des Terminals sowie der Telefonnummer, unter der die Betreibergesellschaft der Rohrleitung zu erreichen ist.

Anforderungen an den Schutz von Teilen des Rohrleitungssystems innerhalb anderer Anlage sind in Zusammenhang mit den Anforderungen an die Anlage festzulegen.

7.4 Sicherheit

Zum Kenntlichmachen von gefährdeten, klassifizierten und Hochspannungsbereichen sind Schilder anzubringen. Der Zugang zu derartigen Bereichen muss überwacht werden.

Fluchtwege für das Personal aus der Gefahrenzone dürfen nicht durch Umzäunungen behindert werden. Notausgänge müssen sich nach außen öffnen lassen und ohne Schlüssel von innen geöffnet werden können, wenn sich in dem umzäunten Bereich Personen aufhalten.

Für alle Betriebsebenen in Hauptpumpen- und Verdichterhallen, alle Untergeschosse und hoch liegenden Verbindungsgänge oder Plattformen müssen ausreichend Ausgänge und unbehinderte Durchgänge zu sicheren Orten vorgesehen sein. Ausgänge müssen leicht zu erreichende Fluchtmöglichkeiten bieten.

Es müssen geeignete Brand- und Gasmeldeeinrichtungen sowie Feuerlöscheinrichtungen vorhanden sein. Für Stationen und Terminals an Land sind die Anforderungen an derartige Einrichtungen in Absprache mit der örtlichen Brandschutzbehörde festzulegen.

Tanks, Dämme und Feuer- oder Brandschutzwände müssen die Anforderungen in NFPA 30 erfüllen.

Um zu verhindern, dass das Personal gefährlichen Konzentrationen von brennbaren oder schädlichen Flüssigkeiten, Dämpfen oder Gas in geschlossenen Bereichen, Gruben und Schächten unter üblichen sowie unüblichen Bedingungen, z. B. durch blasige Dichtungen oder Stopfbuchsringe, ausgesetzt ist, muss eine Entlüftung vorgesehen sein. Ferner müssen Einrichtungen zur Feststellung von gefährlichen Fluid-Konzentrationen vorgesehen sein.

Heiß- und kaltgehende Rohrleitungen, an denen sich das Personal verletzen kann, müssen ausreichend wärmegeklämt oder mit einem Schutz versehen sein.

7.5 Umwelt

Die Entsorgung und Ableitung von Abwässern müssen den nationalen und örtlichen umweltrelevanten Anforderungen entsprechen.

7.6 Gebäude

Pumpen- und Verdichterhallen, in denen sich Geräte oder Rohrleitungen mit einem Außendurchmesser über 60 mm befinden oder Einrichtungen für den Transport, ausgenommen für den häuslichen Gebrauch, von Fluiden der Kategorien D und E, müssen aus Werkstoffen gebaut sein, die feuerbeständig, nicht brennbar oder nur eingeschränkt brennbar sind, wie in NFPA 220 festgelegt.

7.7 Ausrüstung

Pumpen und Verdichter, Antriebsmaschinen, deren Zubehör und Ausrüstungsteile, Regel- und Zusatzeinrichtungen müssen für die nach 5.1 in der Beschreibung des Rohrleitungssystems festgelegte Betriebsweise geeignet sein. Pumpen, Verdichter und deren Antriebsmaschinen müssen für einen Bereich von Betriebsbedingungen im Rahmen der Vorgaben für das Rohrleitungssystem nach den Festlegungen in 5.4 ausgelegt sein.

Antriebsmaschinen, ausgenommen elektrische Asynchron- oder Synchronmotoren, müssen mit einer automatischen Vorrichtung ausgerüstet sein, die so ausgelegt ist, dass das Gerät abschaltet, bevor die Geschwindigkeit der Antriebsmaschine oder des angetriebenen Gerätes die vom Hersteller festgelegte maximale Sicherheitsdrehzahl überschreitet.

Anlage und Geräte müssen die Anforderungen an die Klassifizierung der Bereiche nach 7.2 erfüllen.

Zusätzlich zu den vorstehend aufgeführten funktionstechnischen Anforderungen müssen Pumpen, Verdichter, Gasturbinen und Elektromotoren, wenn zutreffend, die Anforderungen von ISO 3977 (alle Teile), ISO 10439 (alle Teile), ISO 13707, ISO 13709, ISO 13710 oder IEC 60034-1 erfüllen.

7.8 Rohrnetz

7.8.1 Hauptrohrleitungen

Die Hauptrohrleitungen müssen nach den Anforderungen von Abschnitt 6 ausgelegt sein.

Bei der Konstruktion des Rohrnetzes sind Schwingungen durch vibrierende Geräte, Fluidpulsationen durch Kolbenpumpen oder Verdichter und strömungsbedingte Pulsationen zu berücksichtigen.

Rohrleitungen sind gegen Schäden durch Unter- und Überdrücke zu schützen. Druckregelung und Sicherheitseinrichtungen gegen Drucküberschreitung müssen den Anforderungen in 5.4 entsprechen.

ANMERKUNG Die Rohrleitung kann infolge eines Druckstoßes nach einer plötzlichen Änderung des Durchflusses beim Schließen des Ventils oder Abschalten der Pumpe, bei übermäßigem statischen Druck, Fluidausdehnung, Anschluss an Hochdruckseiten während eines Fehlzustandes oder auf Grund eines Vakuums, das sich beim Abschalten oder Entleeren der Rohrleitung ergibt, Über- oder Unterdruckbedingungen ausgesetzt sein.

7.8.2 Nebenrohrleitungen

7.8.2.1 Brenngasleitungen

Brenngasleitungen innerhalb einer Station müssen ISO 15649 entsprechen.

Brenngasleitungen müssen mit Hauptabsperrventilen ausgerüstet sein, die außerhalb von Gebäuden oder Wohnanlagen angeordnet sind.

Die Brenngasanlage muss mit Einrichtungen zur Druckbegrenzung ausgerüstet sein, um zu vermeiden, dass die durch das Brenngas erzeugten Drücke den üblichen Arbeitsdruck der Anlage um mehr als 25 % überschreiten. Der maximale Brenngasdruck darf den Berechnungsdruck um nicht mehr als 10 % überschreiten.

Es müssen Vorrichtungen für die Entlüftung und Entleerung der Kondensattöpfe vorhanden sein, damit kein Brenngas in die Verbrennungskammern eindringen kann, wenn die Antriebe oder angeschlossenen Ausrüstungen in Betrieb genommen sind.

7.8.2.2 Luftleitungen

Luftleitungen innerhalb einer Station müssen ISO 15649 entsprechen.

Luftbehälter oder Luftspeicherzylinder sind nach ASME BPVC, Section VIII, Division 1, auszulegen und auszurüsten.

7.8.2.3 Leitungen für Schmieröl und Hydrauliköl

Alle Leitungen für Schmieröl und Hydrauliköl innerhalb von Stationen müssen ISO 15649 entsprechen.

7.8.2.4 Entlüftungs- und Entleerungsleitungen

Entlüftungs- und Entleerungsleitungen müssen je nach Leistung der Entspannungsventile bemessen sein.

7.9 Notabschaltsystem

Jede Pumpen- oder Verdichterstation muss über ein Notabschaltsystem verfügen, das leicht zugänglich ist, vor Ort betätigt und/oder ferngesteuert wird und das alle Antriebsmaschinen abschaltet. Ebenso sollte darauf geachtet werden, dass, falls erforderlich, die Station von der Rohrleitung abgesperrt und das Rohrleitungssystem entlüftet oder von Druck entlastet wird.

Durch die Betätigung des Notabschaltsystems muss gleichfalls jede gasbeaufschlagte Einrichtung abgeschaltet werden können, die die Sicherheit vor Ort gefährden könnte, sofern diese nicht für Notfälle erforderlich ist.

Für den Schutz von Personen und für diejenigen Funktionen, die für die Sicherung der Ausrüstung erforderlich sind, muss eine kontinuierliche Energieversorgung gegeben sein.

7.10 Elektrische Betriebsmittel

Elektrische Betriebsmittel und Leitungen in Stationen müssen den Anforderungen in IEC 60079-14 entsprechen. Elektrische Anlagen, die bei einem Notfall in Betrieb bleiben müssen, müssen nach der im Notfall geltenden Zoneneinteilung ausgewählt werden.

7.11 Lager- und Arbeitstanks

Tanks für die Lagerung oder Handhabung von Fluiden sind nach folgenden Dokumenten zu bemessen und auszuführen:

- API STD 650 für Fluide mit einem Dampfdruck unter 3,5 kPa [0,035 bar(g)];
- API STD 620 für Fluide mit einem Dampfdruck über 3,5 kPa [0,035 bar(g)], jedoch höchstens 100 kPa [1 bar(g)];
- diesem Dokument für rohrartige Speicher für Fluide mit einem Dampfdruck von mehr als 100 kPa [1 bar(g)];
- nach den geltenden Normen für andere Behälter als rohrartige Speicher für Fluide mit einem Dampfdruck von mehr als 100 kPa [1 bar(g)].

Fundamente müssen nach Plänen und Spezifikationen ausgelegt und ausgeführt sein, in denen die Beschaffenheit des Bodens auf dem jeweiligen Gelände, die Art des Tanks, die Verwendung und die allgemeine Lage zu berücksichtigen sind.

7.12 Heiz- und Kühlstationen

Wenn die Fluide für den Betrieb des Rohrleitungssystems erwärmt oder gekühlt werden müssen, sollten Temperaturanzeige- und Temperaturregelgeräte vorgesehen sein.

Bei Heizstationen kann bei Rohrleitungen, Pumpengehäusen, Entleerungsvorrichtungen und Messleitungen eine Begleitheizung erforderlich sein, um nach einem Abschalten zufriedenstellende Strömungsbedingungen sicherzustellen.

7.13 Mess- und Druckregelstationen

Messeinrichtungen, Siebe und Filter müssen für den gleichen Innendruck ausgelegt sein und die Anforderungen der Druckprüfung nach diesem Dokument erfüllen.

Die Teile müssen so abgestützt sein, dass eine übermäßige Belastung des angeschlossenen Rohrleitungssystems verhindert wird.

Bei Konstruktion und Einbau ist auf eine gute Zugänglichkeit für Instandhaltung und Wartung zu achten, wobei Störungen der Arbeitsvorgänge dieser Stationen möglichst zu vermeiden sind. Auf Rückfließen, Vibration oder Pulsieren der Strömung ist besonders zu achten.

Das Rückhaltevermögen jedes Filtermediums muss ausreichend groß sein, um die Einrichtungen gegen ein Eindringen schädlicher Fremdstoffe zu schützen und elektrostatische Aufladung zu verhindern.

7.14 Überwachungs- und Kommunikationssysteme

Die Anforderungen an die Überwachung von Druck, Temperatur, Durchflussrate, der physikalischen Eigenschaften des zu transportierenden Fluids, Daten zu Pumpen, Verdichtern, Armaturenstellungen, Anzeigegeräten und Füllständen in den Tanks sowie der Bedingungen bei einem Alarm, z. B. Ausfall der Energieversorgung, hohe Temperaturen von Elektromotorenwicklungen und Lagern von drehenden elektrischen Maschinen, übermäßige Schwingungen, niedrige Saugdrücke, hohe Förderdrücke, Leckage von Dichtungen, anormale Temperaturen und die Entdeckung von zündfähiger und gefährlicher Atmosphäre müssen festgelegt und in die Unterlagen für die Auslegung des Rohrleitungssystems nach Abschnitt 5 aufgenommen werden.

Für die Überwachung der Geräte dürfen Systeme für die Überwachung, Steuerung und Datenerfassung (SCADA, en: supervisory control and data acquisition) eingesetzt werden.

Anforderungen an den Betrieb des Rohrleitungssystems sowie sicherheitstechnische und umweltrelevante Anforderungen müssen zu Grunde gelegt werden, um die Notwendigkeit redundanter Überwachungs- und Kommunikationselemente sowie einer Notstromversorgung zu bestimmen.

7.15 Verdichterstationen für Gasversorgungssysteme an Land

Zusätzliche, besondere funktionstechnische Anforderungen an Verdichterstationen sind in EN 12583 enthalten.

8 Werkstoffe und Beschichtungen

8.1 Allgemeine Anforderungen an Werkstoffe für Rohrleitungen und Hauptrohrleitungen

8.1.1 Auswahl

Werkstoffe für Rohrleitungen und Hauptrohrleitungen müssen:

- die mechanischen Eigenschaften, z. B. Festigkeit und Zähigkeit, aufweisen, die erforderlich sind, um den Anforderungen an die Konstruktion nach 6.4 zu entsprechen;
- die Eigenschaften aufweisen, die erforderlich sind, um den Anforderungen an die Korrosionsüberwachung nach Abschnitt 9 zu entsprechen;
- für die geplanten Fertigungs- und/oder Konstruktionsverfahren geeignet sein.

ANMERKUNG Anforderungen an Werkstoffe für Nebenrohrleitungen werden in ISO 15649 behandelt.

8.1.2 Werkstoffe für den Sauer gasbetrieb

Spezifikationen von Werkstoffen für den Sauer gasbetrieb müssen, soweit zutreffend, die Anforderungen von ISO 15156-1, ISO 15156-2 und ISO 15156-3 erfüllen.

8.1.3 Einheitlichkeit der Anforderungen

Die Anforderungen müssen einheitlich für alle drucktragenden Bauteile im Rohrleitungssystem festgelegt werden.

BEISPIEL Derartige Anforderungen schließen die chemische Zusammensetzung ein, um eine gute Schweißbarkeit und Zähigkeit zur Verhinderung von Sprödbbruch sicherzustellen.

8.1.4 Chemische Zusammensetzung

Ferritische Stahlwerkstoffe für das Schweißen, für die keine Produktnorm vorliegt, sollten einen Höchstwert des Kohlenstoffäquivalents (CE) haben von

- 0,45 bei Stahlsorten mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze von höchstens 360 MPa und
- 0,48 bei Stahlsorten mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze über 360 MPa.

Ferritische Stahlwerkstoffe für das Schweißen, für die eine Produktnorm vorliegt, müssen einen CE-Wert haben, der unter den vorstehend genannten Werten oder den in der Produktnorm angegebenen Werten liegt, wobei der jeweils kleinere Wert gilt.

Der Käufer dieser Werkstoffe kann Anwendungsmöglichkeiten planen, für die höhere CE-Werte zulässig sind oder für die der zulässige CE-Wert weiter begrenzt werden muss.

Der CE-Wert ist wie folgt nach Gleichung (8) zu berechnen:

$$CE = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15 \quad (8)$$

wobei die Symbole der Elemente den prozentualen Massenanteil des entsprechenden Elementes repräsentieren.

ANMERKUNG Die Formatierung für Gleichung (8) entspricht nicht der normierten ISO-Formatierung, ist jedoch auf Grundlage ihrer langjährigen und bestens bekannten Verwendung in der Industrie ausnahmslos anerkannt.

Für Rohrleitungen und Hauptrohrleitungen für den Transport von Fluiden der Kategorie A, deren chemische Zusammensetzung nicht vollständig angegeben ist, darf eine alternative Gleichung für CE verwendet werden.

$$CE = C + Mn/6 + 0,04 \quad (9)$$

8.1.5 Sprödbbruchfestigkeit

Werkstoffe für Rohrleitungssysteme müssen so ausgewählt und eingesetzt werden, dass Sprödbbruch vermieden wird.

Werkstoffe für Rohrleitungen und Hauptrohrleitungen für den Transport von Fluiden der Kategorien C, D und E mit einem Nenndurchmesser über DN 150 aus ferritischen, ferritisch/austenitischen oder martensitischen nichtrostenden Stählen oder unlegierten Stählen müssen folgende Mindestwerte für die Kerbschlagarbeit, ermittelt an Charpy-V-Kerbschlagproben in natürlicher Größe, erreichen:

- 27 J als Mittelwert/20 J als Einzelwert bei Stahlsorten mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze von höchstens 360 MPa;
- 40 J als Mittelwert/30 J als Einzelwert bei Stahlsorten mit einer festgelegten Mindeststreckgrenze über 360 MPa.