

DIN EN 1474-2



ICS 75.200

Entwurf

Einsprüche bis 2019-10-02
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 1474-2:2009-02

**Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas –
Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen –
Teil 2: Auslegung und Prüfung von Übergabeschläuchen;
Deutsche und Englische Fassung prEN 1474-2:2019**

Installation and equipment for liquefied natural gas –
Design and testing of marine transfer systems –
Part 2: Design and testing of transfer hoses;
German and English version prEN 1474-2:2019

Installations et équipements de gaz naturel liquéfié –
Conception et essais des systèmes de transfert marins –
Partie 2: Conception et essais des tuyaux de transfert;
Version allemande et anglaise prEN 1474-2:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-08-02 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 nagas@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 Gastechnik (NAGas), 53058 Bonn, Postfach 14 03 62, Josef-Wirmer-Str. 1 - 3, 53123 Bonn.

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 131 Seiten

DIN-Normenausschuss Gastechnik (NAGas)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1474-2:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 282 „Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR (Frankreich) gehalten wird.

Das zuständige nationale Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 032-02-10 AA „Anlagen und Ausrüstung von Flüssigerdgas, Spiegelausschuss zu CEN/TC 282“ im Normenausschuss Gastechnik (NAGas) im DIN.

Dieser Normentwurf enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Soweit in diesem europäischen Norm-Entwurf Belange des Arbeitsschutzes berührt werden, wird darauf hingewiesen, dass diesbezügliche nationale Vorschriften Vorrang vor den in dieser Norm festgelegten Anforderungen haben. Wenn strengere örtliche oder nationale Anforderungen bestehen, ersetzen diese die in dieser europäischen Norm genannten Mindestanforderungen.

Die in diesem Dokument zitierten Europäischen Normen sind als DIN EN- bzw. DIN EN ISO-Normen mit gleicher Zählernummer veröffentlicht

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 21028-1, siehe DIN EN ISO 21028-1

ISO 23208 siehe DIN EN ISO 23208

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.

Dieses Dokument wurde vom DIN Deutsches Institut für Normung e. V. im Einvernehmen mit dem DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e. V. aufgestellt.

Es ist vorgesehen diese Norm in das DVGW-Regelwerks „Gas“ aufzunehmen.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 1474-2:2009-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aktualisierung des Anwendungsbereichs;
- b) Überprüfung der Anwendung und Einführung von Schlauchqualifizierungskategorien;
- c) Überarbeitung der Schlauchkategorien;
- d) Überprüfung der Konstruktionsmerkmale;
- e) Überprüfung der Qualifikationsanforderungen;
- f) Überprüfung der Qualitätssicherung und -kontrolle;
- g) Überprüfung der Dokumentation;
- h) Überprüfung der Anhänge.

Nationaler Anhang NA
(informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 21028-1:2017, *Kryo-Behälter - Zähigkeitsanforderungen an Werkstoffe bei kryogenen Temperaturen - Teil 1: Temperaturen unter -80 °C (ISO 21028-1:2016)*

DIN EN ISO 23208:2019, *Kryo-Behälter - Reinheit für den tiefkalten Betrieb (ISO 23208:2017)*

— Leerseite —

Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen — Teil 2: Auslegung und Prüfung von Übergabeschläuchen

*Installations et équipements de gaz naturel liquéfié — Conception et essais des systèmes de transfert marins —
Partie 2 : Conception et essais des tuyaux de transfert*

*Installation and equipment for liquefied natural gas — Design and testing of marine transfer systems — Part 2:
Design and testing of transfer hoses*

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9p

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe, Definitionen und Abkürzungen	5
3.1 Begriffe	5
3.2 Abkürzungen	9
4 Anwendungs- und Qualifikierungskategorien	9
4.1 Anwendungen	9
4.2 Qualifikierungskategorien	9
5 Beschreibung typischer Auslegungen von LNG-Übergabeschlauchleitungen und des Zubehörs	10
5.1 Allgemeines	10
5.2 Vorgeschriebene Komponenten	11
5.3 Optionale Bestandteile	11
5.4 Typischer Aufbau von LNG-Übergabeschlauchleitungen	12
5.4.1 Hauptschlauchkategorien	12
5.4.2 Metall-Wellerschlauchleitungen	12
5.4.3 Schlauchleitungen mit mehreren thermoplastischen Lagen (nicht vulkanisiert) (Verbund-Schlauchleitungen)	14
5.4.4 Schlauch-in-Schlauch mit Ringraum	15
6 Auslegungsmerkmale von LNG-Übergabeschlauchleitungen	16
6.1 Allgemeines	16
6.2 Auslegungsparameter der Technologie der Übergabeschlauchleitung	16
6.3 Projektspezifische Auslegungsparameter	17
6.3.1 Auswahl der Schlauchlänge	17
6.3.2 Lebensdauer	17
6.3.3 Auswahl des Auftriebs und des Untertauchens	17
6.3.4 Auswahl der Isolierung	17
6.3.5 Auswahl des äußeren Schutzes	18
6.3.6 Auswahl der Leckerkennung	18
6.4 Details der Komponenten – Endarmatur	18
6.4.1 Allgemeines	18
6.4.2 Endstück	19
6.4.3 Anschluss	19
6.4.4 Biegungsaussteifer/-begrenzer (optional)	20
6.5 Handhabungs-/Hebeeinrichtung für Schlauch	20
6.6 Sicherheitssysteme	20
6.6.1 Leckerkennung (optional)	20
6.6.2 Anforderungen an die Brandsicherheit	21
6.6.3 Elektrische Sicherheitsanforderungen	21
6.7 Anschluss an das Schiff	21
6.8 Hydraulische und elektrische Überwachungssysteme	21
7 Qualifizierungsanforderungen	21
7.1 Vorwort	21
7.2 Qualifizierungsprozess	22

7.2.1	Grundprinzip.....	22
7.2.2	Qualifikationsstufenspezifische Anforderungen.....	22
7.2.3	Festlegung des Zertifizierungsbereichs anhand einer geprüften Schlauchleitung	23
7.2.4	Erweiterung und Aktualisierung von Zertifizierungen.....	24
7.3	Prüfungen von Schlauchleitungen	25
7.3.1	Allgemeines	25
7.3.2	Prüfungen zur Charakterisierung der Schlaucheigenschaften	26
7.3.3	Qualifizierungsprüfungen mit Abnahmekriterien.....	34
8	Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle	45
8.1	Allgemeines	45
8.2	Werkstoffauswahl	45
8.3	Herstellung	46
8.3.1	Grundlagen der Herstellung.....	46
8.3.2	Rückverfolgbarkeit.....	46
8.3.3	Kennzeichnung.....	46
8.3.4	Verpackung und Konservierung.....	47
8.4	Werkseitige Abnahmeprüfung	47
8.4.1	Allgemeines	47
8.4.2	An jeder Schlauchleitung auszuführende Prüfungen.....	47
9	Dokumentation	47
9.1	Einkaufsrichtlinien	47
9.2	Auslegungs-, Qualifizierungs- und Herstellungsdocumentation.....	47
9.3	Ausführungsdokumentation/Produktionsdatenbuch	48
9.4	Betriebshandbuch.....	48
Anhang A (informativ) Tabelle mit Vorgaben für die Beschaffung.....		50
Anhang B (informativ) Leitlinien für zusätzliches Prüfprogramm.....		53
B.1	Einleitung	53
B.2	Zu berücksichtigende kombinierte Lasten und Betriebsbedingungen	53
B.3	Auf Stoß- und Quetschlasten angewendete Schadenstoleranzphilosophie.....	53
B.4	Schadenstoleranzphilosophie für andere Verschlechterungsmechanismen und Lasten	56
B.5	Inspektionsfähigkeit des Schlauchzustands.....	56
B.6	Anleitung zu Stoß- und Quetschschäden während des Normalbetriebs.....	56
B.7	Anleitung zu Kriechen	59
B.8	Anleitung zu Verschleiß.....	60
Anhang C (informativ) Leitlinien für die Auswahl von Schlauchqualifizierungskategorien (HQC)		61
Anhang D (informativ) Druckstoßbetrachtung für LNG-Schläuche.....		63
Literaturhinweise.....		65

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 1474-2:2019) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 282 „Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas“ erarbeitet, dessen Sekretariat von AFNOR gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 1474-2:2008 ersetzen.

Im Vergleich zur vorherigen Ausgabe wurden die folgenden technischen Änderungen vorgenommen:

- Aktualisierung des Anwendungsbereichs
- Überarbeitung der Anwendung und Einführung der Schlauchqualifizierungskategorien
- Revision der Schlauchkategorien
- Überarbeitung der Auslegungsmerkmale
- Überarbeitung der Qualifikationsanforderungen
- Überarbeitung der Qualitätssicherung und -kontrolle
- Überarbeitung der Dokumentation
- Überarbeitung der Anhänge

Diese Normenreihe besteht aus drei Teilen:

- EN 1474-1: *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen — Teil 1: Auslegung und Prüfung von Verladearmen*

(Diese Norm wurde durch die Norm EN ISO 16904 — Erdöl- und Erdgasindustrie — Auslegung und Prüfung von Schiffsverladearmen für Flüssigerdgas für konventionelle landseitige Terminals ersetzt)

- EN 1474-2: *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen — Teil 2: Auslegung und Prüfung von Übergabeschläuchen*
- EN 1474-3, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen — Teil 3: Offshore-Übergabesysteme*

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument enthält generelle Leitlinien für die Auslegung, Werkstoffauswahl, Eignung, Zertifizierung und Prüfdetails für Flüssigerdgas (LNG, en: liquified natural gas) -Schlauchleitungen für die Übergabe auf See.

Die Übergabeschlauchleitungen werden als Teil eines Übergabesystems ausgelegt (d. h., sie können mit ERS [en: Emergency Release System], QCDC [en: Quick Connect/Disconnect Coupler], Handhabungssystemen, hydraulischen und elektrischen Bauteilen usw. ausgerüstet sein). Zur Vermeidung von unnötigen Wiederholungen wird für alle vergleichbaren Gegenstände, für Definitionen und Abkürzungen auf EN ISO 16904 und EN 1474-3 verwiesen. Sofern zusätzliche Verweise, Definitionen und Abkürzungen für LNG-Schläuche benötigt werden, sind sie in dieser europäischen Norm aufgeführt.

2 Normative Verweisungen

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

EN 1474-1:2008, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen — Teil 1: Auslegung und Prüfung von Verladearmen*

EN 1474-3:2008, *Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas — Auslegung und Prüfung von Schiffsübergabesystemen — Teil 3: Offshore-Übergabesysteme*

EN ISO 7369:2004, *Rohrleitungen — Metallschläuche und Metallschlauchleitungen — Vokabular (ISO 7369:2004)*

EN ISO 8330:2014, *Gummi- und Kunststoffschläuche und -schlauchleitungen — Vokabular (ISO 8330:2014)*

EN ISO 10619-1:2018, *Gummi- und Kunststoffschläuche mit und ohne Einlage — Bestimmung der Biegsamkeit und Steifigkeit — Teil 1: Biegeprüfungen bei Umgebungstemperatur (ISO 10619-1:2017)*

EN ISO 16904:2016, *Erdöl- und Erdgasindustrie — Auslegung und Prüfung von Schiffsverladearmen für Flüssigerdgas für konventionelle landseitige Terminals (ISO 16904:2016)*

3 Begriffe, Definitionen und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN ISO 7369 und EN ISO 8330 und die folgenden Begriffe.

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

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

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

3.1.1

Ringspalt

Spalt zwischen der inneren flüssigkeitsführenden Lage und einer zweiten Lage, die zu Isolierungs- und/oder Sicherheitszwecken genutzt werden kann

3.1.2

Verstärkungslage

entweder ein Geflecht aus Draht (siehe Geflecht) oder Streifen aus Metall oder Kunststoff, um die Druckfestigkeit und/oder den äußeren Schutz herzustellen

3.1.3

Axiale Steifigkeit

Umfang, in dem eine Schlauchleitung Zugdehnung aufgrund einer angewandten axialen Kraft widersteht

3.1.4

Biegesteifigkeit

die Fähigkeit einer flexiblen Rohrleitung, Durchbiegung zu widerstehen, wenn sie einer Biegebeanspruchung mit konstanter Spannung, konstantem Druck und konstanter Temperatur ausgesetzt wird

3.1.5

Biegebegrenzer

Vorrichtung zur Begrenzung des Biegeradius durch mechanische Mittel

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Biegebegrenzer besteht üblicherweise aus einer Reihe von verriegelnden metallischen oder Formteilringen, die auf die äußere Oberfläche aufgebracht werden.

3.1.6

Biegungsaussteifer

ergänzendes kegelförmiges Bauteil, das die Rohrleitung lokal stützt, um Biegebeanspruchungen und die Krümmung der Rohrleitung auf ein akzeptables Maß zu begrenzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Biegeaussteifer können an einer Endarmatur oder einem Tragwerk angebracht werden, an dem die flexible Rohrleitung durch den Biegungsaussteifer geführt wird.

3.1.7

Boil-Off-Gas

BOG

natürliche Verdunstung von Flüssigerdgas durch Verdampfung

3.1.8

Berstprüfung

Prüfung an einer Schlauchprobe bis zum Versagen durch innere Druckbeaufschlagung

3.1.9

Verbindungsstück

Teil der Endarmatur, der verwendet wird, um eine leckdichte strukturelle Verbindung zwischen der Endarmatur und der angrenzenden Rohrleitung herzustellen

3.1.10

Quetschprüfung

Anwendung einer vertikalen Last durch einen Träger, der quer über den Schlauch gelegt wird

3.1.11

doppelte Umhüllung

Lagen oder eine Reihe von Lagen zur Umhüllung und somit Isolierung von der Umgebung der Strukturen, Systeme und Bauteile, deren Versagen zu einer inakzeptablen Freisetzung von LNG führen kann

3.1.12

D

Innendurchmesser der Schlauchleitung

3.1.13

dynamische Last

flexible Schlauchleitung oder Schlauchanordnung, die Lasten mit unterschiedlicher Dauer oder mit Durchbiegungen oder Grenzbedingungen von unterschiedlicher Dauer unterzogen wird

3.1.14

Notfalltrennsystem

ERS (en: emergency release system)

System, das ein positives Mittel zur schnellen Trennung des Übergabesystems und sicheren Isolierung des LNG-Tankers von dem Übergabesystem ermöglicht

Anmerkung 1 zum Begriff: Das ERS besteht aus einer Notfalltrennkupplung (ERC, en: emergency release coupling) und verriegelten Absperrventilen, die sich automatisch auf beiden Seiten schließen und so das LNG oder den Dampf in den Leitungen und gegebenenfalls in dem damit verbundenen Steuerungssystem zurückhalten (trockene Trennung).

3.1.15

Endstück

mechanische Vorrichtung, die den Übergang zwischen dem flexiblen Rohrleitungskörper und dem Verbindungsstück bildet, dessen verschiedene Lagen in dem Endstück so enden, dass die Last zwischen der flexiblen Schlauchleitung und dem Verbindungsstück übertragen wird

3.1.16

Endarmatur

Baugruppe aus Verbindungsstück und Endstück

3.1.17

Notfalltrennkupplung

ERC (en: emergency release coupler)

Vorrichtung zur schnellen Trennung des Übergabesystems, wenn solche Maßnahmen ausschließlich als Notmaßnahme erforderlich sind

3.1.18

Ermüdungslebensdauer

Anzahl der Zyklen mit einer festgelegten Eigenschaft, die ein gegebener Prüfling aushält, bis eine festgelegte Art von Ausfall auftritt

3.1.19

Schlauchleitung

Schlauch einschließlich seiner Armaturen

3.1.20

Stoßprüfung

Prüfung zur Bestimmung der Schlagfestigkeit eines Werkstoffs

3.1.21

L

Länge des flexiblen Bereichs der Schlauchleitung

3.1.22

Leckerkennungssystem

System, das in der Lage ist, ein Versagen des flüssigkeitsführenden Teils des Schlauchs oder eine Undichtheit desselben zu erkennen

3.1.23

Flüssigerdgas

LNG (en: liquefied natural gas)

Erdgas, das abgekühlt und in flüssiger Form kondensiert wurde

3.1.24

Höchstzulässiger Betriebsdruck

MAWP (en: maximum allowable working pressure)

der maximale Druck (Überdruck) über den gesamten zulässigen Temperaturbereich, dem der Schlauch ausgesetzt sein darf und bei der er betrieben werden darf. Er wird gewöhnlich von Verladestationen benutzt, um die Druckgrenzen ihres Beladungssystems zu definieren (d. h. Pumpenschaltpunkt plus jegliche statische Zusatzbelastung oder die Einstellung für die Abblasefunktion des Überdruckventils des Beladungssystems. Bei dieser Druckgröße wird nicht erwartet, dass sie dynamische Druckstöße berücksichtigt, sie berücksichtigt aber Druckveränderungen des Nenndrucks während der Ladungsübergabe)

3.1.25

Zerstörungsfreie Prüfung

ND (en: non-destructive test)

eine Prüfung, bei der eine Beschädigung der Schlauchleitung nicht zu erwarten ist, sodass folglich der Schlauch für nachfolgende Prüfungen und für den Betrieb verwendet werden darf

3.1.26

Prüfdruck

Druck, bis zu dem der Schlauch geprüft wird (d.h. während einer Werksabnahmeprüfung), um ihre strukturelle Unversehrtheit bei Aufbringung eines Innendrucks nachzuweisen

Anmerkung 1 zum Begriff: In Übereinstimmung mit dem IMO IGC Code darf diese Druckprüfung bei Umgebungstemperatur nicht weniger als 1,5 x MAWP und nicht mehr als zwei Fünftel seines Berstdrucks betragen.

3.1.27

Pumpanschluss

Anschluss zum Anbringen einer Vakuumpumpe für vakuumisolierte Schläuche

3.1.28

Schnellanschluss- und -trennkupplung

QCDC (en: quick connect disconnect coupler)

manuelle oder hydraulische mechanische Vorrichtung zum Anschluss eines Übergabearms oder -schlauchs an die Sammelleitung ohne Anwendung von Schrauben

3.1.29

Betriebslebensdauer

Zeitraum, während dem die Schlauchleitung alle Leistungsanforderungen erfüllt

3.1.30

statische Last

flexible Schlauchleitungen, die keinen wesentlichen zyklisch schwankenden Lasten oder Durchbiegungen während des Normalbetriebs ausgesetzt sind

3.1.31

Superisolierung

mehrere reflektierende Folien zur Reduzierung der Wärmeübertragung durch Strahlung als Teil eines Vakuumisoliersystems

3.1.32

Baumusterprüfbescheinigung

von einer IVA ausgestellte Bescheinigung, die die Eignung und die entsprechenden Beschränkungen der Gestaltungsmethodiken, Herstellungsprozesse und Werkstoffe des Herstellers bestätigt. Der Name dieser Bescheinigung kann je nach IVA variieren

3.1.33

Sichtprüfung

Untersuchung von Teilen und Geräten auf sichtbare Werkstoff- und Herstellungsfehler

3.2 Abkürzungen

FAT	werkseitige Abnahmeprüfung (en: factory acceptance test)
FSRU	schwimmende Speicher- und Wiederverdampfungsanlage (en: floating storage regasification unit)
IVA	unabhängige Zertifizierungsstelle (en: independent verification agency)
LNGC	Flüssigerdgastanker (en: liquefied natural gas carrier)
MAAT	maximal angewandte zulässige Verdrehung (en: maximum allowable applied twist)
MWL	maximale Arbeitsbelastung (en: maximum working load)

4 Anwendungs- und Qualifikationskategorien

4.1 Anwendungen

Dieser Abschnitt beschreibt die Hauptanwendungen für LNG-Übergabeschlauchleitungen.

Im Zuge der Weiterentwicklung der Industrie und Technologie dürfen auch andere Anwendungen die Nutzung von LNG-Übergabeschlauchleitungen in Betracht ziehen und sind in dieser Norm zu behandeln.

Liste der Anwendungen (nicht vollständig):

- Offshore-Tandem-FLNG-Entladung/Verladung in der Luft hängend oder schwimmend;
- Übergabe zwischen Schiffen wie etwa LNGC zu FSRU, LNG-Bunkern;
- Übergabe zwischen Küste und Schiff wie etwa LNG-Bunkern;
- Übergabe zwischen Schiff und Küste wie etwa Entladung/Beladung.

Basierend auf den Anwendungen unterliegen flexible Schläuche nicht denselben Lasten oder Ermüdungsphänomenen und erfordern daher nicht denselben Qualifikationsgrad.

Der folgende Abschnitt stellt die Qualifikationskategorien für Schlauchleitungen (HQC, en: hose assembly qualification categories) vor.

ANMERKUNG Richtlinien für Eigentümer hinsichtlich der Anwendungen und relevanten HQL stehen in Anhang C zur Verfügung. Die Auswahl der HQC unterliegt weiterhin der Verantwortung des Eigentümers.

4.2 Qualifikationskategorien

Dieser Abschnitt legt Kriterien für die Definition der Schlauch-Qualifikationskategorien für von dieser Spezifikation umfasste Schlauchleitungen fest. Die nachfolgend angegebenen Schlauch-Qualifikationskategorien definieren verschiedene Anforderungen an die Auslegungsverifizierung nach Abschnitt 7.2.2.

Die Anforderungen an die Qualifizierungskategorien definieren die Grundlage für die Qualifizierung, sind jedoch unabhängig von projektspezifischen Daten (Metocean-Daten, Wellen- und Strömungsdaten usw.). Die IVA kann während der Qualifizierung für ein Projekt die Durchführung zusätzlicher (Ermüdungs-) Prüfungen fordern, um festzustellen, ob die vorgeschlagene Schlauchleitung für den bestimmungsgemäßen Gebrauch geeignet ist.

— Schlauch-Qualifizierungskategorie A

Diese HQC ist für quasi-statische Anwendungen vorgesehen (d. h. Anwendungen, die nur durch die Handhabung und/oder thermische und Druckermüdung beeinflusst werden).

Diese Kategorie umfasst die anzuwendenden Leistungsanforderungen an alle in der Luft hängenden Übergabeschlauchleitungen, üblicherweise Übergabeleitungen in geschützten Umgebungen für die intermittierende Nutzung ohne Kontakt mit Wasser und ohne oder nur mit sehr begrenzten dynamischen Bewegungen.

— Schlauch-Qualifizierungskategorie B

Diese HQC ist für dynamische Anwendungen vorgesehen, die durch Ermüdung der in der Luft hängenden Übergabe (Biegung, thermisch und Druck) beeinflusst werden.

Diese Kategorie umfasst die anzuwendenden Leistungsanforderungen für alle in der Luft hängenden Übergabeschlauchleitungen und die üblicherweise für die Kombination mit einer exponierten Umgebung und/oder dauerhaften Nutzung und in Konfigurationen mit Kontakt zu dauerhaft schwimmenden Strukturen anwendbar sind.

Um diese Anwendungen, bei denen die Leitungen in einer dynamischen Umgebung mit oder ohne tiefkalte Flüssigkeiten angewendet werden, abzudecken, muss die Ermüdungsprüfungskonfiguration für die tatsächliche Konfiguration repräsentativ sein (z. B. in der Luft hängende STS-Übergabe mit U-Form und Sattel- oder Kettendurchhangform).

Der Schlauchhersteller muss ein Ermüdungsprüfungsprogramm vorschlagen, das die genauen Betriebsbedingungen vorschlagen und das von der IVA validierte Betriebsfenster (im Hinblick auf die Schiffsbewegungen an der Sammelleitung) wird auf diesem Ermüdungsprüfungsprogramm basieren.

— Schlauch-Qualifizierungskategorie C

Diese HQC ist für dynamische Anwendungen für Unterwasser- oder schwimmende Schlauchleitungen vorgesehen.

Qualifizierungsprüfungen in dieser Kategorie umfassen repräsentative Prüfungen des Kontakts mit Wasser wie etwa Isolierung, Wasserdichteitseigenschaften und potenzielle Probleme des dauerhaften Anschlusses.

Der Schlauchhersteller muss eine Ermüdungsbeurteilungsmethodik vorschlagen, die in der Projektphase anzuwenden ist, um zu verifizieren, dass der Schlauch für die beabsichtigte Anwendung geeignet ist.

Die Methodik muss durch eine IVA validiert werden.

5 Beschreibung typischer Auslegungen von LNG-Übergabeschlauchleitungen und des Zubehörs

5.1 Allgemeines

Diese Norm behandelt Schlauchleitungen als Flansch-zu-Flansch-Komponente.

Es bedeutet, dass alle Aussagen und Anforderungen auf der Grundlage der Schlauchleitungen zwischen den Dichtflächen der beförderten Flüssigkeit berücksichtigt werden müssen.

5.2 Vorgeschriebene Komponenten

Eine LNG-Übergabeschlauchleitung muss aus dem Folgenden bestehen:

- biegsamer Schlauch
- zugehörige Endstücke und Anschlüsse

Schlauchendanschlussstücke müssen die Montage einer Schnellanschluss- und Trennkupplung (QCDC) oder einer Haspel ermöglichen oder den direkten Anschluss an den LNGC (en: liquified natural gas carrier) oder eine LNG-Verladestation oder eine andere Schlauchleitung ermöglichen.

(Eine Beschreibung einer QCDC wird in EN ISO 16904 angegeben, für Übergabesysteme wird auf EN 1474-3 verwiesen.)

Die Schlauchendanschlussstücke müssen die Montage eines Notfalltrennsystems (ERS) mit Ventilen und ERC (en: Emergency Release Coupler) und Notfalltrennkupplung ermöglichen.

(Eine Beschreibung eines Notfalltrennsystems wird in EN ISO 16904 und EN 1474-3 angegeben.)

- dauerhafte Kennzeichnung
- Handhabungseinrichtung(en) für Schläuche (Haltebügel, Hebekragen usw.)

Der Schlauch muss die notwendigen Verbindungsstücke zur sicheren Handhabung, zum Kuppeln und Trennen, entweder vom LNGC oder vom landseitigen oder vom seeseitigen System der Verladestation wie von der Systemauslegung gefordert (Bezug auf EN 1474-3) enthalten.

5.3 Optionale Bestandteile

Eine LNG-Übergabeschlauchleitung darf aus dem Folgenden bestehen:

- Leckerkennungssystem

Sofern vom Eigentümer gefordert, muss der Schlauch ein Leckerkennungssystem enthalten, z. B. ein Austreten von Stickstoffgas in den umgebenden Ringraum (siehe 5.11).

- Isoliersystem (zur Minimierung der externen Eisbildung)
- Zwischenlage(n) gegen Lecks
- Biegeversteifungen oder -begrenzungen
- Auftrieb

Spezifische unterstützende Ausrüstung

Der Schlauch darf (z. B. huckepack montiert) Hydraulik- oder Pneumatikschläuche, elektrische Kabel für die Energieversorgung des ERS und QCDC-Systems unterstützen (Bezug auf EN ISO 16904:2016, Abschnitt 6).

5.4 Typischer Aufbau von LNG-Übergabeschlauchleitungen

5.4.1 Hauptschlauchkategorien

Gegenwärtig werden LNG-Übergabeschlauchleitungen in drei Typen klassifiziert, abhängig von der Art ihrer Konstruktion:

- Solche auf der Basis einer Konstruktion von verstärkten Metall-Wellschläuchen, nachfolgend als Metall-Wellschlauch bezeichnet;
- Solche auf der Basis einer Konstruktion, bei der Polymerfilme und Gewebe zwischen einem Paar von dicht gewickelten spiralförmigen Drähten eingeschlossen sind, nachfolgend als Verbundschläuche bezeichnet;
- Solche auf der Basis einer Schlauch-in Schlauch-Konstruktion mit Ringraum, die aus einer der obigen Technologien abgeleitet sein können.
- Da die Technologie sich weiterentwickelt, können andere Typen von Schläuchen verfügbar werden, die ebenso als in dieser europäischen Norm enthalten betrachtet werden.

5.4.2 Metall-Wellschlauchleitungen

Eine Metall-Wellschlauchleitung besteht aus einer inneren Lage aus gewelltem rostfreien Stahl und mehreren anderen metallischen oder nichtmetallischen Lagen, die die mechanische Festigkeit des Schlauchs verstärken.

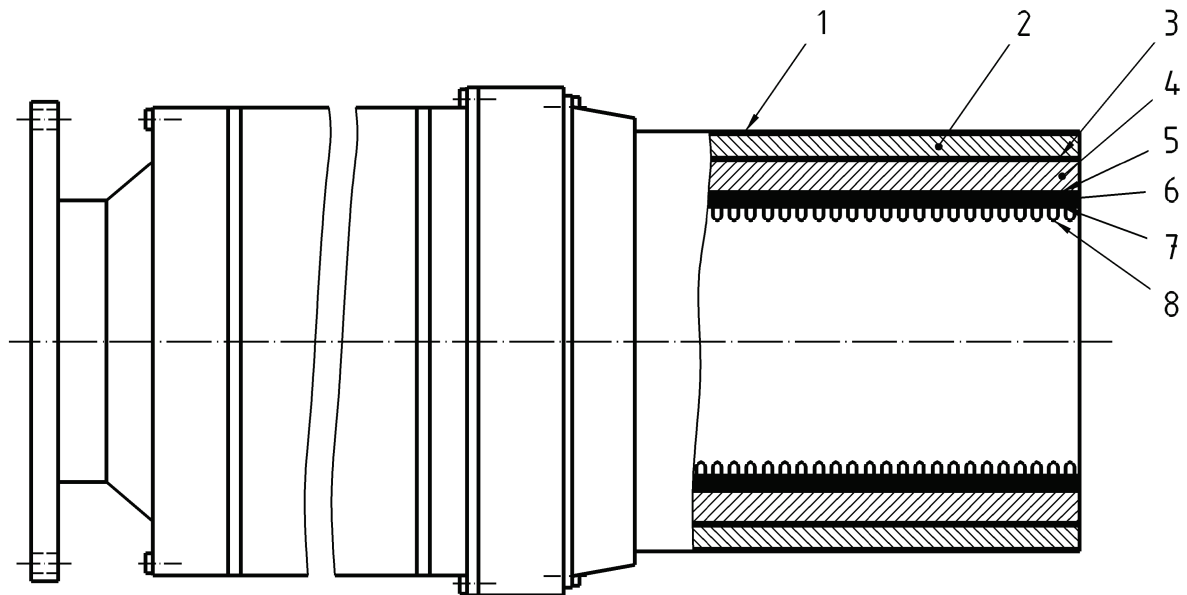
Die Abfolge der typischen Konstruktion, beginnend mit dem Innendurchmesser, ist wie folgt:

- a) Innenlage bestehend aus gewelltem Edelstahl (manchmal auch als Faltenbalg bezeichnet), parallele oder spiralförmige Konstruktion. Dies sichert die innere Dichtheit der Struktur wie auch die Festigkeit gegen den Radialdruck.
- b) Verstärkungslagen bestehend aus Stahl oder Stoff zur Unterstützung der Axiallasten und Erhöhung der inneren Radialdruckbeständigkeit.
- c) Optionale thermische Isolierungslagen, die sicherstellen, dass die innere Temperatur erhalten bleibt, und die Eisbildung auf der Außenseite des Schlauchs verhüten.
- d) Optional äußere Lagen, die den Schlauch vor mechanischen Beschädigungen von außen schützen. Diese Lagen können leckdicht sein und dem Schlauch eine doppelte Umhüllung verleihen (mit einem dazwischenliegenden Ring), womit es möglich ist, jegliches LNG-Leck zu erkennen sobald es entsteht. Im Fall eines Lecks in der inneren Lage kann die äußere Lage fähig sein, einem gewissen Druck bei einer gewissen Temperatur über einen bestimmten Zeitraum zu widerstehen.

Sofern die äußere Lage leckdicht ist, verhindert sie jedes Eindringen von Wasser und Luft von außen.

Die Anzahl, Anordnung und Reihenfolge der Lagen in den Schritten b) bis d) ist für die Schlauchgröße und Anwendung spezifisch und kann je nach Metallschlauchtechnologie variieren.

Die Konstruktion der Schlauchleitung muss sicherstellen, dass alle Werkstoffe innerhalb ihrer jeweiligen Temperaturbereiche verwendet werden.

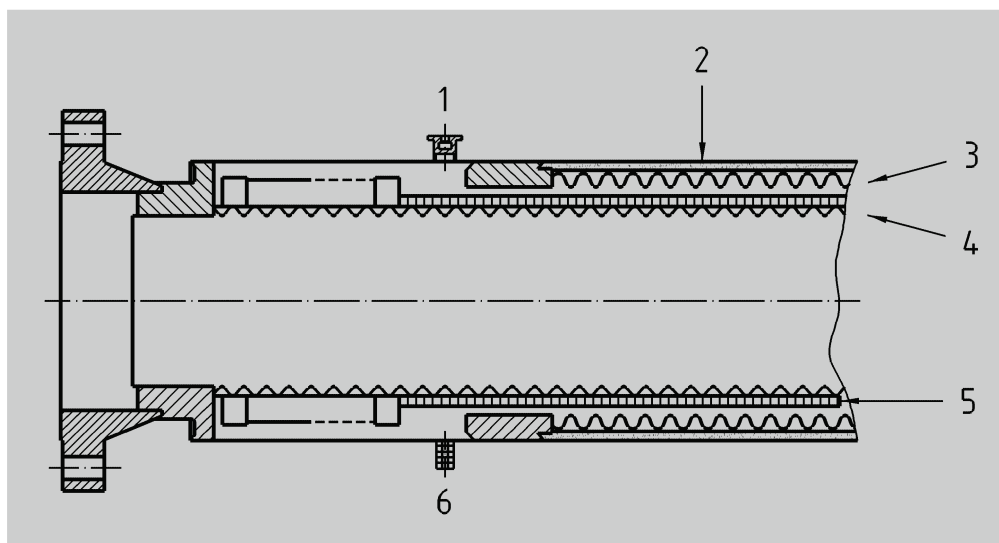


Legende

- 1 dichte Lage
- 2 Isolierung
- 3 dichte Lage
- 4 Isolierung
- 5 Unterstützungslage
- 6 Verstärkungen
- 7 dichte Lage
- 8 innere gewellte Lage

Bild 1 — Typische Schlauchleitung – Familie von verstärkten Metall-Wellschläuchen

Abhängig von der Auslegung kann die äußere dichte Lage ein rostfreier Metall-Wellschlauch ähnlich dem der inneren Lage sein. In diesem Fall darf der Ringraum zwischen dem inneren und dem äußeren Schlauch evakuiert sein. Die Drucküberwachung dieses Ringraumes ergibt eine Leckerkennung des inneren und des äußeren Schlauches. Die thermische Isolation darf durch Lagen von Superisolierungen in dem evakuierten Ringraum aufrechterhalten werden.



Legende

- 1 Pumpanschluss
- 2 Verstärkungen
- 3 gewelltes Außenrohr
- 4 gewelltes Innenrohr
- 5 Superisolationsvakuum
- 6 Vakuumüberwachung zur Leckerkennung

Bild 2 — Typische Schlauchleitung — Skizze eines biegsamen LNG-Schlauches mit der Möglichkeit zur Vakuum-Installation

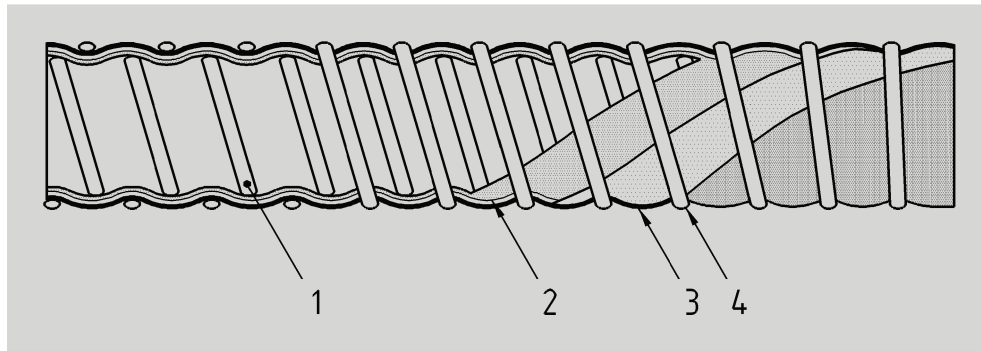
5.4.3 Schlauchleitungen mit mehreren thermoplastischen Lagen (nicht vulkanisiert) (Verbund-Schlauchleitungen)

Eine Verbund-Schlauchleitung besteht aus mehreren ungeklebten Polymerfilm- und Gewebelagen, die zwischen zwei spiralförmigen Drahtwindungen eingebunden sind, die dem Schlauch seine Form geben, wobei eine innen und eine außen liegt. Allgemein gesagt, bewirken die Filmlagen eine flüssigkeitsdichte Barriere zum transportierten Produkt und die Gewebelagen bewirken die mechanische Festigkeit des Schlauches. Zusätzliche Lagen für die Isolierung dürfen hinzugefügt werden.

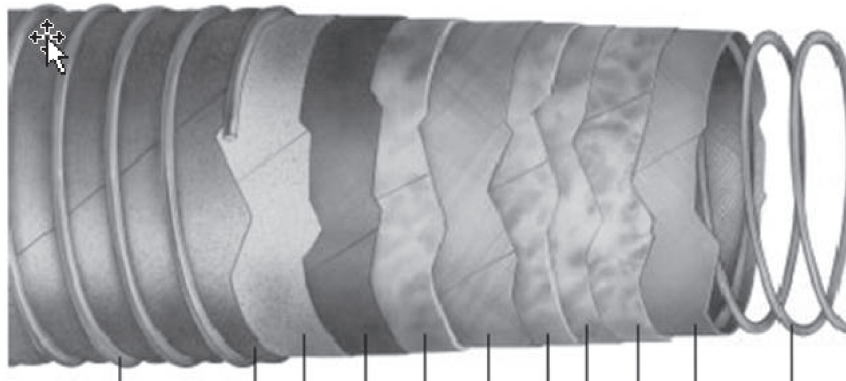
Die Abfolge der Konstruktion, beginnend mit dem Innendurchmesser, ist typischerweise wie folgt:

- a) innere spiralförmige Drahtwicklung mit einer vorbestimmten engen Steigung;
- b) polymere Gewebelagen, die den Werkstoff der Fläche des Innendurchmessers bilden;
- c) Packung von vielen polymeren Filmschichten. Die gesamte Filmpackung bewirkt eine Röhrenform und stellt die flüssigkeitsdichte Grenzschicht zum transportierten Produkt dar;
- d) Packung von vielen polymeren Gewebelagen, die den Schlauch verstärken;
- e) äußere spiralförmige Drahtwicklung unter Spannung mit einem Abstand von einer halben Steigung zur inneren Drahtwicklung. Dies formt den Schlauch zu seiner geforderten gewickelten Struktur.

Die Anzahl und die Anordnung der Lagen in Schritt c) und d) ist spezifisch für das Maß des Schlauches und seine Anwendung. Die polymeren Film- und Gewebewerkstoffe werden so ausgewählt, dass sie für das transportierte Produkt und die extremen Betriebstemperaturen geeignet sind.



a)



b)

Legende

- 1 Innere Drahtlage
- 2 Film
- 3 Gewebe
- 4 Äußere Drahtlage

Bild 3 — Typischer Schlauch – Verbundschlauch-Familie

5.4.4 Schlauch-in-Schlauch mit Ringraum

Schlauchleitungen dieser Kategorie müssen Folgendes umfassen:

- Einen inneren Schlauch basierend auf einem Verbundschlauch oder Edelstahl-Wellschlauch-Technologien, der in der Lage ist, tiefkalten Temperaturen und MAWP auf unbegrenzte Zeit zu widerstehen.
- Ein Ringraum, der eine oder alle der folgenden Funktionen sicherstellen kann:
 - Thermische Isolierung.

Die thermische Isolierung wird durch Füllen des Ringraums mit Werkstoff mit geringer Wärmeleitfähigkeit oder Herstellung eines Vakuums im Ringraum, gefüllt mit einer Anordnung von metallbeschichteten Folien und Abstandsstücken (Superisolierung) erreicht.

- Auftrieb
- Leckerkennung

- Einen äußeren Schlauch, der eine oder alle der folgenden Funktionen sicherstellen kann:
 - Dichtheit, um den inneren Schlauch vor der äußeren Umgebung zu schützen und das Eindringen von Wasser und Luft in den Ringraum zu verhindern.
 - Schutz des inneren Schlauchs vor Stoß und Quetschlasten.
 - Schutz des inneren Schlauchs vor übermäßigen Lasten oder Biegung.
- Ein Leckerkennungssystem, das in der Lage ist, ein Versagen des inneren Schlauchs zu erkennen.

6 Auslegungsmerkmale von LNG-Übergabeschlauchleitungen

6.1 Allgemeines

Die Schlauchleitung stellt einen Teil des gesamten Systems zum Transport von LNG dar – für die Anforderungen, die die genaue Auslegung des Schlauchs festlegen (z. B. statische und dynamische Bewegungen usw.), wird Bezug genommen auf EN 1474-3. Der Auslegungsvorgang und die erforderlichen Informationen sind unten angeführt.

Zwei Kategorien von Auslegungsmerkmalen sind zu berücksichtigen:

- Auslegungsparameter der Übergabeschlauch-Technologie (in § 6.2 aufgelistet)

Diese Parameter sind untrennbar mit dem Produkt verbunden und stellen die für die Zertifizierung der LNG-Übergabeschlauchleitungen zu definierenden Mindestanforderungen dar.

- Projektspezifische Auslegungsparameter (aufgelistet in § 6.3)

Hierbei handelt es sich um projektbezogene Parameter, die die optionalen Anforderungen definieren, um die Gebrauchstauglichkeit der Übergabeschlauchleitung sicherzustellen. Diese Parameter haben keinen Einfluss auf die Zertifizierung, die auf den Auslegungsparametern der Technologie der Übergabeschlauchleitung basiert.

6.2 Auslegungsparameter der Technologie der Übergabeschlauchleitung

Die folgenden Parameter sind direkt mit der Schlauchauslegung und -technologie verbunden und vom Hersteller festzulegen:

- Innendurchmesser des Schlauchs
- Temperaturbereich
- Zulässige Höchstgeschwindigkeit – Dieser Parameter muss in einem Bereich zwischen 7 und maximal 12 m/s liegen.
- Maximal zulässiger Betriebsdruck
- Werkstoffkompatibilität:
 - Mit der beförderten Flüssigkeit
 - Mit der äußeren Umgebung
- Maximale zulässige Verdrehung

- Maximale zulässige Axiallast
- Maximaler Biegeradius
- Maximale zulässige Stoßlast im Normalbetrieb
- Maximale zulässige Quetschlast im Normalbetrieb

Diese Parameter sind in der Bauartzulassungsbescheinigung anzugeben.

6.3 Projektspezifische Auslegungsparameter

6.3.1 Auswahl der Schlauchlänge

Die Gesamtlänge des Schlauchs wird von der Auslegung des Systems bestimmt und muss sowohl den Lagerbedingungen wie auch den Betriebsbedingungen genügen, einschließlich der Bewegungsbereiche wie sie in EN 1474-3 definiert sind.

Abhängig von der Länge, der Auslegung und vom Typ des Systems und von anderen Faktoren wie z. B. Schiffsanforderungen, muss der Schlauch entweder als eine durchgehende Länge oder als eine Folge von einzelnen Teilen geliefert werden.

Die Länge des Schlauchs, die im System verwendet wird, ist so, dass die Bewegungsbereiche nach der Definition von EN 1474-3 eingehalten werden.

Die Länge des Schlauchs muss die Verlängerung des Schlauches unter Druck oder durch sein Eigengewicht berücksichtigen. Diese Verlängerung muss mit dem Übergabesystem im Einklang stehen.

6.3.2 Lebensdauer

Die erforderliche Lebensdauer muss zwischen dem Eigentümer und dem Hersteller auf der Grundlage der Systemanforderungen vereinbart werden (siehe EN 1474-3).

Die Berechnung der Lebensdauer des Schlauchs berücksichtigt die kumulativen Effekte der Anzahl und der Amplitude der Ausdehnungen, Spannungs-, Druck- und Temperaturzyklen beim Betrieb, Alterung durch die Umgebung und die Folgen von Notfalltrennungen und von inneren Druckstößen beim Betrieb.

Das Sicherheitsverhältnis zwischen Lebensdauer, Ermüdungshaltbarkeit und Dauerprüfung muss zwischen Eigentümer und Hersteller vereinbart und dokumentiert werden.

6.3.3 Auswahl des Auftriebs und des Untertauchens

Das Übergabesystem muss so sein, dass der Schlauch entweder schwimmt, in der Luft hängt, oder der Eigentümer gibt den Grad des Auftriebs an, wenn dies erforderlich ist.

Wenn Auftrieb oder Untertauchen erforderlich ist, muss dies zwischen dem Eigentümer und dem Hersteller auf der Grundlage der Systemanforderungen (siehe EN 1474-3) vereinbart werden.

6.3.4 Auswahl der Isolierung

Sofern erforderlich muss der Schlauch ausreichend isoliert sein, um die Eisbildung auf der Schlauchaußenseite zu minimieren und um den Wärmeverlust zu begrenzen.

Falls eine thermische Isolierung erforderlich ist, muss der maximale Wärmeverlust zwischen dem Eigentümer und dem Hersteller auf der Grundlage der Systemanforderungen vereinbart werden (siehe EN 1474-3).

6.3.5 Auswahl des äußeren Schutzes

Der Schlauch muss über einen ausreichenden äußeren mechanischen Schutz gegen versehentliche Beschädigungen wie etwa fallengelassene Objekte und regelmäßige Betriebsbeanspruchungen wie Reibung, Abrieb und Korrosion verfügen. Wenn ein äußerer Schutz für einen höheren Widerstand als von dem Hersteller im Schlauchqualifizierungsprogramm angegeben erforderlich ist, muss die projektspezifische maximale Stoßenergie oder die maximale Quetschlast zwischen dem Eigentümer und dem Hersteller vereinbart werden.

Es muss geklärt werden, ob diese Parameter mit zufälligen oder regelmäßigen Betriebsbedingungen auf der Grundlage der Systemanforderungen verbunden sind (siehe EN 1474-3).

6.3.6 Auswahl der Leckerkennung

Siehe Abschnitt 6.6.

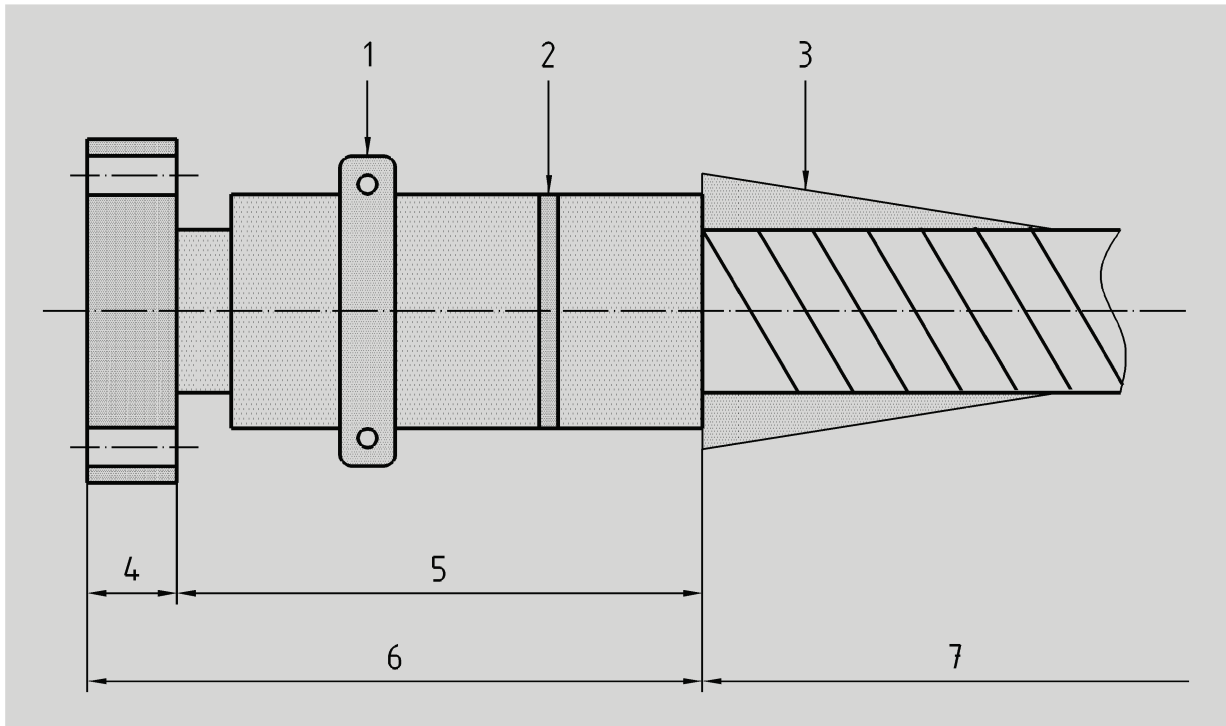
6.4 Details der Komponenten – Endarmatur

6.4.1 Allgemeines

Die Endarmaturen jedes Schlauchs enthalten zwei Hauptbestandteile:

- Endstück;
- Anschluss.

Abbildung einer Endarmatur (typisch, kann abhängig von der Auslegung des Schlauchs variieren):



Legende

- 1 Handhabungskragen
- 2 Kennzeichnungsring
- 3 Biegeaussteifung (optional)
- 4 Anschluss
- 5 Endstück
- 6 Endarmatur
- 7 Schlauch

Bild 4 — Typische Endanschluss-Baugruppe – Verbundschlauchfamilie

6.4.2 Endstück

Das Endstück muss die folgenden Funktionen sicherstellen:

- Mechanische Befestigung aller Komponentenlagen des Schlauchs, die dem Innendruck, der Zugbelastung und der Verdrehbelastung standhält;
- Herstellen einer auslaufsicheren Abdichtung gegenüber dem transportierten Fluid und/oder Gas;
- Herstellen einer dichten Abdichtung gegen das Eindringen von Feuchtigkeit oder Wasser aus der äußeren Umgebung.

Die Endarmaturen müssen mit den Ermüdungs-Bedingungen des Systems übereinstimmen.

Für den Fall einer Berstprüfung zu Nachweiszwecken darf sich die Endarmatur nicht vom Schlauch lösen.

6.4.3 Anschluss

Der Anschluss muss entweder in das Endstück eingearbeitet sein, oder er muss in Übereinstimmung mit einem qualifizierten Verfahren daran angeschweißt sein. Der Typ des Anschlusses muss vom Eigentümer und/oder den Anforderungen des Systems angegeben werden.

6.4.4 Biegungsaussteifer/-begrenzer (optional)

Dies ist ein optionales Teil, das an den Schlauch an einem oder beiden Enden angebracht wird, sofern erforderlich. Es hat die Aufgabe die Biegekräfte sanft einzuleiten, sofern vorhanden, von der Endarmatur in die Struktur des Schlauches, und es bietet einen zusätzlichen Widerstand gegen Überbiegung.

Die Einfügung eines Biegungsaussteifers ist dem Hersteller überlassen als Folge einer Überprüfung der Betriebsbedingungen.

6.5 Handhabungs-/Hebeeinrichtung für Schlauch

Zusätzliche Teile wie Handhabungseinrichtungen für den Schlauch (Haltebügel oder Krägen usw.), QCDC und ERS müssen als Teil des jeweiligen Systems in Übereinstimmung mit EN ISO 16904 und EN 1474-3 ausgelegt werden. Spezielle Anleitungen zur Handhabung des Schlauchs werden als Teil des Systems herausgegeben.

Geeignete Anleitungen zur Handhabung des Schlauchs müssen jeder Bestellung beigelegt werden um die korrekte Handhabung während des Transportes und zu anderen Gelegenheiten vor der Einfügung in das System zu ermöglichen.

Eine Handhabungs-/Hebeeinrichtung für den Schlauch muss ausgelegt und einer Abnahmeprüfung unterzogen werden, um eine sichere Handhabung der kompletten Schlauchleitung zu ermöglichen. Wenn in einer beiderseitigen Vereinbarung zwischen Eigentümer und Hersteller gefordert, kann sie zur Handhabung von weiteren Ausrüstungsteilen ausgelegt werden, die an das jeweilige Ende des Schlauchs angeschlossen werden können.

Geeignete Einrichtungen müssen vorhanden sein, um die Schlauchleitungen sicher in der Ruheposition zu halten, wenn sie nicht in Betrieb ist, oder wenn sie transportiert wird.

6.6 Sicherheitssysteme

6.6.1 Leckerkennung (optional)

Schlauchleitungen mit Ringraum:

Gaserkennung, falls vorhanden, muss als Warnung vor einem Leck im Schlauch vorgesehen werden, die es ermöglicht geeignete Maßnahmen zu ergreifen. Das System muss einer der folgenden Möglichkeiten entsprechen:

- Leckerkennung nur bei der inneren Leitung. Im Falle eines Bruches der inneren Leitung, gibt das Überwachungssystem eine Warnung an die Verladestation, aber NG entweicht in die Umgebung;
- Leckerkennung nur an den Endarmaturen um einen Dichtungsschaden zu erkennen;
- Leckerkennung nur bei der inneren Leitung. Im Falle eines Bruches der inneren Leitung, gibt das Überwachungssystem eine Warnung an die Verladestation. Bei kleinen Lecks wird das austretende Gas von dem umgebenden Ringraum abgesaugt. Der umgebende Ringraum ist nicht in der Lage dem Auslegungsdruck des Schlauches zu widerstehen;
- Leckerkennung der inneren Leitung und einer äußeren Leitung, sofern vorhanden. Im Falle eines Lecks in der äußeren Leitung, gibt die Überwachung einen bestimmten Alarm an die Verladestation. Im Falle eines Lecks der inneren Leitung gibt die Überwachung einen Alarm an die Verladestation und das austretende Gas wird von der äußeren Leitung aufgenommen. Die äußere Leitung ist in der Lage, dem MAWP des Schlauchs im Schlauch mit Ringraum zu widerstehen.
- Im Fall einer Leckage des inneren Schlauchs während des Entladevorgangs muss die Schlauch-in-Schlauch-Architektur in Kombination mit dem Leckerkennungssystem jedes Risiko eines Verschüttens

von LNG in die Atmosphäre oder das Meerwasser verhindern. Das Leckerkennungssystem muss die Möglichkeit bieten, festzulegen, wann der Entladevorgang sicher fortgesetzt werden kann und wann das ESD1 aktiviert werden muss.

Schlauchleitungen ohne Ringraum:

Nicht alle Schlauchleitungen haben einen Ringraum, der entlang der gesamten Länge verläuft. In diesen Fällen darf eine Leckerkennung in der Nähe des Übergangs vorgesehen werden.

6.6.2 Anforderungen an die Brandsicherheit

Die Anforderungen an die Brandsicherheit müssen, sofern angegeben, gemeinsam zwischen Eigentümer und Hersteller vereinbart werden, siehe auch EN 1474-3:2008, 7.6.

6.6.3 Elektrische Sicherheitsanforderungen

Die Anforderungen an die elektrische Leitfähigkeit müssen gemeinsam zwischen Eigentümer und Hersteller vereinbart werden, siehe auch EN 1474-3:2008, 7.6.

6.7 Anschluss an das Schiff

Der Anschluss an das Schiff über die Sammelleitung erfolgt durch die Bedienung der LNG-Schlauchleitungen mithilfe der dafür bestimmten Anschlüsse an dem Schlauchsystem, siehe auch EN 1474-3:2008, Abschnitt 8.

6.8 Hydraulische und elektrische Überwachungssysteme

Alle Anforderungen an hydraulische und elektrische Überwachungssysteme, die den Schlauch betreffen, müssen vom Eigentümer festgelegt werden (Bezug auf EN ISO 16904:2008, Abschnitt 7).

7 Qualifizierungsanforderungen

7.1 Vorwort

Der Hersteller muss nachweisen, dass der Schlauch die Anforderungen dieser Norm erfüllt. Der Eigentümer kann die Qualifikationsdaten für die Schlauchleitung des Herstellers nutzen, um nachzuweisen, dass das Übergabesystem, das den Schlauch enthält, unter den Betriebs- und Umgebungsbedingungen, für die es im Rahmen seiner Anwendung ausgelegt ist, sicher funktionieren kann.

Aufgabe der IVA ist es, durch Überprüfung der technischen Dokumentation und Teilnahme an den Prüfungen das Risiko zu beurteilen, das:

- mit der von dem Eigentümer entwickelten Übergabesystemlösung verbunden ist.
- mit dem Hersteller in Bezug auf die Leistung der Schlauchleitung auf der Grundlage dieser Norm verbunden ist, und eine Bauartzulassungsbescheinigung auszustellen.

Der Hersteller muss dem Eigentümer nachweisen, dass die Schlauchleitung die Anforderungen dieser Norm erfüllt, indem er eine Bauartzulassungsbescheinigung und die technische Dokumentation vorlegt.

Die Bauartzulassungsbescheinigung der IVA kann durch einen technischen Bericht der IVA und Prüfberichte ergänzt werden.

7.2 Qualifizierungsprozess

7.2.1 Grundprinzip

Wenn ein neuer Schlauch ausgelegt/entwickelt werden soll, sollte(n) seine beabsichtigte(n) Anwendung(en) (siehe Anhang D: Richtlinien für die Auswahl von Schlauchqualifizierungs-Kategorien (HQC)) sollten definiert werden. Anschließend sollte das Prüfprogramm entwickelt werden. Es wird empfohlen, die Unterstützung der IVA in dieser Phase anzufordern, um ein für die IVA akzeptables Programm und akzeptable Anforderungen festzulegen, bevor mit den Prüfungen begonnen wird.

Sobald die Festlegung des Qualifizierungsprogramms abgeschlossen ist, sollte der Lieferant die IVA ansprechen, um die Qualifizierungskampagne zu überwachen.

Der Lieferant und die IVA sollten vereinbaren, welche Prüfungen die Teilnahme der IVA erfordern. Prüfverfahren und Abnahmekriterien sollten von dem Lieferanten bereitgestellt werden, bevor eine Prüfung durchgeführt wird.

Sobald das Prüfprogramm in Übereinstimmung mit den Anforderungen nach Abschnitt 7.2.2 dieser Norm abgeschlossen ist, stellt die IVA eine Bauartzulassungsbescheinigung aus, die Informationen zu dem geprüften Schlauch wie etwa geometrische Eigenschaften, betriebliche Nutzung, Anwendung, durchgeführte Prüfungen, vorlegte Dokumentation usw. enthalten muss.

Der Lieferant sollte dem Eigentümer die Bescheinigung und ihre gesamten Anhänge auf Wunsch zur Verfügung stellen.

Wenn bestimmte Prüfungen nicht nach der vorliegenden Norm durchgeführt wurden, muss der Lieferant der IVA ausreichende Dokumente vorlegen, um nachzuweisen, dass der Schlauch die Anforderungen in dieser Norm erfüllen würde und die Nichtausführung dieser Prüfungen akzeptabel ist. Die Zertifizierungsdokumentation muss auf alle von dem Lieferanten vorgelegten technischen Nachweise verweisen, die die Nichtausführung irgendeiner Prüfung erlauben; siehe Abschnitt 7.2.3 für weitere Einzelheiten.

Aus einer vollständigen Qualifizierung eines Schlauchs kann mithilfe der Anleitung in Abschnitt 7.2.3 "Definition des Zertifizierungsbereichs anhand eines geprüften Prototyps" eine Reihe von Zertifizierungen definiert werden.

7.2.2 Qualifikationsstufenspezifische Anforderungen

Die folgenden Prüfungen sind je nach von dem Hersteller gewählter Kategorie mindestens durchzuführen.

Tabelle 1 — Prüfungen für Schlauchqualifizierungskategorien

Prüfung	Abschnitt Nr.	HQC A	HQC B	HQC C
		J/N	J/N	J/N
Zugsteifigkeit	7.3.2.1	J	J	J
Verdrehsteifigkeit	7.3.2.2	J	J	J
Biegesteifigkeit	7.3.2.3	J	J	J
Schlauchdämpfung	7.3.2.4	N	J	J
Isolierungsprüfung	7.3.2.5	N	J	J
Auftrieb-/Untertauch- Prüfung	7.3.2.6	N	N	J
Kritischer Außendruck	7.3.2.7	N	N	J
Lecksuche mittels Druck	7.3.3.1	J	J	J
Druck- und Temperaturzyklus Prüfung	7.3.3.2	J	J	J
Berstprüfung	7.3.3.3	J	J	J
Stoß- und Quetschlastprüfung	7.3.3.4	J	J	J
Kriechprüfung	7.3.3.5	N	J	J
Zug- und Verdreh- Axialbetriebslast- prüfung	7.3.3.6	J	J	J
Biegeradiusprüfung	7.3.3.7	J	J	J
Ermüdungsprüfung	7.3.3.8	J	J	J
Durchflussprüfung	7.3.3.9	J	J	J
Prüfung der elektrischen Eigenschaften	7.3.3.10	J	J	J

Die Auswahl aller Werkstoffe und der zugehörigen Ausrüstung für tiefkalte Schlauchleitungen muss während des Qualifizierungsprozesses von der IVA validiert werden.

Die Qualifizierungskategorie wird in der von der IVA ausgestellten Bauartzulassungsbescheinigung angegeben.

Es können mehrere Qualifizierungen für dasselbe Produkt gewährt werden.

7.2.3 Festlegung des Zertifizierungsbereichs anhand einer geprüften Schlauchleitung

Die vollständige Qualifizierung einer Schlauchleitung darf auf einen Zertifizierungsbereich für verwandte Produkte oder Schlauchleistungen erweitert werden. Die Erweiterung jeder gegebenen Zertifizierung erfordert die Unterstützung der IVA, die die Bescheinigung ausgestellt hat.

Die Erweiterungsphilosophie basiert auf dem Konzept der Schlauchfamilie. Eine Schlauchfamilie ist eine Gruppe von Schläuchen innerhalb eines Bemessungsbereichs für Größen und Druck, die aus denselben Werkstoffarten, mit denselben Herstellungsprozessen und auf der Grundlage derselben Schlauchkonstruktion für eine HQC hergestellt wurden. Eine Schlauchfamilie besteht aus einem oder mehreren Vertretern der Schlauchfamilie und Schlauchvarianten. Ein Familienvertreter ist üblicherweise die Schlauchleitung, die dem vollständigen Qualifizierungsprogramm unterzogen wurde. Eine Schlauchvariante ist eine Schlauchleitung, deren Auslegung leicht von dem Vertreter der Schlauchfamilie abweicht, aber immer noch der Definition der gegebenen Schlauchfamilie entspricht.

Der Lieferant sollte zunächst festlegen, welches der/die Vertreter der Schlauchfamilie für die bestehende Zertifizierung sind. Ein solcher Schlauch wird dem vollständigen Qualifizierungsprogramm nach dieser Norm unterzogen worden sein. Im Anschluss an die Identifizierung fällt/fallen der/die neue(n) Schlauch/Schläuche, der/die für die Erweiterung der Zertifizierung vorgesehen ist/sind, unter eine Schlauchvariantenkategorie. Als solche sind sie Teil der Schlauchfamilie, werden aber nicht notwendigerweise dem vollständigen Qualifizierungsprogramm unterzogen. Falls die Schläuche nicht unter eine Schlauchvariantenkategorie fallen, gelten sie als Teil einer anderen Schlauchfamilie und müssen dem vollständigen Qualifizierungsprogramm unterzogen werden.

Die Erweiterungsphilosophie muss die aus einem Vertreter der Schlauchfamilie gewonnenen Erkenntnisse wie unter anderem Daten in Bezug auf das Verhalten und Erwägungen zum Grenzzustand nutzen, um die Prüfprogrammanforderungen für die Schlauchvariante festzulegen. Das für die Schlauchvariante vorgesehene eigene Prüfprogramm sollte zwischen dem Lieferanten und der IVA unter Berücksichtigung der folgenden Varianten vereinbart werden. Für den Qualifizierungsprozess siehe 7.2.1.

Der folgende Abschnitt listet wichtige Aspekte auf, die die IVA und der Lieferant vor der Qualifizierung von Schläuchen als Schlauchvariante(n) berücksichtigen sollten:

- Wie weit der Schlauch im Hinblick auf die Größe und andere Eigenschaften wie etwa den Nenndruck von dem/den Vertreter(n) der Schlauchfamilie abweicht
- Die Möglichkeit, dass durch den/die identifizierten Unterschied(e) der Auslegung neue Ausfallmechanismen ausgelöst werden
- Die Verfügbarkeit einer Methodik des Lieferanten zur Vorhersage des Schlauchverhaltens unter extremen und/oder Ermüdungsbetriebsbedingungen. In letzterem Fall muss die Korrelation mit den (vollumfänglichen) Prüfungen und der Theorie von der IVA geprüft und validiert werden.
- Unterschied in der Spezifikationskategorie
- Unterschied in den Betriebsbedingungen

In Abschnitt 8 sind einige zusätzliche Anforderungen angegeben.

Sobald das Prüfprogramm für die Schlauchvariante bestimmt wurde, muss es ausgeführt werden. Nach erfolgreichem Abschluss wird der Zertifizierungsbereich in Verbindung mit der Schlauchfamilie um die Schlauchvariante erweitert.

7.2.4 Erweiterung und Aktualisierung von Zertifizierungen

Aus allgemeiner Sicht darf ein bestehender Zertifizierungsbereich vorbehaltlich der Beurteilung neuer vom Hersteller vorgelegter Nachweise durch die IVA um eine oder alle Schlauchfamilien erweitert werden. Ein solcher Nachweis darf aus neuen Ergebnissen (entsprechend dem gesamten ursprünglichen Qualifizierungsprogramm oder Teilen desselben) oder neuen Begründungen bestehen. Die Beurteilung dieser neuen Nachweise muss Abschnitt 7.2.2 bis 7.2.3 entsprechen.

Der Hersteller muss die Zertifizierungsdokumente überprüfen und die IVA muss die Bauartzulassungsbescheinigungen aktualisieren.

7.3 Prüfungen von Schlauchleitungen

7.3.1 Allgemeines

7.3.1.1 Sicherheitserwägungen

Zusätzlich zu den nachfolgend beschriebenen Prüfanordnungen sollten spezifische Risikobewertungen auf der Grundlage der tatsächlichen Prüfanordnung in der Einrichtung des Herstellers oder dem Labor vorgenommen werden.

Es wird empfohlen, redundante Druckmesseinrichtungen zu verwenden, um eine überhöhte Druckbeaufschlagung zu vermeiden.

7.3.1.2 Prüfflüssigkeiten

Diese Norm legt die Druckbeaufschlagung von Schläuchen bei Umgebungs- und tiefkalter Temperatur fest. Aus Sicherheitsgründen wird angenommen, dass die Druckbeaufschlagung mit Flüssigkeiten erfolgt. Für die Prüfung bei Umgebungstemperatur wird üblicherweise Wasser und für die Prüfung bei tiefer Temperatur Flüssigstickstoff verwendet. Andere Flüssigkeiten können jedoch ebenfalls akzeptabel sein. Einige Prüfungen dürfen vorbehaltlich des Prüfungszwecks und der Prüfsicherheit mit Gas ausgeführt werden. Für den weiteren Text dieser Norm wird angenommen, dass die Prüfungen mit Wasser und Flüssigstickstoff durchgeführt werden. Falls der Lieferant hiervon abweichen möchte, muss dies von der IVA validiert werden.

7.3.1.3 Druck- und Temperaturanforderungen

Die Druck- und Temperaturanforderungen sind:

- Der Prüfdruck muss mindestens dem festgelegten Prüfdruck entsprechen.
- Prüftemperaturanforderungen:
 - Für Prüfungen bei Umgebungstemperatur:
 - Für die äußere Schlauchoberfläche: keine besondere Anforderung; die Temperatur der äußeren Oberfläche ist aufzuzeichnen
 - Für die Außenlufttemperatur: keine besondere Anforderung; die Lufttemperatur ist aufzuzeichnen
 - Für die Prüfflüssigkeit: keine besondere Anforderung; die Temperatur der Prüfflüssigkeit ist aufzuzeichnen
 - Die Differenz zwischen den obigen aufgezeichneten Temperaturen darf nicht mehr als 25 °C betragen.
 - Für tiefkalte Prüfungen:
 - Für die äußere Schlauchoberfläche: keine besondere Anforderung; die Temperatur der äußeren Oberfläche ist aufzuzeichnen
 - Für die Temperatur der Prüfflüssigkeit: weniger als –160 °C, außer für die Durchflussprüfung und die Berstprüfung.

— Für die Außenlufttemperatur: keine besondere Anforderung; die Lufttemperatur ist aufzuzeichnen

Die Prüfung kann beginnen, sobald die Probe den thermischen Beharrungszustand nach den Temperaturfühlern an der äußeren Schlauchoberfläche und den Endanschlüssen erreicht hat.

Wenn der Schlauch thermisch isoliert ist (d. h. der innere Schlauch im Fall eines Schlauchs im Schlauch mit Ringraum), kann die Prüfung beginnen, sobald der isolierte Schlauch den thermischen Beharrungszustand erreicht hat. Dies sollte vorzugsweise durch Temperaturfühler an der äußeren Oberfläche und den Endanschlüssen des isolierten Schlauchs beurteilt werden.

Der Beharrungszustand der Schlauchleitung gilt als erreicht, wenn:

Die aufgezeichneten Temperaturen innerhalb von 10 min um weniger als 5 °C sinken.

Alternativ und wenn eine vernünftige Messung des thermischen Beharrungszustands mit Temperaturfühlern nicht möglich ist, gilt der thermische Beharrungszustand der Schlauchleitung als erreicht, wenn der Siedeverlust des Flüssigstickstoffs oder LNG nach dem Abkühlprozess erheblich gesunken ist und die niedrige Siedeverlustrate für mindestens 10 min stabil ist.

Wenn der thermische Beharrungszustand auf andere Weise beurteilt wird, muss das Verfahren von IVA validiert werden.

7.3.1.4 Anforderungen an die Genauigkeit der Messeinrichtung

Die für die Inspektion, Prüfung oder Untersuchung verwendete Einrichtung oder andere Einrichtung muss identifiziert, kontrolliert, kalibriert und in vorgegebenen Intervallen in Übereinstimmung mit den dokumentierten Anweisungen des Herstellers und einer anerkannten Industrienorm (z. B. ISO 10012 oder vergleichbar) eingestellt werden, um den erforderlichen Genauigkeitsgrad aufrechtzuerhalten.

Die Ungenauigkeit der Kontroll- und Aufzeichnungsinstrumente muss weniger als 5 % im entsprechenden vollständigen Bereich betragen.

Kalibrierungsbescheinigungen sind der IVA vorzulegen.

7.3.2 Prüfungen zur Charakterisierung der Schlaucheigenschaften

7.3.2.1 Zugsteifigkeit

Zweck dieser Prüfung ist es, die axiale Zugsteifigkeit der Schlauchleitung für die folgenden Lastbedingungen zu prüfen:

Tabelle 2 — Lastbedingungen für die Prüfung der Zugsteifigkeit

Prüfnummer	Prüftemperatur	Konstantdruck	Axiallast (variierend)	Bemerkung, weitere Anforderung
1	Umgebung	0; 5; 10,5 barg; MAWP	von 0 zu MWL und von MWL zu 0	z-Rotation nicht eingeschränkt
2	Tiefkalt			

Das Prüfprinzip ist in Bild 5 dargestellt.

Die Länge der Prüfprobe muss mindestens dem 4-fachen Innendurchmesser entsprechen.

Die Grenzbedingungen sind in Tabelle 3 angegeben.

Für jede Prüfung muss die variierende Last mindestens 3-mal aufwärts und abwärts angewendet werden, um Hysterese zu berücksichtigen.

Die Prüfgeschwindigkeit in mm/min muss konstant sein und ein Lastzyklus muss mindestens 2 min von 0 zu MWL und von MWL zu 0 dauern.

Die folgenden Parameter sind mindestens zu messen und aufzuzeichnen:

- Zustand des inneren Schlauchs: Druck; Temperatur (mindestens 2 Positionen)
- Primäre Prüfdaten: Axiallast, Dehnung des Körpers der Schlauchleitung und Rotation des flexiblen Schlauchteils
- Sekundäre Prüfdaten: Temperatur der Schlauchoberfläche und Endanschlüsse

Tabelle 3 — Grenzbedingungen für die Axialprüfungen

Lage	X	y	Z	rot x	rot y	rot z
Flansch A	fest	fest	fest	fest	fest	fest
Flansch B	fest	fest	angetrieben	"fest"	"fest"	Frei

"fest" = keine besonderen Maßnahmen erforderlich
frei/angetrieben = der Schlauch kann sich frei bewegen oder es wird eine Last in der zu prüfenden Richtung angewendet

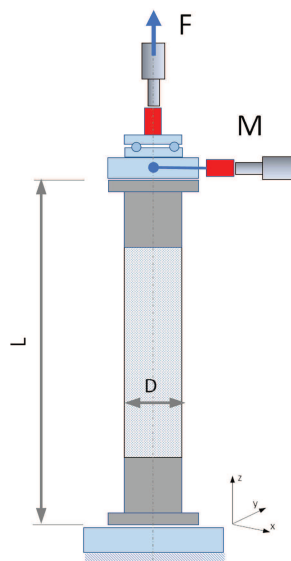


Bild 5 — Prinzip der Prüfanordnung für die Zug- und Verdrehprüfung

Alternativ muss eine vergleichbare Prüfanordnung mit der IVA vereinbart werden.

Für jede der Prüfungen ist die Axialsteifigkeit des Schlauchs in Abhängigkeit von dem Druck und der Axiallast für die folgenden Axiallasten bei 0, 0,2xMWL, 0,4xMWL, 0,6xMWL, 0,8xMWL und MWL anzugeben.

Die Mittelwerte aus dem dritten Zyklus (aufwärts und abwärts) werden separat angegeben.

Die Prüfung ist zerstörungsfrei.

Nach Abschluss dieser Prüfung darf kein dauerhafter Schaden festgestellt werden.

Anmerkung: Diese Prüfung kann mit der Prüfung nach Abschnitt 7.3.3.7 "Prüfung der betrieblichen Zug- und Verdreh-Axiallast" kombiniert werden.

7.3.2.2 Verdrehsteifigkeit

Diese Prüfung dient dazu, die Verdrehsteifigkeit des Schlauchs für die folgenden Lastbedingungen zu messen:

Tabelle 4 — Lastbedingungen für die Prüfung der Verdrehsteifigkeit

Prüfnummer	Prüftemperatur	Druck (in barg)	Verdrehung zyklus (variierend)	Bemerkung, weitere Anforderung
3	Umgebung	0; 5; 10,5; MAWP	Von 0 zu MAAT und von MAAT zu 0	1. Zyklus: Gegen den Uhrzeigersinn
4	Tiefkalt			2. Zyklus: Im Uhrzeigersinn

Das L/D der Probe muss ≥ 4 betragen.

Die Grenzbedingungen sind festgelegt in

Für jede Prüfung muss die variierende Verdrehung mindestens 3-mal angewendet werden, um Hystereseeinflüsse zu eliminieren.

Die Prüfgeschwindigkeit in mm/min muss konstant sein und ein Lastzyklus muss mindestens 2 min von 0 zu MAAT und von MAAT zu 0 dauern.

Die folgenden Parameter sind mindestens zu messen und aufzuzeichnen:

- Zustand des inneren Schlauchs: Druck; Temperatur (mindestens 2 Positionen)
- Primäre Prüfdaten: Druck, Verdrehlast, Dehnung und Rotation des flexiblen Schlauchteils
- Sekundäre Prüfdaten: Temperatur der Schlauchoberfläche und Endanschlüsse

Tabelle 5 — Grenzbedingungen für Verdrehprüfungen

Lage	x	y	z	rot x	rot y	rot z
unterer Flansch	fest	fest	fest	fest	fest	fest
oberer Flansch	fest	fest	frei	"fest"	"fest"	angetrieben
"fest" = keine besonderen Maßnahmen erforderlich frei/angetrieben = der Schlauch kann sich frei bewegen oder es wird eine Last in der zu prüfenden Richtung angewendet						

Für jede Prüfung ist die Verdrehsteifigkeit des Schlauchs in Abhängigkeit von dem Druck und der Verdrehlast für die folgenden Verdrehlasten anzugeben: 0, 0,25xMAAT, 0,5xMAA, MAAT, 0,25-MAAT, 0,5x-MAAT und -MAAT

Die Mittelwerte aus dem dritten Zyklus (aufwärts und abwärts) werden separat angegeben.

Die Prüfung ist zerstörungsfrei.

Nach Abschluss dieser Prüfung darf kein dauerhafter Schaden festgestellt werden.

Anmerkung: Diese Prüfung kann mit den Prüfungen nach Abschnitt 7.3.3.6 "Prüfung der betrieblichen Zug- und Verdreh-Axiallast" kombiniert werden.

7.3.2.3 Biegesteifigkeit

Diese Prüfung dient dazu, die Biegesteifigkeit des Schlauchs für die folgenden Lastbedingungen zu messen:

Tabelle 6 — Lastbedingungen für die Prüfung der Biegesteifigkeit

	Prüftemperatur	Druck (in barg)	Biegeradius (variierend)	Bemerkung
5	Umgebung	0; 5; 10,5; MAWP	Von 0 zu MBR & von MBR zu 0	
6	Tiefkalt			

Zwischen dem Hersteller und der IVA vereinbarte alternative Prüfanordnungen dürfen nicht ausgeschlossen werden.

Die am besten geeignete Prüfanordnung ist hinsichtlich der Eignung im Vergleich zur Schlauchtechnologie auszuwählen. Es ist akzeptabel, die Biegung je nach Wirkung der Biegekräfte auf das Produkt nur in bestimmten Bereichen der Schlauchleitung anzuwenden.

Es wird darauf hingewiesen, dass das Biegemoment aufgrund der Auswirkungen der Endanschlüsse der Prüfanordnung und anderer Faktoren möglicherweise nicht konstant ist. Die IVA muss die Relevanz der berichteten Biegesteifigkeitsmessung sicherstellen.

Das L/D der Probe muss ≥ 4 betragen.

Die Grenzbedingungen sind in Tabelle X angegeben.

Die variierende Last muss für jede Prüfung mindestens 3-mal angewendet werden, um Hystereseeinflüsse zu eliminieren.

Die folgenden Parameter sind mindestens zu messen und aufzuzeichnen:

- Zustand des inneren Schlauchs: Druck; Temperatur (mindestens 2 Positionen)
- Primäre Prüfdaten: Druck, Biegemoment, Krümmung des flexiblen Schlauchteils
- Sekundäre Prüfdaten: Temperatur der Schlauchoberfläche und Endanschlüsse

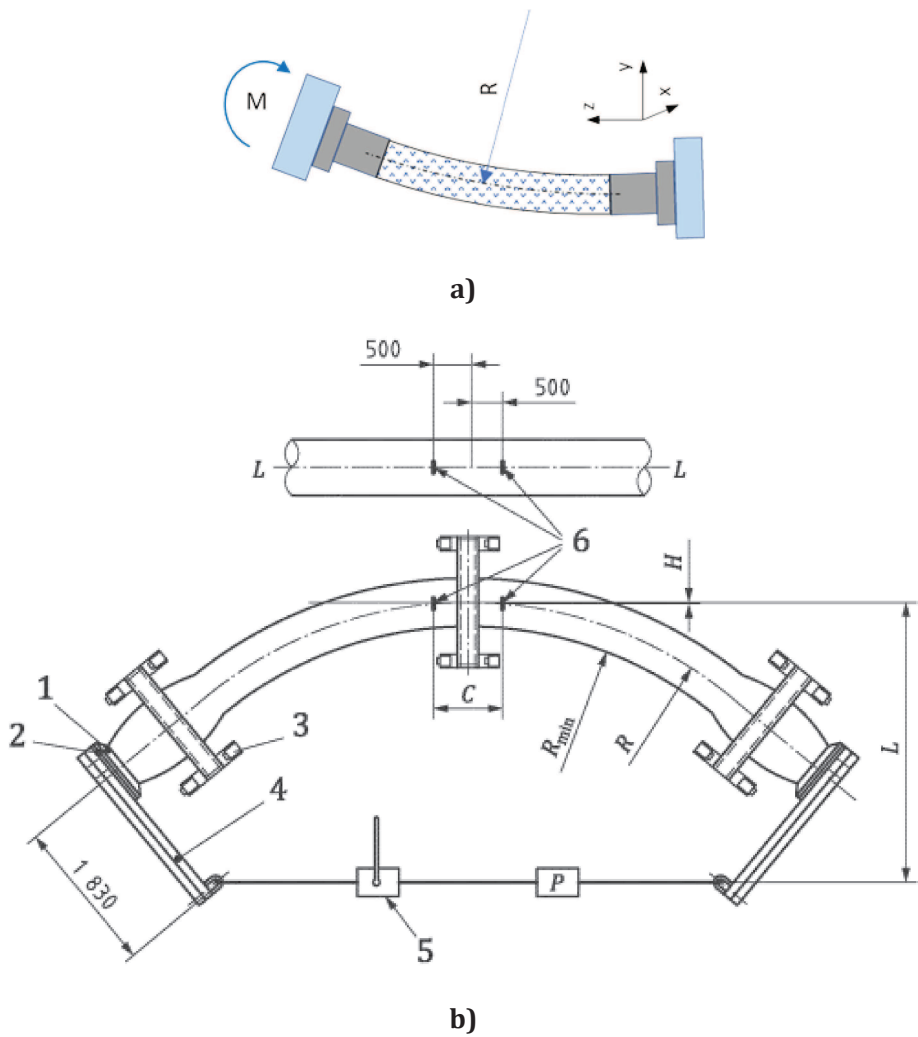


Bild 6 — Prinzip der Prüfanordnung zur Messung der Biegesteifigkeit

Tabelle 7 — Grenzbedingungen für Biegeprüfungen

Ort	x	y	Z	rot x	rot y	rot z
Rechter Flansch	fest	fest	fest	fest	fest	fest
Linker Flansch	fest	frei	frei	angetrieben	frei	frei
"fest" = keine besonderen Maßnahmen erforderlich frei/angetrieben = der Schlauch kann sich frei bewegen oder es wird eine Last in der zu prüfenden Richtung angewendet						

Für jede Prüfung ist die Biegesteifigkeit des Schlauchs in Abhängigkeit von Druck und Krümmung für die folgenden Krümmungswerte bei 0, 0,2xMBR, 0,4xMBR, 0,6xMBR, 0,8xMBR und MBR anzugeben.

Die Mittelwerte aus dem dritten Zyklus (aufwärts und abwärts) werden separat angegeben.

Die Prüfung ist zerstörungsfrei.

Nach Abschluss dieser Prüfung darf kein dauerhafter Schaden festgestellt werden.

ANMERKUNG In dieser Prüfung können Erwägungen zum NBR bei 0 barg als optionale Charakterisierungsdaten verwendet werden (siehe Anhang B).

Diese Daten könnten relevant sein, um ein besseres Verständnis der Eigenschaften von für den Betrieb im dauerhaften Anschluss vorgesehenen Schlauchleitung zu erlangen.

7.3.2.4 Schlauchdämpfung

Dämpfungsdaten sind wichtige Informationen für die Auslegung eines Systems und diese Prüfung muss ohne verfügbare Informationen aus früheren Prüfungen oder praktische Erfahrungen durchgeführt werden.

Diese Prüfung dient dazu, die Dämpfung des Schlauchs unter Biegung für die folgenden Lastbedingungen zu bestimmen:

Tabelle 8 — Lastbedingungen für die Schlauchdämpfungsprüfung

	Prüftemperatur	Druck	Bemerkung
7	Umgebung	0; 5 barg; 10,5; MAWP	Hängender Schlauch
8	Tiefkalt		

Ein Schlauch wird aufgehängt und die Unterseite kann frei als Pendel schwingen.

Mehrere Konfigurationen sind möglich, um die Prüfanordnung auch für andere Prüfungen nutzen zu können, siehe Bild 6:

- ein gerader Schlauch unter Verwendung der Prüfanordnung für Axialsteifigkeit oder Wärmeeindringung
- ein Schlauch in U-Form mit zwei vertikalen Abschnitten.

Die Hauptschwingbewegung muss durch eine flache Biegeverformung verursacht werden. Aus diesem Grund muss das L/D der Probe ≥ 10 betragen.

Die Grenzbedingungen für den/die Flansch(e), an denen der Schlauch mit 6 Freiheitsgraden hängend befestigt wird.

Sobald der Schlauch die erforderliche Prüftemperatur hat und mit dem erforderlichen Druck beaufschlagt wurde, wird der untere Teil des Schlauchs aus der Ebene verschoben und anschließend losgelassen, sodass er mit der geringsten Eigenfrequenz uneingeschränkt entlang der gesamten Länge schwingen kann.

Die exponentielle Abnahme der Schwingungsamplitude ist zu messen. Die Prüfung ist 3-mal für jede Temperatur-Druck-Bedingung zu messen.

Anmerkung: Die optionale Dämpfung höherer Eigenfrequenzen darf mit einem Impulshammer bestimmt werden.

Die folgenden Parameter sind mindestens zu messen und aufzuzeichnen:

- Innere Schlauchbedingungen: Druck, Temperatur
- Primäre Prüfdaten: Verschiebung aus der Ebene oder Beschleunigung

Das durchschnittliche Dämpfungsverhältnis für jede Temperatur-Druck-Bedingung ist anzugeben. Die Prüfung ist zerstörungsfrei.

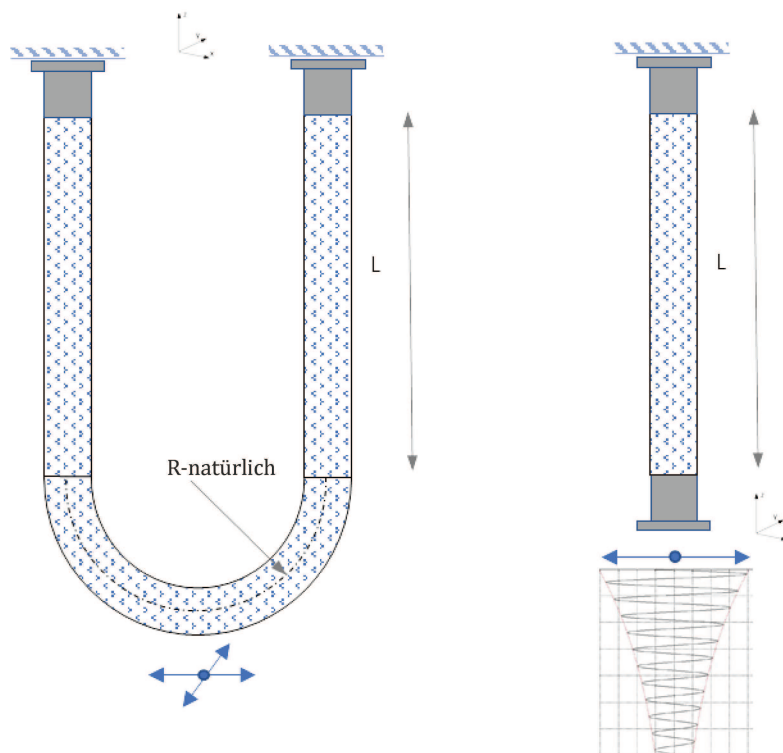


Bild 7 — Zwei mögliche Prinzipien für die Prüfanordnung zur Messung der Schlauchdämpfung

7.3.2.5 Isolierungsprüfung

Diese Prüfung dient dazu, den Wärmeverlust des Schlauchs pro Meter Länge mit Ausnahme der Endanschlüsse unter verschiedenen bekannten inneren und äußeren Temperaturbedingungen des Folgenden zu messen:

- Der gesamten Länge der Schlauchleitung einschließlich der Endanschlüsse oder
- den Schlauch pro Meter Länge ohne die Endanschlüsse, wenn der Schlauch in verschiedenen Längen geliefert werden kann

Tabelle 9 — Lastbedingungen der Isolierungsprüfung

	Prüftemperatur	Druck	Äußere Bedingung	Bemerkung
9	Tiefkalt	0 barg	Umgebungsluft	

Das Prüfprinzip ist in Bild 8 dargestellt.

Wenn Teilschlauchlängen als Proben verwendet werden, müssen die Endanschlüsse thermisch isoliert werden, um ihren Einfluss auf das Prüfergebnis zu minimieren.

Da die Siedetemperatur und Verdunstungswärme von LN₂ bekannt ist, ist der GN₂-Durchfluss ein Messwert für die thermischen Eigenschaften.

Die GN₂-Temperatur vor dem Gasdurchflusszähler muss ebenfalls gemessen werden, außer wenn diese aufgrund der Prüfanordnung als der Umgebungstemperatur entsprechend angenommen werden kann.

Das L/D der Probe muss ≥ 10 betragen.

Der thermische Beharrungszustand der Schlauchprobe muss erreicht worden sein, bevor mit der Prüfung nach Abschnitt 7.3.1.2 begonnen werden kann.

Der Gasdurchfluss muss über einen Zeitraum von 5 min gemessen werden.

Die Messung basiert auf dem mittleren Bereich der Schlauchleitung und der Einfluss auf den Endanschluss muss minimiert werden.

Die thermischen Isolierungseigenschaften der Werkstoffe der Endanschlusskomponenten müssen der IVA mitgeteilt werden.

Anmerkung: Der Einfluss der Endanschlüsse und potenzielle weitere Prüfungen werden in Anhang B behandelt.

Die folgenden Parameter sind mindestens zu messen und aufzuzeichnen:

- Zustand des inneren Schlauchs: Druck; Temperatur (mindestens 3 Positionen)
- Primäre Prüfdaten: Gasdurchfluss, Temperatur der äußeren Schlauchoberfläche, Lufttemperatur und Luftgeschwindigkeit
- Außentemperatur
- Äußere Windgeschwindigkeit

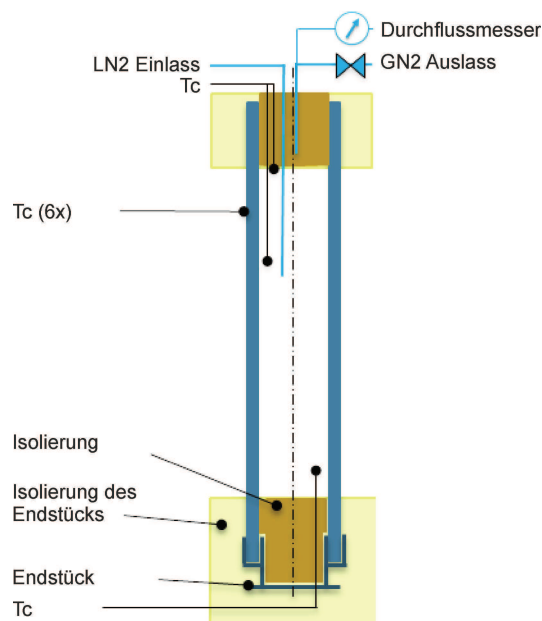


Bild 8 — Prinzip der Prüfanordnung der Isolierungsprüfung

Für jede Prüfung muss der Wärmeverlust in W oder W/m für eine vollständige Schlauchlänge oder Teillänge angegeben werden.

Wenn der Einfluss der Endanschlüsse auf die Wärmeeindringung auf andere Weise beurteilt wird, muss das Verfahren von IVA validiert werden.

Die Prüfung ist zerstörungsfrei.

7.3.2.6 Auftrieb / Gewicht unter Auftrieb

Die Auftriebsberechnung dient dazu, nachzuweisen, dass der Auftrieb des Schlauchs oder der Schlauchleitung ausreichend für eine schwimmende Anwendung ist, und muss von dem Hersteller angegeben werden.

Die Definition des Gewichts unter Auftrieb dient als Grundlage für die erste Auslegung.

Diese Information kann durch Prüfungen oder Berechnungen ermittelt werden. Der Auftriebswert sollte vorzugsweise aus Messungen abgeleitet werden.

Die folgende Formel ist zu verwenden:

$$Buoyancy, hose assembly full [\%] = 100 \times \frac{W_{displaced\ water} - W_{Hose\ assembly, full}}{W_{Hose\ assembly, full}}$$

$$Buoyancy, hose assembly full [\%] = 100 \times \frac{W_{displaced\ water} - W_{Hose\ assembly, empty}}{W_{Hose\ assembly, empty}}$$

Dabei ist

$W_{displaced\ water}$	das Gewicht des verdrängten Wassers bei vollständig untergetauchter Schlauchleitung. Es entspricht dem äußeren Volumen der Schlauchleitung multipliziert mit der Wasserdichte. Der Hersteller muss die berücksichtigte Wasserdichte angeben.
$W_{hose\ assembly, full}$	das Gewicht der mit LNG gefüllten Schlauchleitung. Der Hersteller muss die berücksichtigte LNG-Dichte angeben.
$W_{hose\ assembly, empty}$	das Gewicht der leeren Schlauchleitung.

7.3.2.7 Kritischer Außendruck

Die Prüfung des Untertauchens (hydrostatischer Druck — nur für Schlauchleitung unter Wasser) dient zum Nachweis, dass der Schlauch in der Lage ist, den hydrostatischen Druck von Meerwasser bei seiner maximal angegebenen Tiefe zu überstehen.

Der leere, gerade und abgedichtete Schlauch wird bis zum 1,3-fachen des mit seiner maximalen Bemessungstiefe verbundenen hydrostatischen Drucks für 1 Stunde untergetaucht. Der Schlauch darf nicht kollabieren oder auf andere Weise beschädigt werden.

7.3.3 Qualifizierungsprüfungen mit Abnahmekriterien

7.3.3.1 Leckprüfung mittels Druck

Diese Prüfung dient dazu, nachzuweisen, dass die Schlauchleitung mit Endkappen den Prüfdruck ohne Leckage bei Umgebungs- und tiefkalter Temperatur unterstützen kann:

Tabelle 9 — Lastbedingungen der Leckprüfung mittels Druck

	Prüftemperatur	Mindestprüfdruck	Dauer bei Prüfdruck	Bemerkung
10	Umgebung	PP = 1,5x MAWP	4 h	
11	Tiefkalt	PP = 1,5x MAWP	4 h	

Das Prüfprinzip ist in Bild 9 dargestellt.

Das L/D der Probe muss ≥ 4 betragen.

Umgebungsprüfung:

Für die Umgebungsprüfung muss der Schlauch mit Wasser druckbeaufschlagt werden.

Der Schlauch muss zunächst zweimal mit bis zu 0,7 barg druckbeaufschlagt werden, um seine Ausgangslänge zu bestimmen.

Anschließend wird der Prüfdruck nach der Verfahrensanweisung des Herstellers angewendet. Der Druck muss stabilisiert werden. Die Stabilisierungsanforderung wird nach der dokumentierten Verfahrensanweisung des Herstellers eingestellt.

Nach der Stabilisierung muss der Schlauch für 4 h von der Druckquelle isoliert werden.

Während des Zeitraums von 4 h:

- Darf keine Flüssigkeit austreten

Nach dem Zeitraum von 4 h:

- Kein Druckabfall von mehr als 4 % MAWP barg, sofern dieser nicht nachweislich Temperaturschwankungen geschuldet ist.
- Der Endprüfdruck darf nicht unter dem Mindestprüfdruck liegen.

Tiefkalte Prüfung:

Für die tiefkalte Prüfung muss der Schlauch mit flüssigem Stickstoff druckbeaufschlagt werden.

Der Schlauch muss zunächst nach der Verfahrensanweisung des Herstellers heruntergekühlt werden. Sobald sich die Schlauchtemperatur stabilisiert hat, muss der Schlauch zweimal mit bis zu 0,7 barg druckbeaufschlagt werden, um seine Ausgangslänge zu bestimmen. Anschließend wird der Prüfdruck angewendet und für 4 Stunden gehalten.

Die Prüfanordnung muss sicherstellen, dass die Probe während dieses Zeitraums mit Flüssigkeit befüllt bleibt.

Zur Erkennung von Leckage ist ein geeignetes Gerät zu verwenden.

Die Prüfung wird nach der Prüfverfahrensanweisung des Herstellers durchgeführt.

Die Permeabilitätsrate über die gesamte Länge der Schlauchprobe darf nicht mehr als 0,5 l/min Stickstoffgas bei Umgebungstemperatur und -druck pro m² der benetzten Oberfläche betragen.

Bei Schlauchleitungen mit Ringraum und Isolierungsvakuum ist es möglich, der Prüfflüssigkeit gasförmiges Helium beizumischen und einen mit dem Vakuumpumpenanschluss verbundenen Heliumleckdetektor zu verwenden. Wenn die von dem Heliumleckdetektor gemessene Permeabilitätsrate besser als 10^{-7} mbar·l/s ist, kann die Leckprüfung akzeptiert werden.

Die folgenden Parameter sind mindestens zu messen und aufzuzeichnen:

- Zustand des inneren Schlauchs: Druck; Temperatur (mindestens 2 Positionen)
- Primäre Prüfdaten: Druck, Schlauchdehnung, Leckage
- Sekundäre Prüfdaten: Schlauchoberflächen- und Endanschlusstemperatur, Lufttemperatur

Tabelle 10 — Grenzbedingungen für die Umgebungs- und tiefkalten Druckprüfungen

Ort	x	J	z	rot x	rot y	rot z
rechter Flansch	frei	fest	fest	fest	fest	fest
linker Flansch	fest	frei	frei	frei	frei	frei
“fest” = keine besonderen Maßnahmen erforderlich frei/angetrieben = der Schlauch kann sich frei bewegen oder es wird eine Last in der zu prüfenden Richtung angewendet						

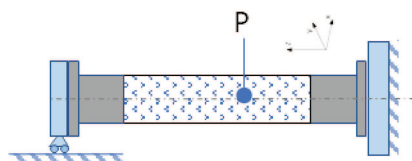


Bild 9 — Prinzip der Umgebungs- und tiefkalten Druckprüfungen

Die folgenden Längenmessungen sind durchzuführen, um die Dehnungen zu bestimmen:

- Direkt vor der Druckbeaufschlagung mit Prüfdruck (0,7 barg)
 - L_0 = Ausgangslänge
- Zwischen 3 h 30 und 4 h 00 bei Prüfdruck
 - L_1 = Länge unter Druck
- nach 4 h zurück zu 0,7 barg und 15 min halten
 - L_2 = Endlänge

Vorübergehende Dehnung = $(L_1 - L_0) / L_0$

Dauerhafte Dehnung = $(L_2 - L_0) / L_0$

Die Prüfung ist zerstörungsfrei.