

Internationaler Code für den  
Bau und die Ausrüstung von Schiffen  
zur Beförderung verflüssigter Gase  
als Massengut  
(IGC-Code)

Vom 22. Mai 2014

Sonderdruck des Verkehrsblatt  
VkBl. 2016 S. 67  
(MSC.370(93))

zuletzt geändert durch MSC.441(99)  
VkBl. Heft 7-2019  
Stand: März 2019

Herausgegeben von der Dienststelle Schiffssicherheit der BG Verkehr  
im Auftrage des Bundesministers für Verkehr und digitale Infrastruktur

**ENTSCHLIESSUNG MSC.370(93)**

(angenommen am 22. Mai 2014)

**ÄNDERUNGEN DES INTERNATIONALEN CODES FÜR DEN BAU UND  
DIE AUSRÜSTUNG VON SCHIFFEN ZUR BEFÖRDERUNG  
VERFLÜSSIGTER GASE ALS MASSENGUT  
(IGC-CODE)**

DER SCHIFFSSICHERHEITSAUSSCHUSS,

GESTÜTZT AUF Artikel 28 Buchstabe b des Übereinkommens über die Internationale Seeschiff-fahrts-Organisation betreffend die Aufgaben des Ausschusses,

UNTER HINWEIS AUF EntschlieÙung MSC.5(48), mit welcher er den Internationalen Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut (im Folgenden als „IGC-Code“ bezeichnet) angenommen hat, der nach Kapitel VII des Internationalen Übereinkommens von 1974 zum Schutz des menschlichen Lebens auf See (SOLAS) (im Folgenden als „das Übereinkommen“ bezeichnet) verbindlich wurde,

FERNER UNTER HINWEIS AUF Artikel VIII Buchstabe b und Regel 11.1 des Kapitels VII des Übereinkommens, die das Verfahren zur Änderung des IGC-Codes betreffen,

NACH der auf seiner dreiundneunzigsten Sitzung erfolgten PRÜFUNG der nach Artikel VIII Buchstabe b Ziffer i des Übereinkommens vorgeschlagenen und weitergeleiteten Änderungen des IGC-Codes

1 BESCHLIESST nach Artikel VIII Buchstabe b Ziffer iv des Übereinkommens Änderungen des IGC-Codes, deren Wortlaut in der Anlage der vorliegenden EntschlieÙung wiedergegeben ist;

2 BESTIMMT nach Artikel VIII Buchstabe b Ziffer vi Absatz 2 Doppelbuchstabe bb des Übereinkommens, dass die Änderungen des IGC-Codes als am 1. Juli 2015 angenommen gelten, sofern nicht vor diesem Datum entweder mehr als ein Drittel der Vertragsregierungen des Übereinkommens oder Vertragsregierungen, deren Handelsflotten insgesamt mindestens fünfzig v. H. der Bruttoreaumzahl der Welthandelsflotte ausmachen, der Organisation ihren Einspruch gegen die Änderungen mitgeteilt haben;

3 FORDERT die Vertragsregierungen AUF, zur Kenntnis zu nehmen, dass die Änderungen des IGC-Codes nach Artikel VIII Buchstabe b Ziffer vii Absatz 2 des Übereinkommens nach ihrer Annahme nach Absatz 2 oben am 1. Januar 2016 in Kraft treten;

4 ERSUCHT den Generalsekretär im Einklang mit Artikel VIII Buchstabe b Ziffer v des Übereinkommens, allen Vertragsregierungen des Übereinkommens beglaubigte Abschriften der vorliegenden EntschlieÙung und den Wortlaut der in der Anlage enthaltenen Änderungen des IGC-Codes zu übermitteln;

5 ERSUCHT den Generalsekretär FERNER, Mitgliedern der Organisation, die nicht Vertragsregierungen des Übereinkommens sind, Abschriften dieser EntschlieÙung und ihrer Anlage zu übermitteln.

ANLAGE

**ÄNDERUNGEN DES INTERNATIONALEN CODES FÜR DEN BAU UND  
DIE AUSRÜSTUNG VON SCHIFFEN ZUR BEFÖRDERUNG  
VERFLÜSSIGTER GASE ALS MASSENGUT  
(IGC-CODE)**

Der gesamte Wortlaut des IGC-Codes wird durch nachstehenden Wortlaut ersetzt:

**INHALTSVERZEICHNIS**

	Seite		Seite
Präambel .....	5	Anhang 1	Muster des Stoffdaten-Berichtes des IGC-Codes..... 191
Kapitel 1 Allgemeines .....	7	Anhang 2	Muster des Internationalen Zeugnisses über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut..... 195
Kapitel 2 Schwimmfähigkeit des Schiffes im Leckfall und Anordnung der Ladetanks .....	21	Anhang 3	Beispiel eines Nachtrags zum Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut .....
Kapitel 3 Schiffseinteilung.....	36		204
Kapitel 4 Ladungsbehältersystem .....	47	Anhang 4	Nichtmetallische Werkstoffe..... 205
Kapitel 5 Prozeßdruckbehälter und Flüssigkeits-, Dampf- und Druck-Rohrleitungssysteme .....	90	Anhang 5	Norm für die Anwendung von Grenz-zustand-Methodologien beim Entwurf von Ladungsbehältersystemen neuartiger Bauart .....
Kapitel 6 Konstruktionswerkstoffe und Qualitätskontrolle .....	106		213
Kapitel 7 Druck- und Temperaturregelung der Ladung .....	121		
Kapitel 8 Abblasesysteme für das Ladungsbehältersystem .....	125		
Kapitel 9 Überwachung der Atmosphäre im Ladungsbehältersystem.....	133		
Kapitel 10 Elektrische Anlagen .....	135		
Kapitel 11 Brandschutz und Feuerlöschung .....	137		
Kapitel 12 Künstliche Lüftung im Ladungsbereich .....	142		
Kapitel 13 Instrumentierung und Automations-systeme .....	144		
Kapitel 14 Schutz des Personals .....	152		
Kapitel 15 Füllgrenzen für Ladetanks .....	154		
Kapitel 16 Verwendung von Ladung als Brennstoff.....	156		
Kapitel 17 Besondere Anforderungen .....	163		
Kapitel 18 Betriebsvorschriften .....	177		
Kapitel 19 Zusammenstellung der Mindestanforderungen .....	187		

---

## Präambel

1 Zweck dieses Codes ist es, eine internationale Norm für die sichere Beförderung auf See der in Kapitel 19 aufgeführten verflüssigten Gase und bestimmter anderer Stoffe als Massengut zu erstellen. Durch Berücksichtigung der beförderten Stoffe schreibt er die Normen für den Entwurf und den Bau der eingesetzten Schiffe und für die von ihnen mitzuführende Ausrüstung vor, um die Gefährdung des Schiffes, seiner Besatzung und der Umwelt auf ein Mindestmaß zu beschränken.

2 Der Code beruht auf dem Grundsatz der Einteilung der Schiffe in verschiedene Typen entsprechend den Gefahren, die von den im Code bezeichneten Stoffen ausgehen. Jeder dieser Stoffe kann eine oder mehrere gefährliche Eigenschaften wie Entzündbarkeit, Giftigkeit, Korrosivität und Reaktivität haben. Eine weitere mögliche Gefahr kann dadurch entstehen, dass die Stoffe in tiefkaltem Zustand oder unter Druck befördert werden.

3 Schwere Zusammenstöße oder Strandung können Tankbeschädigungen verursachen und zum unkontrollierten Freisetzen des Stoffes führen. Ein solches Freisetzen kann bewirken, dass der Stoff verdampft und sich ausbreitet und in bestimmten Fällen einen Spröbruch am Schiffskörper verursachen kann. Die Vorschriften des Codes bezwecken, diese Gefahr unter Berücksichtigung des derzeitigen Standes von Wissenschaft und Technik, so weit wie praktisch durchführbar, auf ein Mindestmaß zu beschränken.

4 Während der Ausarbeitung des Code wurde stets anerkannt, dass er auf gut fundierten schiffbautechnischen und ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen und dem bestmöglichen Verständnis der Gefahren der verschiedenen erfassten Stoffe beruhen muss. Die Technologie des Entwurfs von Gastankschiffen ist nicht nur eine sehr vielfältige Technologie, sondern auch eine sich schnell weiterentwickelnde Technologie, und der Code muss veränderlich bleiben. Die Organisation wird den Code unter stetiger Berücksichtigung sowohl der gemachten Erfahrungen als auch der zukünftigen Entwicklung in regelmäßigen Zeitabständen überprüfen.

5 Anforderungen an neue Stoffe und ihre Beförderungsbedingungen werden nach Beschlussfassung des Schiffssicherheitsausschusses der Organisation vor dem Inkrafttreten der diesbezüglichen Änderungen nach Artikel VIII des Internationalen Übereinkommens von 1974 zum Schutz des menschlichen Lebens auf See übergangsweise als Empfehlung in Umlauf gesetzt werden.

6 Der Code behandelt im Wesentlichen den Bau und die Ausrüstung von Schiffen. Um die sichere Beförderung der Stoffe zu gewährleisten, muss jedoch das System in seiner Gesamtheit beurteilt werden. Andere wichtige Aspekte der sicheren Beförderung der Stoffe wie Ausbildung, Betrieb, Verkehrsüberwachung und Umschlag im Hafen werden jetzt oder später von der Organisation überprüft.

7 Die Ausarbeitung des Codes ist durch mehrere Organisationen mit beratendem Status, wie beispielsweise die Society of International Gas Tanker and Terminal Operators Limited (SIGTTO), und andere Organisationen, wie beispielsweise Mitglieder der International Association of Classification Societies (IACS), erheblich unterstützt worden.

8 Kapitel 18 des Code, das den Betrieb von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase behandelt, betont die betrieblichen Regelungen anderer Kapitel und erwähnt diejenigen anderen wichtigen Sicherheitsmerkmale, die für den Betrieb von Gastankschiffen besonders sind.

9 Die Gestaltung des Codes entspricht dem Internationalen Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung gefährlicher Chemikalien als Massengut (IBC-Code), der vom Schiffssicherheitsausschuss auf seiner achtundvierzigsten Tagung angenommen wurde. Gastankschiffe können auch vom IBC-Code erfasste flüssige Chemikalien als Massengut befördern, wie es im IGC-Code vorgeschrieben ist.

## IGC-Code

---

10 Schwimmende Produktions-, Lagerungs- und Entlade-Einheiten (FPSO-Einheiten), die für die Behandlung von verflüssigten Gasen bestimmt sind, fallen nicht unter den IGC-Code. Die Konstrukteure solcher Einheiten können jedoch die Anwendung des IGC-Codes in dem Ausmaß beachten, wie es der Code für die zweckmäßigsten Maßnahmen zur Risikominderung der Arbeiten, die von der Einheit durchgeführt werden, vorsieht. Wenn andere zweckmäßigere Maßnahmen zur Risikominderung festgelegt werden, die im Gegensatz zu diesem Code stehen, müssen diese gegenüber dem Code Vorrang haben.

---

## KAPITEL 1

### ALLGEMEINES

#### **Zielsetzung**

*Es wird eine internationale Norm für die sichere Beförderung von verflüssigten Gasen auf See als Massengut durch Niederlegung der Normen für den Entwurf und den Bau der bei solcher Beförderung eingesetzten Schiffe und die von ihnen mitzuführende Ausrüstung vorgeschrieben, um die Gefährdung des Schiffes, seiner Besatzung und der Umwelt unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Stoffe einschließlich Entzündbarkeit, Giftigkeit, Erstickung, Korrosivität, Reaktivität sowie niedrige Temperatur und Dampfdruck auf ein Mindestmaß zu beschränken.*

#### **1.1 Anwendungsbereich und Inkraftsetzung**

1.1.1 Der Code gilt für Schiffe jeder Größe, einschließlich solcher mit einer Bruttoreaumzahl von weniger als 500, die für die Beförderung verflüssigter Gase mit einem Dampfdruck von mehr als 0,28 MPa absolut bei einer Temperatur von 37,8 °C und anderer in Kapitel 19 aufgeführter Stoffe als Massengut eingesetzt werden.

1.1.2.1 Soweit nicht ausdrücklich etwas anderes bestimmt ist, findet der Code auf Schiffe Anwendung, deren Kiel am oder nach dem 1. Juli 2016 gelegt wird oder die sich zu diesem Zeitpunkt in einem entsprechenden Bauzustand befinden,

- .1 der den Baubeginn des betreffenden Schiffes erkennen lässt und
- .2 in dem die Montage von mindestens 50 Tonnen oder 1 v.H. des geschätzten Gesamtbedarfs an Baumaterial begonnen hat, je nachdem, welcher Wert kleiner ist.

1.1.2.2 Im Sinne des Codes bezeichnet der Ausdruck „gebaute Schiffe“ die Schiffe, deren Kiel gelegt ist oder die sich in einem entsprechenden Bauzustand befinden.

1.1.2.3 Soweit nicht ausdrücklich etwas anderes bestimmt ist, stellt die Verwaltung sicher, dass für Schiffe, die am oder nach dem 1. Juli 1986 und vor dem 1. Juli 2016 gebaut sind, die Vorschriften erfüllt werden, die nach diesem Code in der mit EntschlieÙung MSC.5(48) angenommenen und durch die EntschlieÙungen MSC.17(58), MSC.30(61), MSC.32(63), MSC.59(67), MSC.103(73), MSC.177(79) und MSC.220(82) geänderten Fassung anwendbar sind.

1.1.3 Ein Schiff, das am oder nach dem 1. Juli 2016 zu einem Gastankschiff umgebaut wird, ist ungeachtet des Baudatums an dem Tag, an dem der Umbau beginnt, als Gastankschiff anzusehen.

1.1.4.1 Wenn die Ladetanks Stoffe enthalten, die nach den Anforderungen des Codes auf einem Typ IG-Schiff zu befördern sind, dürfen weder entzündbare Flüssigkeiten mit einem Flammpunkt von 60°C (Versuch im geschlossenen Tiegel) oder niedriger noch in Kapitel 19 aufgeführte entzündbare Stoffe in Tanks befördert werden, die innerhalb der in Absatz 2.4.1.1 bezeichneten Schutzzonen liegen.

1.1.4.2 Die in Absatz 1.1.4.1 beschriebenen entzündbaren Flüssigkeiten dürfen auch nicht in Tanks befördert werden, die innerhalb der in Absatz 2.4.1.2 bezeichneten Schutzzonen liegen,

wenn die Ladetanks Stoffe enthalten, die nach den Anforderungen des Codes auf einem Typ 2G/2PG-Schiff zu befördern sind.

1.1.4.3 In jedem Fall gilt die Einschränkung für die Schutzzonen innerhalb der Längenausdehnung der Laderäume derjenigen Ladetanks, die mit Stoffen beladen sind, die nach den Anforderungen des Codes auf einem Typ IG-Schiff oder Typ 2G/2PG-Schiff zu befördern sind.

1.1.4.4 Die in Absatz 1.1.4.1 beschriebenen entzündbaren Flüssigkeiten und Stoffe dürfen innerhalb dieser Schutzzonen befördert werden, wenn die in den Ladetanks verbleibende Restmenge der Stoffe, die nach den Anforderungen des Codes auf einem Typ IG-Schiff oder 2G/2PG-Schiff zu befördern sind, ausschließlich für Zwecke der Kühlung, der Zirkulation oder als Brennstoff verwendet wird.

1.1.5 Mit Ausnahme der in Absatz 1.1.7.1 genannten Fälle muss das Schiff den auf die beförderten Stoffe anwendbaren Vorschriften beider Codes entsprechen, wenn beabsichtigt ist, Stoffe zu befördern, die diesem Code unterliegen, und Stoffe, die dem mit Entschließung MSC.4(48) angenommenen *Internationalen Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung gefährlicher Chemikalien als Massengut* (IBC-Code) in der gegebenenfalls von der Organisation geänderten Fassung unterliegen.

1.1.6.1 Wenn die Beförderung von Stoffen vorgesehen ist, von denen angenommen werden kann, dass sie in den Geltungsbereich dieses Codes fallen, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt jedoch noch nicht in Kapitel 19 aufgeführt sind, haben die mit solcher Beförderung befassten Verwaltungen und die Hafenverwaltungen ein Dreierabkommen abzuschließen, das auf einer vorläufigen Einstufung beruht, und vorläufige geeignete Beförderungsbedingungen festzulegen, die auf den Grundsätzen des Codes basieren.

1.1.6.2 Für die Bewertung solcher Stoffe muss der Hersteller der Stoffe der Verwaltung ein vollständig ausgefülltes Bewertungsdatenblatt (siehe Anhang 1) vorlegen, das den vorgeschlagenen Schiffstyp und die Beförderungsbedingungen enthält.

1.1.6.3 Wenn eine vorläufige Bewertung für einen reinen oder technisch reinen Stoff abgeschlossen und mit den anderen Parteien vereinbart worden ist, hat die Verwaltung das Bewertungsdatenblatt und einen Vorschlag für einen neuen und vollständigen Eintrag in den IGC-Code beim zuständigen Unterausschuss der Organisation einzureichen (siehe Anhang 1).

1.1.6.4 Nach der vorläufigen Bewertung durch das Dreierabkommen und eine ausdrückliche oder stillschweigende Vereinbarung getroffen worden ist, kann ein Nachtrag zum maßgeblichen Schiffszeugnis ausgestellt werden (siehe Anhang 3).

1.1.7.1 Die Anforderungen dieses Codes haben Vorrang, wenn ein Schiff für die Beförderung der folgenden Stoffe entworfen und gebaut ist:

- .1 diejenigen Stoffe, die ausschließlich in Kapitel 19 aufgeführt sind, und
- .2 einer oder mehrere der Stoffe, die sowohl in diesem Code als auch in dem Internationalen Chemikalienschiff-Code aufgeführt sind. Diese Stoffe sind durch ein Sternchen (\*) in Spalte "a" in der in Kapitel 19 enthaltenen Tabelle kenntlich gemacht.

1.1.7.2 Wenn ein Schiff ausschließlich für die Beförderung eines oder mehrerer der in 1.1.7.1.2 genannten Stoffe bestimmt ist, sind die Vorschriften des Internationalen Chemikalienschiff-Code in der jeweils geltenden Fassung anzuwenden.

1.1.8 Die Übereinstimmung des Schiffes mit den Vorschriften des Internationalen Gastankschiff-Codes ist durch sein Internationales Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut entsprechend Abschnitt 1.4 nachzuweisen. Die Übereinstimmung mit etwaigen Änderungen des Codes ist ebenfalls im Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut anzugeben.

1.1.9 Wenn im Code auf einen Absatz Bezug genommen wird, dann gelten alle Vorschriften der Unterabsätze dieser Angabe.

1.1.10 Wenn bei einem Schiff vorgesehen ist, dass es für Zeitabschnitte an einem festgelegten Ort im Zustand einer Wiedervergasung und Gasabgabe oder im Zustand einer Gasübernahme, eines Prozesses, einer Verflüssigung und Lagerung in Betrieb ist, haben die Verwaltung und die Hafenverwaltungen, die beim Betrieb beteiligt sind, geeignete Schritte zu unternehmen, um die Erfüllung der Vorschriften des Codes, die für die geplanten Maßnahmen anwendbar sind, sicherzustellen. Außerdem sind zusätzliche, auf den Grundsätzen des Codes sowie anerkannter Normen beruhende Anforderungen festzulegen, die sich mit speziellen Gefahren befassen, die nicht durch sie abgedeckt sind. Derartige Gefahren können unter anderem umfassen:

- .1 Brand und Explosion,
- .2 Evakuierung,
- .3 Ausdehnung gefährdeter Bereiche,
- .4 Abgabe unter Druck stehenden Gases an Land,
- .5 Entgasung unter Hochdruck,
- .6 Störfälle beim Prozess,
- .7 Lagerung und Handhabung entzündbarer Kühlmittel,
- .8 ständiges Vorhandensein flüssiger und dampfförmiger Ladung außerhalb des Ladungsbehältersystems,
- .9 Tank-Überdruck und Tank-Unterdruck,
- .10 Umschlag flüssiger Ladung von Schiff zu Schiff, und
- .11 Kollisionsrisiko während Anlegemanövern.

1.1.11 Falls im Code eine Risikobewertung oder eine Analyse gleichartiger Bedeutung verwendet wird, müssen die Ergebnisse unter anderem auch das Folgende als Nachweis der Wirksamkeit enthalten:

- .1 Beschreibung der angewendeten Methodik und Normen,
- .2 mögliche Abweichungen bei der Auslegung des Szenarios oder Fehlerquellen in der Analyse,
- .3 Überprüfung des Risikobewertungs-Verfahrens durch einen unabhängigen und geeigneten Dritten,



- .4 Qualitätssicherungssystem, unter dem die Risikobewertung erarbeitet wurde,
- .5 die Quelle, Eignung und Richtigkeit der Daten, die bei der Bewertung verwendet wurden,
- .6 die Wissensgrundlage der Personen, die bei der Bewertung beteiligt waren,
- .7 System der Verteilung der Ergebnisse an die entsprechenden Beteiligten, und
- .8 Überprüfung der Ergebnisse durch einen unabhängigen und geeigneten Dritten.

1.1.12 Obwohl der Code nach dem SOLAS-Übereinkommen rechtlich als verbindliches Regelwerk behandelt wird, sind die Vorschriften des Abschnittes 4.28 und der Anhänge 1, 3 und 4 des Codes empfehlend oder informativ.

### 1.2 Begriffsbestimmungen

Soweit nicht ausdrücklich etwas anderes bestimmt ist, gelten für den Code die folgenden Begriffsbestimmungen. Zusätzliche Begriffsbestimmungen sind in den Kapiteln des gesamten Codes angegeben.

1.2.1 *Unterkunftsräume* sind Gesellschaftsräume, Gänge, Waschräume, Kabinen, Büroräume, Krankenstationen, Kinos, Spiel- und Hobbyräume, Friseurräume, Pantrys ohne Kocheinrichtungen und ähnliche Räume.

1.2.2 *Trennflächen der Klasse A* sind Trennflächen im Sinne der Regel II-2/3.2 des SOLAS-Übereinkommens.

1.2.3 *Verwaltung* bedeutet die Regierung des Staates, dessen Flagge das Schiff zu führen berechtigt ist. Für *Verwaltung (Hafen)* siehe *Hafenverwaltung*.

1.2.4 *Jahrestag* bezeichnet den Tag und den Monat jedes Jahres, die dem Ablaufdatum des Internationalen Eignungszeugnisses für die Beförderung verflüssigter Gase als Massengut entsprechen.

1.2.5 *Siedepunkt* ist die Temperatur, bei der ein Stoff einen Dampfdruck entwickelt, der dem atmosphärischen Druck entspricht.

1.2.6 *Breite B* bedeutet die größte Breite des Schiffes, gemessen auf halber Schiffslänge bis zur Mallkante der Spanten bei Schiffen mit metallischer Außenhaut und bis Außenkante Schiffskörper bei Schiffen mit nichtmetallischer Außenhaut. Die Breite B ist in Meter zu messen.

1.2.7 *Ladungsbereich* ist der Teil des Schiffes, der das Ladungsbehältersystem mit den Ladepumpen- und Ladekompressorräumen enthält und die Deckflächen in voller Länge und Breite des Schiffes über diesen Räumen einschließt. Falls vorhanden, gehören die Kofferdämme, Ballast- oder Leerräume am hinteren Ende des am weitesten achtern gelegenen Laderaums oder am vorderen Ende des am weitesten vorne gelegenen Laderaums nicht zum Ladungsbereich.

1.2.8 *Ladungsbehältersystem* ist die Einrichtung für die Unterbringung der Ladung einschließlich, falls vorhanden, erster und zweiter Barriere, zugehöriger Isolierung sowie von Zwischenräu-

men und angrenzenden Bauteilen, falls diese für Auflagerung und Abstützung erforderlich sind. Falls die zweite Barriere Teil des Schiffskörpers ist, kann sie eine Laderaumbegrenzung darstellen.

1.2.9 *Ladekontrollraum* ist ein Raum zur Überwachung der Belade- und Entladevorgänge.

1.2.10 *Lademaschinenräume* sind die Räume, in denen Ladekompressoren oder Ladepumpen und Ladungsprozessanlagen einschließlich derjenigen, die Gas-Brennstoff zum Maschinenraum liefern, untergebracht sind.

1.2.11 *Ladepumpen* sind Pumpen, die für den Umschlag flüssiger Ladungen verwendet werden, einschließlich, Boosterpumpen (Druckerhöhungspumpen), Sprühpumpen usw.

1.2.12 *Ladungen* sind die in Kapitel 19 aufgeführten Stoffe, die in diesem Code unterliegenden Schiffen als Massengut befördert werden.

1.2.13 *Ladebetriebsräume* sind Räume innerhalb des Ladungsbereichs, die als Werkstätten, Abstell- und Lagerräume benutzt werden und die mehr als 2 m<sup>2</sup> Grundfläche haben.

1.2.14 *Ladetank* ist die flüssigkeitsdichte Hülle, die als erster Behälter für die Ladung ausgelegt ist; sie umfasst alle derartigen Behältersysteme, unabhängig davon, ob sie mit der Isolierung oder/und den zweiten Barrieren verbunden sind.

1.2.15 *Geschlossene Ring-Probenahme* ist ein Ladungs-Probenahmesystem, welches das Entweichen von Ladungsdampf in die Atmosphäre durch Rückführung des Stoffes zum Ladetank während der Probenahme auf ein Minimum herabsetzt.

1.2.16 *Kofferdamm* ist der Trennraum zwischen zwei nebeneinander liegenden Stahlschotten oder Decks. Dieser Trennraum kann ein Leerraum oder ein Raum für die Aufnahme von Ballast sein.

1.2.17 *Kontrollstationen* sind Räume, in denen sich die Schiffsfunkanlage, die wichtigsten Navigationseinrichtungen oder die Notstromquelle befinden, oder in denen die Feueranzeige- oder Feuerüberwachungsanlage zentral untergebracht ist. Dieses schließt nicht besondere Feuerüberwachungsanlagen ein, die am zweckmäßigsten im Ladungsbereich angeordnet werden können.

1.2.18 *Entzündbare Stoffe* sind Stoffe, die durch ein „F“ in Spalte „f“ der Tabelle in Kapitel 19 kenntlich gemacht sind.

1.2.19 *Entzündbarkeitsgrenzen* sind Konzentrationen, bei denen ein Gemisch brennbarer Gase oder Dämpfe mit Luft durch eine hinreichend starke äußere Zündquelle in einem vorgegebenen Prüfgerät noch entzündet werden kann.

1.2.20 *FSS-Code* ist der Code für Brandsicherheitssysteme und bedeutet der mit Entschliebung MSC.98(73) vom Schiffssicherheitsausschuss der Organisation angenommene *Internationale Code für Brandsicherheitssysteme* in der jeweils geltenden Fassung.

1.2.21 *Gastankschiff* ist ein Frachtschiff, das zur Beförderung verflüssigter Gase oder anderer in der Tabelle in Kapitel 19 aufgeführter Stoffe als Massengut gebaut oder umgebaut ist und eingesetzt wird.

1.2.22 *Gasverbrennungsanlage (GCU)* ist ein Mittel zum Beseitigen überschüssigen Ladungsdampfes durch thermische Oxidation.

1.2.23 *Gasverbraucher* ist jede Anlage im Schiff, die Ladungsdampf als Brennstoff verwendet.

1.2.24 *Gefährdeter Bereich* ist ein Bereich, in dem eine explosive Gasatmosphäre in Mengen vorhanden oder zu erwarten ist, die besondere Vorsichtsmaßnahmen für die Konstruktion, die Installation und die Verwendung elektrischer Einrichtungen erfordern. Wenn eine Gasatmosphäre vorhanden ist, können auch die folgenden Gefahren vorhanden sein: Giftigkeit, Erstickung, Korrosivität, Reaktivität und niedrige Temperatur. Diese Gefahren sind ebenfalls zu berücksichtigen, und zusätzliche Vorkehrungen für die Belüftung von Räumen und den Schutz der Besatzung müssen berücksichtigt werden. Beispiele von gefährlichen Bereichen sind unter anderem die Folgenden<sup>1</sup>:

- .1 Die Innenbereiche der Ladungsbehältersysteme und jegliche Rohrleitungssysteme der Druckentlastung oder andere Lüftungssysteme für Ladetanks sowie Rohrleitungen und Einrichtungen, welche die Ladung enthalten,
- .2 Zwischenbarrierenräume,
- .3 Laderäume, bei denen das Ladungsbehältersystem eine zweite Barriere erfordert,
- .4 Laderäume, bei denen das Ladungsbehältersystem keine zweite Barriere erfordert,
- .5 ein Raum, der von einem Laderaum durch ein gasdichtes Schott getrennt ist, bei dem das Ladungsbehältersystem eine zweite Barriere erfordert,
- .6 Lademaschinenräume,
- .7 Bereiche auf dem freien Deck oder teilweise geschlossene Räume auf dem freien Deck innerhalb eines Abstands bis zu 3 Meter von möglichen Quellen einer Gasfreisetzung wie beispielsweise Ladungsventil, Flansch der Ladeleitung, Lüftungs-Austrittsöffnung des Lademaschinenraums usw.,
- .8 Bereiche auf dem freien Deck oder teilweise geschlossene Räume auf dem freien Deck innerhalb eines Abstands bis zu 1,5 Meter von den Eingängen zum Lademaschinenraum und den Lüftungs-Eintrittsöffnungen des Lademaschinenraums,
- .9 Bereiche auf dem freien Deck über dem Ladungsbereich einschließlich eines Bereichs von 3 Meter vor und hinter dem Ladungsbereich auf dem freien Deck bis zu einer Höhe von 2,4 Meter über dem Wetterdeck,
- .10 ein Bereich innerhalb von 2,4 Meter von der äußeren Oberfläche des Ladungsbehältersystems, wenn diese Oberfläche dem Wetter ausgesetzt ist,
- .11 geschlossene oder teilweise geschlossene Räume, in dem sich Ladungen enthaltende Rohrleitungen befinden; davon ausgenommen sind diejenigen Räume, in denen sich Rohrleitungen befinden, die Ladungsprodukte für Verbrennungssysteme mit ausdampfendem Gas als Brennstoff enthalten.
- .12 ein geschlossener oder teilweise geschlossener Raum, der eine unmittelbare Öffnung zu einem gefährdeten Bereich hat.

---

<sup>1</sup> Auf die gesonderte Auflistung von Beispielen und Klassifizierung gefährlicher Bereiche zwecks Auswahl und Ausführung elektrischer Einrichtungen in Kapitel 10 wird verwiesen.

- 
- .13 an das Ladungsbehältersystem angrenzende oder unmittelbar darüber oder darunter liegende Leerräume, Kofferdämme, Schächte, Gänge und geschlossene oder teilweise geschlossene Räume,
  - .14 Bereiche auf dem freien Deck oder teilweise geschlossene Räume auf dem freien Deck oberhalb und in der Nähe jeder Lüftungsmast-Austrittsöffnung innerhalb eines senkrechten Zylinders unbegrenzter Höhe und einem Radius von 6 Meter um den Mittelpunkt der Austrittsöffnung und innerhalb einer Halbkugel mit einem Radius von 6 Meter unterhalb der Austrittsöffnung, und
  - .15 Bereiche auf dem freien Deck innerhalb der Leckwanne, welche die Ventile der Ladungsübergabestation (Manifold) umschließt, und 3 Meter darüber hinaus bis zu einer Höhe von 2,4 Meter über dem Deck.
- 1.2.25 *Ungefährdeter Bereich* ist ein Bereich, der kein gefährdeter Bereich ist.
- 1.2.26 *Laderaum* ist der durch den Schiffskörper gebildete Raum, in dem das Ladungsbehältersystem angeordnet ist.
- 1.2.27 *IBC-Code* bedeutet der mit Entschließung MSC.4(48) vom Schiffssicherheitsausschuss der Organisation angenommene *Internationale Code für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung gefährlicher Chemikalien als Massengut* in der jeweils geltenden Fassung.
- 1.2.28 *Unabhängig* bedeutet, dass z. B. ein Leitungs- oder Entlüftungssystem in keiner Weise mit einem anderen System in Verbindung steht und dass keinerlei Vorkehrungen für die Schaffung einer Verbindung mit anderen Systemen vorhanden sind.
- 1.2.29 *Isolierraum* ist der Raum, der ganz oder teilweise mit Isolierung ausgefüllt ist und ein Zwischenbarrierenraum sein oder nicht sein kann.
- 1.2.30 *Zwischenbarrierenraum* ist der Raum zwischen einer ersten und einer zweiten Barriere unabhängig davon, ob er ganz oder teilweise mit Isolierung oder anderem Material ausgefüllt ist.
- 1.2.31 *Länge (L)* ist die Länge nach der Begriffsbestimmung in dem jeweils in Kraft befindlichen Internationalen Freibord-Übereinkommen
- 1.2.32 *Maschinenräume der Kategorie A* sind Räume - sowie die Schächte zu diesen Räumen -, die Folgendes enthalten:
- .1 Verbrennungskraftmaschinen für den Hauptantrieb, oder
  - .2 Verbrennungskraftmaschinen für andere Zwecke als den Hauptantrieb, wenn diese Maschinen eine Gesamtleistung von mindestens 375 kW haben, oder
  - .3 einen ölgefeuerten Kessel, eine Ölaufbereitungsanlage oder andere ölgefeuerten Anlagen als Kessel wie beispielsweise Inertgas-Erzeuger, Verbrennungsanlagen usw.
- 1.2.33 *Maschinenräume* sind Maschinenräume der Kategorie A und andere Räume, die Antriebsanlagen, Kessel, Ölaufbereitungsanlagen, Dampf- und Verbrennungskraftmaschinen,
-

Generatoren und größere elektrische Maschinen, Ölübernahmestellen, Kühlmaschinen, Stabilisierungs-, Lüftungs- und Klimaanlageen enthalten, und ähnliche Räume sowie die Schächte zu diesen Räumen.

1.2.34 *MARVS* (Maximum Allowable Relief Valve Setting) ist der höchstzulässige Einstell-  
druck der Sicherheitsventile eines Ladetanks (Manometerdruck).

1.2.35 *Ernannter Besichtiger* ist ein Besichtiger, der von einer Verwaltung benannt/be-  
stimmt ist, die Vorschriften des SOLAS-Übereinkommens hinsichtlich Überprüfung und  
Besichtigung sowie der sich daraus ergebenden Gewährung von Ausnahmen durchzusetzen.

1.2.36 *Ölaufbereitungsanlage* ist die Einrichtung, die für die Aufbereitung von flüssigem  
Brennstoff zwecks Zuführung zu einem ölgefeuerten Kessel oder für die Aufbereitung von  
vorgewärmtem Brennstoff zwecks Zuführung zu einer Verbrennungskraftmaschine verwen-  
det wird; sie umfasst alle Öldruckpumpen, Filter und Vorwärmer für Öl mit einem Druck  
von mehr als 0,18 MPa.

1.2.37 *Organisation* ist die Internationale Seeschiffahrts-Organisation (IMO).

1.2.38 *Flutbarkeit* eines Raumes ist das Verhältnis des Volumens innerhalb dieses Raumes,  
das als mit Wasser gefüllt angenommen wird, zum gesamten Volumen dieses Raumes.

1.2.39 *Hafenverwaltung* bedeutet die zuständige Behörde des Landes, in dessen Hafen das  
Schiff beladen oder entladen wird.

1.2.40 *Erste Barriere* ist die innere Hülle, die für die Aufnahme der Ladung ausgelegt ist,  
wenn das Ladungsbehältersystem zwei Tankbegrenzungen enthält.

1.2.41 *Stoffe* ist der Sammelbegriff, der zur Erfassung der in Kapitel 19 dieses Codes aufgeführ-  
ten Liste von Gasen verwendet wird.

1.2.42 *Gesellschaftsräume* sind diejenigen Teile der Unterkunftsräume, die als Hallen, Speiseräu-  
me, Salons und ähnliche ständig abgegrenzte Räume Verwendung finden.

1.2.43 *Anerkannte Organisation* ist eine Organisation, die entsprechend Regel XI-1/1 SOLAS  
durch die Verwaltung ermächtigt ist.

1.2.44 *Anerkannte Normen* sind einschlägige für die Verwaltung annehmbare internationale  
oder innerstaatliche Normen oder Normen, die von der anerkannten Organisation festgelegt  
und weiterentwickelt werden.

1.2.45 *Relative Dichte* ist das Verhältnis der Masse eines bestimmten Volumens eines Stof-  
fes zu der Masse des gleichen Volumens Frischwasser.

1.2.46 *Zweite Barriere* ist die äußere flüssigkeitsbeständige Hülle eines Ladungsbehälter-  
systems, die zur zeitweisen Aufnahme einer möglichen Leckmenge der flüssigen Ladung im  
Fall einer Leckage der ersten Barriere dient und ein Absinken der Temperatur der  
Schiffsverbände auf ein gefährliches Maß verhindert. Die verschiedenen Arten der zweiten  
Barriere sind in Kapitel 4 näher erläutert.

1.2.47 *Getrennte Systeme* sind diejenigen Laderohrleitungs- und Entlüftungssysteme, die  
nicht ständig miteinander verbunden sind.

1.2.48 *Wirtschaftsräume* sind Küchen, Pantrys mit Kocheinrichtungen, Abstellräume, Post- und Verschlussräume, Vorratsräume, Werkstätten, die nicht Teil der Maschinenräume sind, und ähnliche Räume sowie die Schächte zu diesen Räumen.

1.2.49 *SOLAS-Übereinkommen* bedeutet das Internationale Übereinkommen von 1974 zum Schutz des menschlichen Lebens auf See in der jeweils geltenden Fassung.

1.2.50 *Tankabdeckung* ist entweder die Schutzkonstruktion zum Schutz des Ladungsbehältersystems gegen Beschädigungen, wenn sie aus dem Wetterdeck herausragt, oder die Schutzkonstruktion zur Sicherstellung der Stetigkeit und Unversehrtheit der Decksverbände.

1.2.51 *Tankdom* ist eine nach oben gerichtete Ausdehnung eines Teiles des Ladetanks. Bei unter Deck angeordneten Ladungsbehältersystemen ragt der Tankdom durch das Wetterdeck oder eine Tankabdeckung hindurch.

1.2.52 *Thermisches Oxidationsverfahren* bedeutet ein System, bei dem ausdampfende Gase als Brennstoff für die Verwendung an Bord des Schiffes oder als ein Abwärmesystem entsprechend den Vorschriften des Kapitels 16 benutzt werden oder ein System, bei dem Gas als Brennstoff entsprechend diesem Code nicht verwendet wird.

1.2.53 *Giftige Stoffe* sind Stoffe, die durch ein „T“ in Spalte „f“ der Tabelle in Kapitel 19 kenntlich gemacht sind.

1.2.54 *Drehkranzmodule* (turret compartments) sind Räume und Schächte zur Unterbringung von Ausrüstungs- und Maschinenkomponenten für den Verbindungs- und Auslösevorgang des drehkranzförmigen Befestigungsmoduls, der hydraulischen Hochdruck-Betriebssysteme, Brandschutz-Anlagen und Ladungsumschlag-Absperrarmaturen.

1.2.55 *Dampfdruck* ist der absolute Gleichgewichtsdruck des gesättigten Dampfes oberhalb der Flüssigkeit in Pascal bei einer bestimmten Temperatur.

1.2.56 *Leerraum* ist ein geschlossener Raum im Ladungsbereich außerhalb eines Ladungsbehältersystems, der kein Laderaum, Ballastraum, Brennstofftank, Ladepumpen- oder Ladekompressorraum oder irgendein anderer normalerweise von Personen benutzter Raum ist.

### 1.3 Gleichwertiger Ersatz

1.3.1 Ist nach dem Code vorgeschrieben, dass bestimmte Einrichtungen, Werkstoffe, Vorrichtungen, Geräte, Ausrüstungsgegenstände oder bestimmte Ausführungen derselben auf einem Schiff einzubauen oder mitzuführen sind oder dass bestimmte Vorkehrungen zu treffen oder bestimmte Verfahren oder Regelungen einzuhalten sind, so kann die Verwaltung gestatten, dass auf dem betreffenden Schiff andere Einrichtungen, Werkstoffe, Vorrichtungen, Geräte, Ausrüstungsgegenstände oder andersartige Ausführungen derselben eingebaut oder mitgeführt werden oder dass andere Vorkehrungen getroffen oder andere Verfahren oder Regelungen eingehalten werden dürfen, wenn durch Erprobungen oder auf andere Weise festgestellt worden ist, dass diese Einrichtungen, Werkstoffe, Vorrichtungen, Geräte, Ausrüstungsgegenstände oder diese andersartigen Ausführungen derselben oder die bestimmten Vorkehrungen, Verfahrensweisen oder Regelungen mindestens ebenso wirksam sind wie die nach dem Code vorgeschriebenen. Die Verwaltung darf jedoch nicht gestatten, dass anstelle von bestimmten Einrichtungen, Werkstoffen, Vorrichtungen, Geräten, Ausrüstungsgegenständen oder von andersartigen Ausführungen derselben, die nach dem Code vorgeschrieben sind, alternative betriebliche Verfahren angewandt werden, sofern nicht ein solcher Ersatz im Code ausdrücklich gestattet ist.

1.3.2 Wenn die Verwaltung es gestattet, dass irgendwelche Einrichtungen, Werkstoffe, Vorrichtungen, Geräte, Ausrüstungsgegenstände oder Ausführungen derselben oder irgendwelche Vorkehrungen, Verfahren oder Regelungen oder neuartige Entwürfe oder Anwendungsweisen ersetzt werden, so übermittelt sie der Organisation entsprechende Einzelheiten mit einem Bericht über die vorgelegten Beweismittel, so dass die Organisation diese Einzelheiten den anderen Vertragsregierungen des SOLAS-Übereinkommens zur Unterrichtung ihrer Bediensteten mitteilen kann.

### **1.4 Besichtigungen und Zeugniserteilung**

#### **1.4.1 Besichtigungsverfahren**

1.4.1.1 Soweit es sich um die Anwendung der Vorschriften des Codes und um die etwaige Befreiung davon handelt, erfolgt die Besichtigung von Schiffen durch Bedienstete der Verwaltung. Die Verwaltung kann jedoch die Besichtigung den für diesen Zweck ernannten Besichtigern oder den von ihr anerkannten Organisationen übertragen.

1.4.1.2 Die in Absatz 1.2.43 genannten anerkannten Organisationen müssen den Vorschriften des SOLAS-Übereinkommens und des Codes für anerkannte Organisationen (RO-Code) entsprechen.

1.4.1.3 Die Verwaltung, die zur Durchführung von Besichtigungen Besichtiger ernennt oder Organisationen anerkennt, ermächtigt jeden ernannten Besichtiger oder jede anerkannte Organisation mindestens,

- .1 die Reparatur eines Schiffes zu verlangen und
- .2 Besichtigungen durchzuführen, wenn sie von den zuständigen Behörden eines Hafenstaats darum ersucht wird.

Die Verwaltung teilt der Organisation zwecks Unterrichtung der Vertragsregierungen mit, welche besonderen Zuständigkeiten und Bedingungen mit der den ernannten Besichtigern oder anerkannten Organisationen übertragenen Befugnis verbunden sind.

1.4.1.4 Stellt ein ernannter Besichtiger oder eine anerkannte Organisation fest, dass der Zustand eines Schiffes oder seiner Ausrüstung nicht im Wesentlichen den Angaben des Internationalen Zeugnisses für die Beförderung verflüssigter Gase als Massengut entspricht oder so ist, dass das Schiff nicht geeignet ist, ohne Gefahr für das Schiff, die an Bord befindlichen Personen oder ohne eine unvertretbare Gefährdung der Meeresumwelt darzustellen in See zu gehen, so stellt der Besichtiger oder die Organisation sofort sicher, dass Abhilfemaßnahmen getroffen werden, und unterrichtet rechtzeitig die Verwaltung. Werden keine Abhilfemaßnahmen getroffen, so ist das betreffende Zeugnis einzuziehen und die Verwaltung sofort zu unterrichten. Befindet sich das Schiff im Hafen einer anderen Vertragsregierung, so sind die zuständigen Behörden des Hafenstaats ebenfalls sofort zu unterrichten. Hat ein Bediensteter der Verwaltung, ein ernannter Besichtiger oder eine anerkannte Organisation die zuständigen Behörden des Hafenstaats unterrichtet, so gewährt die Regierung des betreffenden Hafenstaats dem Bediensteten, dem Besichtiger oder der Organisation jede erforderliche Unterstützung bei der Erfüllung ihrer Pflichten nach diesem Absatz. Gegebenenfalls trifft die Regierung des betreffenden Hafenstaats alle erforderlichen Maßnahmen, damit das Schiff nicht ausläuft, bis es ohne Gefahr für das Schiff, die an Bord befindlichen Personen oder ohne eine unvertretbare Gefährdung der Meeresumwelt darzustellen in See gehen oder den Hafen verlassen kann, um sich zu der nächstgelegenen geeigneten Reparaturwerft zu begeben.

1.4.1.5 In jedem Fall übernimmt die Verwaltung die volle Gewähr für die Vollständigkeit und Gründlichkeit der Besichtigung und verpflichtet sich, für die erforderlichen Vorkehrungen zur Erfüllung dieser Pflicht zu sorgen.

#### 1.4.2 *Besichtigungsvorschriften*

Die Bauausführung, die Ausrüstung, die Einrichtungen, die Anordnungen und die Werkstoffe (mit Ausnahme der Gegenständen, für die ein nach dem SOLAS-Übereinkommen vorgeschriebenes Bau-Sicherheitszeugnis für Frachtschiffe, Ausrüstungs-Sicherheitszeugnis für Frachtschiffe, Funk-Sicherheitszeugnis für Frachtschiffe oder Sicherheitszeugnis für Frachtschiffe ausgestellt wird) eines Gastankschiffs unterliegen den folgenden Besichtigungen:

- .1 Einer erstmaligen Besichtigung vor Indienststellung des Schiffes oder vor der erstmaligen Ausstellung des Zeugnisses über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut, die eine vollständige Prüfung seiner Bauausführung, Ausrüstung, Einrichtungen, Anordnungen und Werkstoffe umfasst, soweit das Schiff dem Code unterliegt. Diese Besichtigung muss die Gewähr dafür bieten, dass die Bauausführung, Ausrüstung, Einrichtungen, Anordnungen und Werkstoffe den einschlägigen Vorschriften des Codes voll entsprechen;
- .2 einer Erneuerungsbesichtigung in Abständen, die von der Verwaltung bestimmt werden, aber fünf Jahre nicht überschreiten, außer wenn Absatz 1.4.6.2.1, 1.4.6.5, 1.4.6.6 oder 1.4.6.7 anzuwenden ist. Durch die Erneuerungsbesichtigung muss sichergestellt werden, dass Bauausführung, Ausrüstung, Einrichtungen, Anordnungen und Werkstoffe den einschlägigen Vorschriften des Codes voll entsprechen;
- .3 einer Zwischenbesichtigung innerhalb von 3 Monaten vor oder nach dem zweiten Jahrestag oder innerhalb von 3 Monaten vor oder nach dem dritten Jahrestag des Zeugnisses anstelle einer der jährlichen Besichtigungen gemäß Absatz 1.4.2.4. Durch die Zwischenbesichtigungen muss sichergestellt werden, dass die Sicherheitsausrüstung und die sonstige Ausrüstung mit zugehörigen Pumpen und Rohrleitungssystemen den einschlägigen Vorschriften des Codes entsprechen und sich in gutem Betriebszustand befinden. Eine solche Zwischenbesichtigung ist in das gemäß Abschnitt 1.4.4 oder 1.4.5 ausgestellte Zeugnis einzutragen;
- .4 einer jährlichen Besichtigung innerhalb von 3 Monaten vor oder nach jedem Jahrestag des Zeugnisses, die eine allgemeine Prüfung der Bauausführung, Ausrüstung, Einrichtungen, Anordnungen und Werkstoffe gemäß Absatz 1.4.2.1 umfasst, um sicherzustellen, dass diese in Übereinstimmung mit Abschnitt 1.4.3 unterhalten worden sind und in jeder Hinsicht zufriedenstellend für den vorgesehenen Verwendungszweck des Schiffes bleiben. Solche jährlichen Besichtigungen sind in das gemäß Abschnitt 1.4.4 oder 1.4.5 ausgestellte Zeugnis einzutragen;
- .5 eine zusätzliche Besichtigung - entweder vollständig oder teilweise den jeweiligen Umständen entsprechend - ist dann durchzuführen, wenn dies nach der in Absatz 1.4.3.3 vorgeschriebenen Untersuchung erforderlich ist oder wann



immer wesentliche Reparaturen oder Erneuerungen ausgeführt werden. Eine solche Besichtigung muss sicherstellen, dass die erforderlichen Reparaturen oder Erneuerungen erfolgreich ausgeführt worden sind, dass der verwendete Werkstoff und die Arbeitsausführung solcher Reparaturen oder Erneuerungen zufriedenstellend sind und dass das Schiff ohne Gefahr für das Schiff, die an Bord befindlichen Personen oder ohne eine unvermeidbare Gefährdung der Meeresumwelt darzustellen in See gehen kann.

### **1.4.3 *Erhaltung des bei der Besichtigung festgestellten Zustands***

1.4.3.1 Der Zustand des Schiffes und seiner Ausrüstung muss so erhalten werden, dass er den Vorschriften des Codes entspricht, damit sichergestellt wird, dass das Schiff stets ohne Gefahr für das Schiff, die an Bord befindlichen Personen oder ohne eine unvermeidbare Gefährdung der Meeresumwelt darzustellen in See gehen kann.

1.4.3.2 Nach einer Besichtigung des Schiffes gemäß Abschnitt 1.4.2, dürfen an der Bauausführung, der Ausrüstung, den Einrichtungen, der Anordnung und den Werkstoffen, auf die sich die Besichtigung erstreckt hat, ohne Genehmigung der Verwaltung keine Änderungen vorgenommen werden, sofern es sich nicht um einen direkten Ersatz handelt.

1.4.3.3 Wird das Schiff von einem Unfall betroffen oder wird ein Mangel entdeckt, der die Sicherheit des Schiffes oder die Leistungsfähigkeit oder Vollständigkeit seiner Rettungsmittel oder sonstigen Ausrüstung nach dem Code beeinträchtigt, so hat der Kapitän oder Eigentümer des Schiffes bei nächster Gelegenheit die Verwaltung, den ernannten Besichtigter oder die anerkannte Organisation zu benachrichtigen, der (die) für die Ausstellung des betreffenden Zeugnisses zuständig ist und Untersuchungen veranlasst, um festzustellen, ob eine Besichtigung gemäß Absatz 1.4.2. 5 erforderlich ist. Befindet sich das Schiff im Hafen einer anderen Vertragsregierung, so hat der Kapitän oder Eigentümer auch sofort die zuständigen Behörden des Hafenstaats zu benachrichtigen, und der ernannte Besichtigter oder die anerkannte Organisation vergewissert sich, dass diese Benachrichtigung stattgefunden hat.

### **1.4.4 *Ausstellung und Bestätigung eines Internationalen Zeugnisses über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut***

1.4.4.1 Einem Gastankerschiff in der internationalen Fahrt, das den einschlägigen Vorschriften des Codes entspricht, wird nach einer erfolgten erstmaligen Besichtigung oder einer Erneuerungsbesichtigung ein Internationales Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut ausgestellt.

1.4.4.2 Ein solches Zeugnis ist in der Form abzufassen, die dem im Anhang 2 wiedergegebenen Muster entspricht. Ist die verwendete Sprache weder Englisch, Französisch noch Spanisch, so muss der Wortlaut eine Übersetzung in eine dieser Sprachen enthalten.

1.4.4.3 Das nach den Vorschriften dieses Abschnitts ausgestellte Zeugnis muss an Bord zur Überprüfung jederzeit zur Verfügung stehen.

1.4.4.4 Ungeachtet anderer Vorschriften von Änderungen zu diesem Code, die vom Schiffssicherheitsausschuss mit EntschlieÙung MSC.17 (58) angenommen wurden, bleibt jedes internationale Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut, das beim Inkrafttreten dieser Änderungen auf dem aktuellen Stand ist, so lange gültig, bis es gemäß den Vorschriften dieses Codes vor dem Inkrafttreten der Änderungen ungültig wird.

#### **1.4.5 *Ausstellung oder Bestätigung eines Internationalen Zeugnisses über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut durch eine andere Regierung***

1.4.5.1 Eine Vertragsregierung des SOLAS-Übereinkommens kann auf Ersuchen einer anderen Vertragsregierung die Besichtigung eines Schiffes veranlassen, das die Flagge es anderen Staates zu führen berechtigt ist, und wenn sie sich davon überzeugt hat, dass den Vorschriften des Codes entsprochen ist, kann sie dem Schiff ein Internationales Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut ausstellen oder ausstellen lassen und gegebenenfalls das Zeugnis des Schiffes nach Maßgabe des Codes bestätigen oder bestätigen lassen. Jedes so ausgestellte Zeugnis muss die Erklärung enthalten, dass es auf Ersuchen der Regierung des Staates ausgestellt wurde, dessen Flagge zu führen das Schiff berechtigt ist.

#### **1.4.6 *Geltungsdauer und Gültigkeit eines Internationalen Zeugnisses über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut***

1.4.6.1 Ein internationales Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut wird für einen von der Verwaltung festgesetzten Zeitraum ausgestellt, der höchstens 5 Jahre betragen darf.

1.4.6.2.1 Wenn die Erneuerungsbesichtigung innerhalb von 3 Monaten vor dem Ablaufdatum des vorhandenen Zeugnisses abgeschlossen wird, ist das neue Zeugnis, ungeachtet der Vorschriften des Absatzes 1.4.6.1, vom Tag des Abschlusses der Erneuerungsbesichtigung an gültig, es darf jedoch 5 Jahre, vom Ablaufdatum des vorhandenen Zeugnisses an gerechnet, nicht überschreiten.

1.4.6.2.2 Wenn die Erneuerungsbesichtigung nach dem Ablaufdatum des vorhandenen Zeugnisses abgeschlossen wird, so ist das neue Zeugnis vom Tag des Abschlusses der Erneuerungsbesichtigung an für höchstens 5 Jahre, vom Ablaufdatum des vorhandenen Zeugnisses an gerechnet, gültig.

1.4.6.2.3 Wenn die Erneuerungsbesichtigung mehr als 3 Monate vor dem Ablaufdatum des vorhandenen Zeugnisses abgeschlossen wird, so ist das neue Zeugnis vom Tag des Abschlusses der Erneuerungsbesichtigung an für höchstens 5 Jahre, vom Tag des Abschlusses der Erneuerungsbesichtigung an gerechnet, gültig.

1.4.6.3 Wenn ein Zeugnis für einen Zeitraum von weniger als 5 Jahren ausgestellt ist, kann die Verwaltung die Geltungsdauer des Zeugnisses über das Ablaufdatum hinaus bis zum maximalen Zeitraum gemäß Absatz 1.4.6.1 verlängern, vorausgesetzt, dass die Besichtigungen gemäß den Absätzen 1.4.2.3 und 1.4.2.4, die anwendbar sind, wenn ein Zeugnis für einen Zeitraum von 5 Jahren ausgestellt wird, dementsprechend durchgeführt werden.

1.4.6.4 Wenn eine Erneuerungsbesichtigung abgeschlossen worden ist und ein neues Zeugnis nicht vor dem Ablaufdatum des vorhandenen Zeugnisses ausgestellt oder an Bord des Schiffes gegeben werden kann, so kann die von der Verwaltung anerkannte Person oder Organisation das vorhandene Zeugnis bestätigen. Ein solches Zeugnis ist für einen weiteren Zeitraum als gültig anzuerkennen, wobei dieser Zeitraum 5 Monate, vom Tag des Ablaufdatums an gerechnet, nicht überschreiten darf.

1.4.6.5 Wenn sich ein Schiff nicht in einem Hafen befindet, in dem es zum Zeitpunkt des Ablaufs eines Zeugnisses zu besichtigen ist, so kann die Verwaltung die Geltungsdauer des

Zeugnisses verlängern. Die Verlängerung darf jedoch nur zu dem Zweck vorgenommen werden, dem Schiff seine Reise zu dem Hafen zu ermöglichen, in dem es zu besichtigen ist, und zwar nur in Fällen, in denen dies geboten und zweckmäßig erscheint.

1.4.6.6 Ein Zeugnis, das für ein Schiff ausgestellt ist, welches nur kurze Reisen durchführt, und das nicht nach den vorstehenden Vorschriften dieses Abschnitts verlängert worden ist, kann von der Verwaltung um eine Nachfrist von bis zu einem Monat über das auf dem Zeugnis angegebene Ablaufdatum hinaus verlängert werden. Wenn die Erneuerungsbesichtigung abgeschlossen ist, darf die Geltungsdauer des neuen Zeugnisses 5 Jahre, gerechnet vom Ablaufdatum des vorhandenen Zeugnisses vor der Gewährung der Verlängerung an, nicht überschreiten.

1.4.6.7 Unter von der Verwaltung zu bestimmenden besonderen Umständen braucht ein neues Zeugnis nicht vom Datum des Ablaufs des vorhandenen Zeugnisses datiert zu werden, wie es nach den Absätzen 1.4.6.2.2, 1.4.6.5 oder 1.4.6.6 vorgeschrieben ist. Unter diesen besonderen Umständen ist das Zeugnis für einen Zeitraum von 5 Jahren, gerechnet vom Tag des Abschlusses der Erneuerungsbesichtigung an, gültig.

1.4.6.8 Wenn eine jährliche Besichtigung oder Zwischenbesichtigung vor dem in Absatz 1.4.2 genannten Zeitabraum abgeschlossen ist, dann

- .1 ist das im Zeugnis stehende Datum des Jahrestages durch Bestätigung in ein Datum zu ändern, das nicht mehr als 3 Monate nach dem Datum liegt, an dem die Besichtigung abgeschlossen wurde;
- .2 muss die folgende jährliche Besichtigung oder Zwischenbesichtigung gemäß Abschnitt 1.4.2 unter Heranziehung des neuen Jahrestages innerhalb der in dem Abschnitt genannten Zeitabschnitte abgeschlossen werden; und
- .3 kann das Ablaufdatum unverändert bleiben, vorausgesetzt, dass eine oder mehrere jährliche Besichtigungen oder Zwischenbesichtigungen, soweit zutreffend, durchgeführt worden sind, sodass die in Abschnitt 1.4.2 angegebenen maximalen Zeitabschnitte zwischen den Besichtigungen nicht überschritten werden.

1.4.6.9 Ein gemäß Abschnitt 1.4.4 oder Abschnitt 1.4.5 ausgestelltes Zeugnis wird in jedem der nachstehenden Fälle ungültig:

- .1 wenn die relevanten Besichtigungen nicht innerhalb der in Abschnitt 1.4.2 angegebenen Zeitabschnitte abgeschlossen werden,
- .2 wenn das Zeugnis nicht in Übereinstimmung mit Absatz 1.4.2.3 oder 1.4.2.4 bestätigt wird,
- .3 sobald das Schiff zur Flagge eines anderen Staates wechselt. Ein neues Zeugnis darf nur ausgestellt werden, wenn die das neue Zeugnis ausstellende Regierung sich in vollem Umfang vergewissert hat, dass das Schiff den Anforderungen gemäß der Absätze 1.4.3.1 und 1.4.3.2 entspricht. Im Falle eines Wechsels zwischen Vertragsregierungen des SOLAS-Übereinkommens übermittelt die Regierung des Staates, dessen Flagge das Schiff bisher zu führen berechtigt war, wenn sie innerhalb von 3 Monaten nach dem Wechsel darum ersucht wird, der Verwaltung sobald wie möglich Abschriften der Zeugnisse, die das Schiff vor dem Wechsel mitführte, sowie, falls vorhanden, Kopien der entsprechenden Besichtigungsberichte.

---

## KAPITEL 2

### SCHWIMMFÄHIGKEIT DES SCHIFFES IM LECKFALL UND ANORDNUNG DER LADETANKS

#### *Zielsetzung*

*Sicherstellung, dass sich die Ladetanks im Fall einer geringfügigen Beschädigung des Schiffskörpers an einer geschützten Stelle befinden und dass das Schiff bei den angenommenen Flutungszuständen schwimmfähig bleibt.*

#### **2.1 Allgemeines**

2.1.1 Schiffe, die dem Code unterliegen, müssen nach den hydrostatischen Einwirkungen einer Flutung durch eine angenommene Beschädigung des Schiffskörpers durch äußere Einwirkung schwimmfähig bleiben. Zusätzlich müssen zum Schutz des Schiffes und der Umwelt die Ladetanks durch Anordnung in bestimmten Mindestabständen von der Außenhaut des Schiffes gegen Verletzungen bei geringeren Schäden am Schiff, z. B. durch Berührung mit einem Anleger oder einem Schlepper, und auch in gewissem Umfang als Sicherheitsvorkehrung gegen Beschädigungen bei Zusammenstößen oder Strandung geschützt sein. Die anzunehmende Ausdehnung des Schadens sowie die Lage der Ladetanks zur Außenhaut des Schiffes sind von der Gefahrenklasse des zu befördernden Stoffes abhängig. Außerdem ist die Lage der Ladetanks zur Außenhaut des Schiffes vom Volumen des Ladetanks abhängig.

2.1.2 Schiffe, die dem Code unterliegen, sind nach einer der folgenden Normen zu entwerfen:

- .1 Ein *Typ 1G-Schiff* ist ein Gastankschiff, das zur Beförderung von Stoffen nach Kapitel 19 bestimmt ist, die ein Höchstmaß an Sicherheitsvorkehrungen gegen Ladungsausstritt erfordern.
- .2 Ein *Typ 2G-Schiff* ist ein Gastankschiff, das zur Beförderung von Stoffen nach Kapitel 19 bestimmt ist, die erhebliche Sicherheitsvorkehrungen gegen ihren Austritt erfordern.
- .3 Ein *Typ 2PG-Schiff* ist ein Gastankschiff von 150 Meter oder weniger Länge, das zur Beförderung von Stoffen nach Kapitel 19 bestimmt ist, die erhebliche Sicherheitsvorkehrungen gegen ihren Austritt erfordern, wobei die Stoffe in unabhängigen Tanks vom Typ C (siehe Abschnitt 4.23) befördert werden, die für einen MARVS von mindestens 0,7 MPa Überdruck ausgelegt sind, und die Entwurfstemperatur des Ladungsbehältersystems gleich oder höher als -55°C ist. Ein Schiff dieser Art, das eine Länge von mehr als 150 Meter hat, ist als Typ 2G-Schiff anzusehen.
- .4 Ein *Typ 3G-Schiff* ist ein Gastankschiff, das zur Beförderung von Stoffen nach Kapitel 19 bestimmt ist, die angemessene Sicherheitsvorkehrungen gegen Ladungsausstritt erfordern.

Somit ist ein Typ IG-Schiff ein Flüssiggastankschiff, das zur Beförderung von Stoffen bestimmt ist, welche die größte Gesamtgefährdung darstellen, während Typ 2G/2PG und Typ 3G-Schiffe zur Beförderung von Stoffen bestimmt sind, die stufenweise geringere

Gefährdungen darstellen. Dementsprechend muss ein Typ IG-Schiff bei der schwersten angenommenen Beschädigung schwimmfähig bleiben und seine Ladetanks müssen im größten vorgeschriebenen Abstand von der Außenhaut angeordnet sein.

2.1.3 Der für den jeweiligen Stoff vorgeschriebene Schiffstyp ist in Spalte „c“ der Tabelle in Kapitel 19 angegeben.

2.1.4 Wenn ein Schiff zur Beförderung von mehr als einem der in Kapitel 19 aufgeführten Stoffe bestimmt ist, so muss die Beschädigungsannahme dem Stoff entsprechen, für den die höchsten Anforderungen an den Schiffstyp gestellt werden. Die Anforderungen für die Anordnung der einzelnen Ladetanks beziehen sich dagegen auf die jeweils zu befördernden Stoffe.

2.1.5 Für den Zweck dieses Codes ist die Lage der Mallkante für verschiedene Ladungsbehältersysteme in den Abbildungen 2.5 a bis e dargestellt.

## 2.2 Freibord und Stabilität

2.2.1 Schiffen, die dem Code unterliegen, kann der Mindestfreibord nach dem geltenden Internationalen Freibord-Übereinkommen erteilt werden. Der mit der Erteilung verbundene Tiefgang darf jedoch nicht größer sein als der größte nach diesem Code anderweitig zulässige Tiefgang.

2.2.2 Die Stabilität des Schiffes muss in jedem Beladungszustand während der Reise und während der Be- und Entladung die Anforderungen des Internationalen Codes über Intakstabilität<sup>2</sup> einhalten. Dieses schließt eine teilweise Füllung sowie Be- und Entladung auf See, sofern zutreffend, mit ein. Die Stabilität während der Durchführung von Ballastwasseroperationen muss die Stabilitätskriterien erfüllen.

2.2.3 Bei der Berechnung des Einflusses freier Oberflächen von flüssigen Verbrauchstoffen auf Ladefälle ist anzunehmen, dass für jede Flüssigkeitsart mindestens ein quer angeordnetes Tankpaar oder ein einzelner Mitteltank eine freie Oberfläche hat. Es ist der Tank oder die Kombination von Tanks zu berücksichtigen, bei dem bzw. denen der Einfluss freier Oberflächen am größten ist. Der Einfluss freier Flüssigkeitsoberflächen in unbeschädigten Abteilungen ist nach einer Methode entsprechend dem Internationalen Code über Intakstabilität zu berechnen.

2.2.4 Fester Ballast darf normalerweise nicht im Doppelboden innerhalb des Ladungsbereichs verwendet werden. Ist jedoch aus Gründen der Stabilität in solchen Räumen das Anbringen festen Ballasts unvermeidbar, muss seine Verteilung durch die Notwendigkeit bestimmt werden, einen Zugang für eine Besichtigung zu ermöglichen und sicherzustellen, dass Stoßbelastungen infolge einer Bodenbeschädigung nicht unmittelbar auf die Verbände der Ladetanks übertragen werden.

2.2.5 Dem Kapitän eines Schiffes ist ein Beladungs- und Stabilitätshandbuch zur Verfügung zu stellen. Dieses Handbuch muss Einzelheiten über typische Einsatzbedingungen, Belade- und Entladevorgänge, Ballastoperationen, Angaben zur Bewertung anderer Ladefälle und eine Zusammenfassung der Ergebnisse für die Schwimmfähigkeit des Schiffes enthalten. Außerdem muss das Handbuch ausreichende

---

<sup>2</sup> Es wird auf den vom Schiffssicherheitsausschuss der Organisation mit Entschließung MSC.267(85) angenommenen Internationalen Code über Intakstabilität von 2008 (IS-Code 2008) verwiesen.

Angaben enthalten, um es dem Kapitän zu ermöglichen, das Schiff sicher und seetüchtig zu beladen und zu führen.

2.2.6 Alle Schiffe, die dem Code unterliegen, müssen mit einem Stabilitätsrechner ausgerüstet sein, der die Einhaltung der von der Verwaltung genehmigten Intakt- und Leckstabilitätsvorschriften unter Berücksichtigung der von der Organisation empfohlenen Leistungsanforderungen<sup>3</sup> überprüfen kann:

- .1 Schiffe, die vor dem 1. Juli 2016 gebaut worden sind, müssen diesen Absatz bei der ersten vorgeplanten Erneuerungsbesichtigung des Schiffes nach dem 1. Juli 2016, jedoch nicht später als am 1. Juli 2021, erfüllen;
- .2 ungeachtet der Vorschriften des Absatzes 2.2.6.1 braucht ein auf einem vor dem 1. Juli 2016 gebauten Schiff installierter Stabilitätsrechner nicht ersetzt zu werden, vorausgesetzt, er kann die Einhaltung der Intakt- und Leckstabilität entsprechend den Anforderungen der Verwaltung überprüfen; und
- .3 für Überwachungszwecke nach Regel XI-1/4 SOLAS hat die Verwaltung für den Stabilitätsrechner eine Zulassungsbescheinigung auszustellen.

2.2.7 Die Verwaltung kann auf die Vorschriften des Absatzes 2.2.6 bei den folgenden Schiffen verzichten, vorausgesetzt, die für die Überprüfung der Intakt- und Leckstabilität eingesetzten Verfahren gewährleisten das gleiche Sicherheitsniveau wie bei einem in Übereinstimmung mit den genehmigten Ladefällen<sup>4</sup> beladenen Schiff. Jeder derartige Verzicht ist ordnungsgemäß im Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut nach Absatz 1.4.4 zu vermerken:

- .1 Schiffe mit einem bestimmten festgelegten Einsatz mit einer begrenzten Anzahl von wechselnden Ladungen derart, dass alle zu erwartenden Ladefälle in den dem Kapitän entsprechend den Vorschriften nach Absatz 2.2.5 zur Verfügung gestellten Stabilitätsunterlagen genehmigt worden sind;
- .2 Schiffe, bei denen die Stabilitätsüberprüfung mit Hilfe eines von der Verwaltung zugelassenen Hilfsmittels an Land durchgeführt wird;
- .3 Schiffe, die innerhalb einer genehmigten Reihe von Ladefällen beladen werden, oder
- .4 Schiffe, die vor dem 1. Juli 2016 gebaut worden sind und für die genehmigte KG/GM-Grenzkurven zur Verfügung stehen, die alle anwendbaren Intakt- und Leckstabilitätsvorschriften abdecken.

### 2.2.8 *Ladefälle*

Die Schwimmfähigkeit im Leckfall ist auf der Grundlage der der Verwaltung vorgelegten Angaben über alle voraussichtlichen Ladefälle sowie Tiefgangs- und Trimbereiche zu

<sup>3</sup> Auf Teil B Kapitel 4 des Internationalen Codes über Intaktstabilität von 2008 (IS-Code 2008) in der jeweils geltenden Fassung, die Anlage Abschnitt 4 der *Richtlinien für die Zulassung von Stabilitätsrechnern* (MSC.1/Rundschreiben 1229) in der jeweils geltenden Fassung und die im Teil 1 der *Richtlinien für die Überprüfung der Leckstabilitätsanforderungen für Tankschiffe* (MSC.1/Rundschreiben 1461) festgelegten technischen Normen wird verwiesen.

<sup>4</sup> Auf die betrieblichen Anweisungen im Teil 2 der *Richtlinien für die Überprüfung der Leckstabilitätsanforderungen für Tankschiffe* (MSC.1/Rundschreiben 1461) wird verwiesen.

untersuchen. Dieses muss auch Krängung durch Ballast und, sofern zutreffend, Krängung durch Ladung erfassen.

**2.3 Beschädigungsannahmen**

2.3.1 Die größte anzunehmende Schadensausdehnung ist wie folgt zu bestimmen:

.1	Seitenbeschädigung		
.1.1	Längsausdehnung:	1/3 L <sup>2/3</sup> oder 14,5 m, je nachdem, welcher Wert geringer ist	
.1.2	Querausdehnung: gemessen innenbords von Mallkante der Außenhaut rechtwinklig zur Mittschiffslinie in der Höhe der Sommerladelinie	B/5 oder 11,5 m, je nachdem, welcher Wert geringer ist	
.1.3	Senkrechte Ausdehnung: von Mallkante der Außenhaut	Aufwärts ohne Begrenzung	
.2	Bodenbeschädigung	Im Bereich bis 0,3 L vom vorderen Lot des Schiffes aus	In allen anderen Teilen des Schiffes
.2.1	Längsausdehnung:	1/3 L <sup>2/3</sup> oder 14,5 m, je nachdem, welcher Wert geringer ist	1/3 L <sup>2/3</sup> oder 14,5 m, je nachdem, welcher Wert geringer ist
.2.2	Querausdehnung:	B/6 oder 10 m, je nachdem, welcher Wert geringer ist	B/6 oder 5 m, je nachdem, welcher Wert geringer ist
.2.3	Senkrechte Ausdehnung:	B/15 oder 2 m, je nachdem, welcher Wert geringer ist, gemessen von Mallkante Bodenbeplattung auf Mitte Schiff (siehe Absatz 2.4.3)	B/15 oder 2 m, je nachdem, welcher Wert geringer ist, gemessen von Mallkante Bodenbeplattung auf Mitte Schiff (siehe Absatz 2.4.3)

**2.3.2 Andere Beschädigungen**

2.3.2.1 Würde eine Beschädigung von geringerer Ausdehnung als der in Absatz 2.3.1 angegebenen größten Ausdehnung schwerwiegenderer Verhältnisse ergeben, so ist eine solche Beschädigung anzunehmen.

2.3.2.2 Eine örtliche Beschädigung an irgend einer Stelle innerhalb des Ladungsbereichs mit einer nach Absatz 2.4.1 definierten Eindringtiefe „d“, senkrecht zur Mallkante der Außenhaut gemessen, ist zu berücksichtigen. Schotte sind als beschädigt anzunehmen, wenn auch die maßgeblichen Unterabsätze des Absatzes 2.6.1 zutreffen. Würde eine Beschädigung von geringerer Ausdehnung als „d“ schwerwiegenderer Verhältnisse ergeben, so ist eine solche Beschädigung anzunehmen.

**2.4 Anordnung der Ladetanks**

2.4.1 Ladetanks müssen von der Außenhaut mindestens folgende Innenabstände haben:

- .1 Typ IG-Schiffe: von der Mallkante der Außenhaut mindestens die in Absatz 2.3.1.1.2 angegebene Querausdehnung der Beschädigung und von der

Mallkante der Bodenbeplattung auf Mittschiffslinie mindestens die in Absatz 2.3.1.2.3 angegebene senkrechte Ausdehnung der Beschädigung, und an keiner Stelle weniger als den Abstand „d“, wobei „d“ den folgenden Wert hat:

- .1 für  $V_c$  bis zu 1 000 m<sup>3</sup>,  $d = 0,8$  m;
- .2 für  $1\,000\text{ m}^3 < V_c < 5\,000\text{ m}^3$ ,  $d = 0,75 + V_c \times 0,2/4\,000$  m;
- .3 für  $5\,000\text{ m}^3 \leq V_c < 30\,000\text{ m}^3$ ,  $d = 0,8 + V_c/25\,000$  m; und
- .4 für  $V_c \geq 30\,000\text{ m}^3$ ,  $d = 2$  m;

dabei ist:

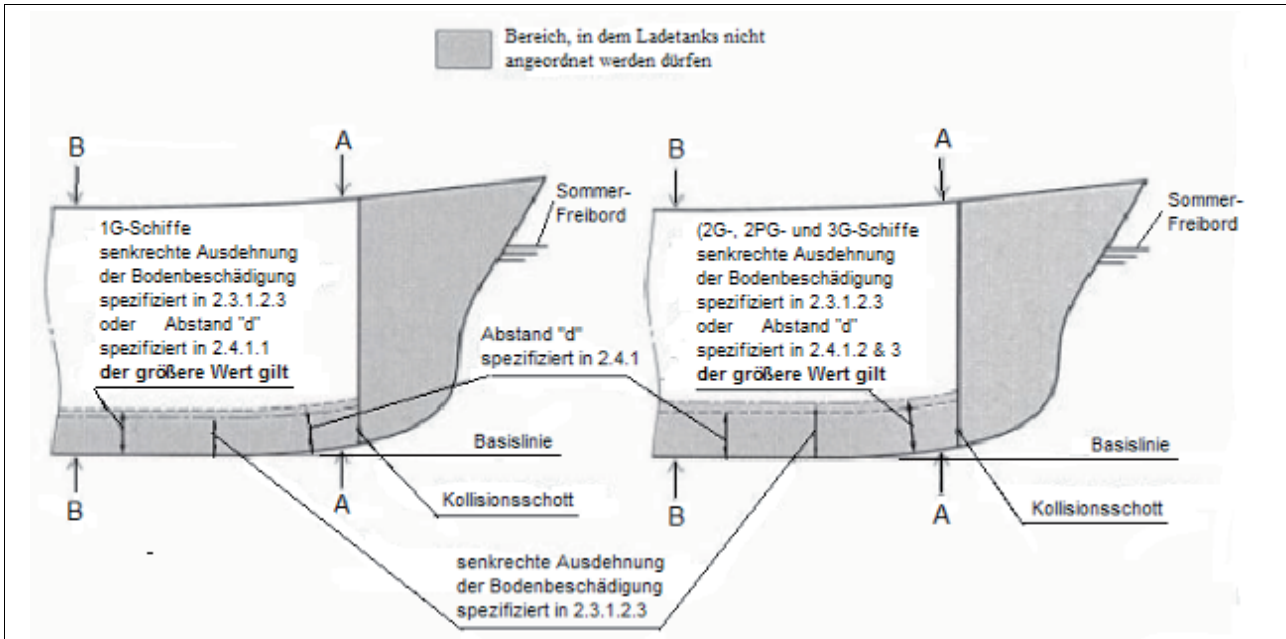
- $V_c$  entspricht 100% des Brutto-Entwurfsvolumens des einzelnen Ladetanks bei 20 °C einschließlich Tankdome und Anhänge (siehe Abbildungen 2.1 und 2.2). Für den Zweck der Schutzabstände von Ladetanks ist das Ladetank-Volumen das Gesamtvolumen aller Teile eines Tanks, die ein gemeinsames Schott bzw. gemeinsame Schotte haben. und
- „d“ wird bei jedem Querschnitt im rechten Winkel von der Mallkante der Außenhaut gemessen.

Tankgrößen-Begrenzungen können bei Ladungen für Typ IG-Schiffe gemäß Kapitel 17 Anwendung finden.

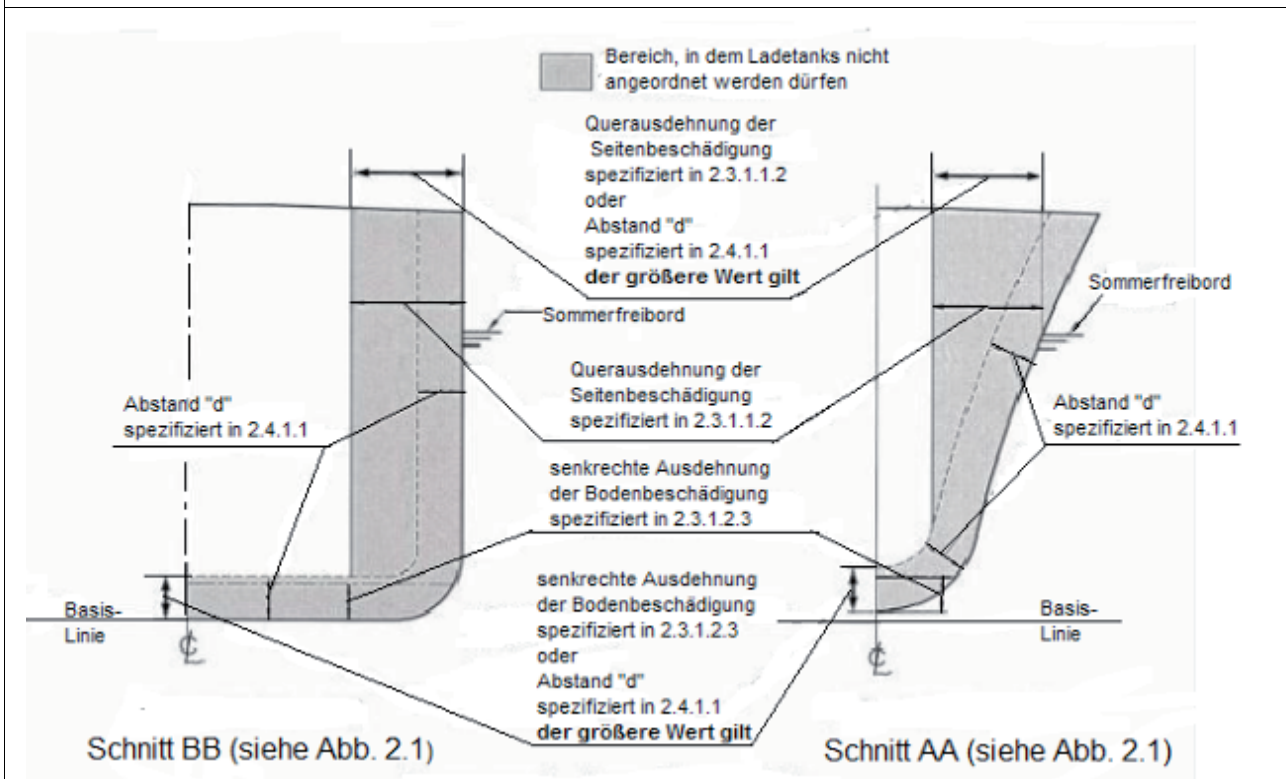
- .2 Typ 2G/2PG-Schiffe: von der Mallkante der Bodenbeplattung auf Mittschiffslinie mindestens die in Absatz 2.3.1.2.3 angegebene senkrechte Ausdehnung der Beschädigung und an keiner Stelle weniger als den Abstand „d“ wie in Absatz 2.4.1.1 angegeben (siehe Abbildungen 2.1 und 2.3).
- .3 Typ 3G-Schiffe: von der Mallkante der Bodenbeplattung auf Mittschiffslinie mindestens die in Absatz 2.3.1.2.3 angegebene senkrechte Ausdehnung der Beschädigung und an keiner Stelle weniger als den Abstand „d“ wobei „d“ = 0,8 m von der Mallkante der Außenhaut ist (siehe Abbildungen 2.1 und 2.4).

2.4.2 Bei der Anordnung der Tanks ist die senkrechte Ausdehnung der Bodenbeschädigung im Fall von Membran- oder Semimembran-Tanks bis zum Innenboden zu messen, andernfalls bis zum Boden der Ladetanks. Die Querausdehnung der Seitenbeschädigung ist im Fall von Membran- oder Semimembran-Tanks bis zum Längsschott zu messen, andernfalls bis zur Seite des Ladetanks. Die in den Absätzen 2.3 und 2.4 angegebenen Abstände sind wie in den Abbildungen 2.5 Buchstaben a bis e zu verwenden. Diese Abstände sind von Platte zu Platte, von Mallkante zu Mallkante, zu messen, ohne Berücksichtigung der Isolierung.

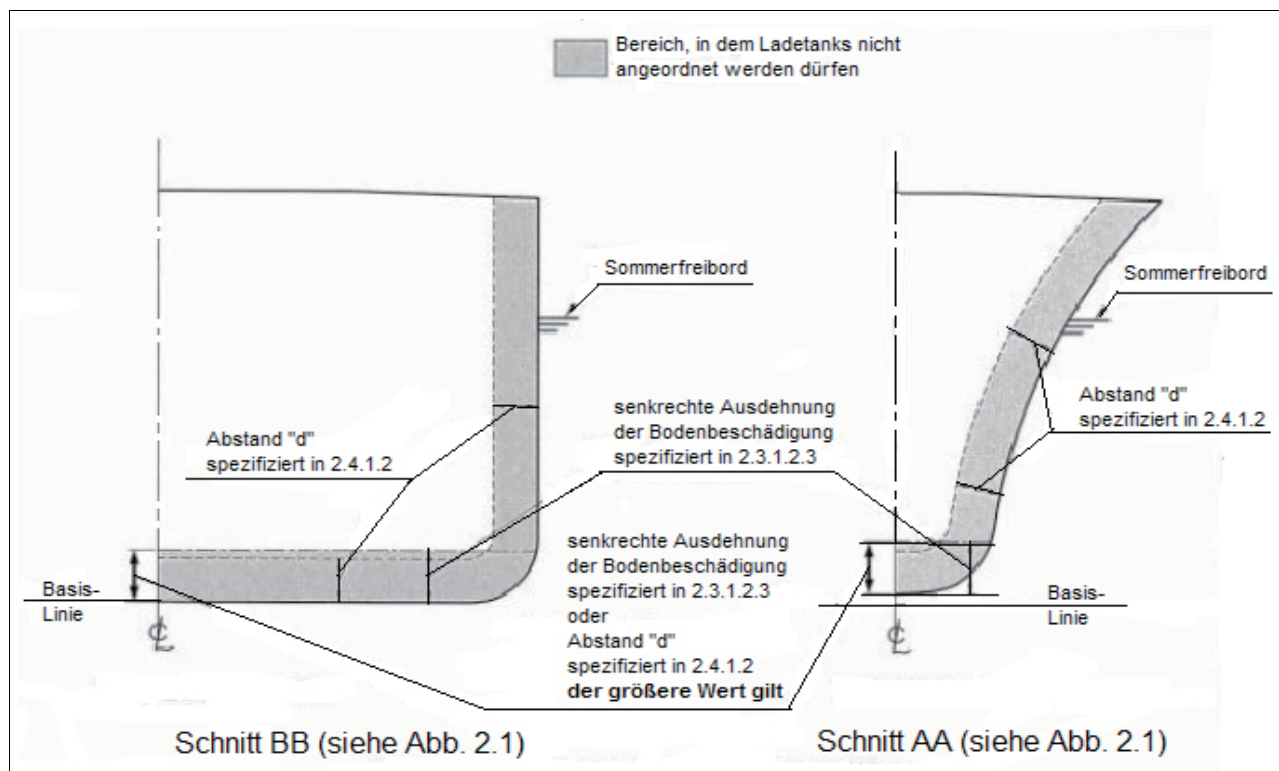




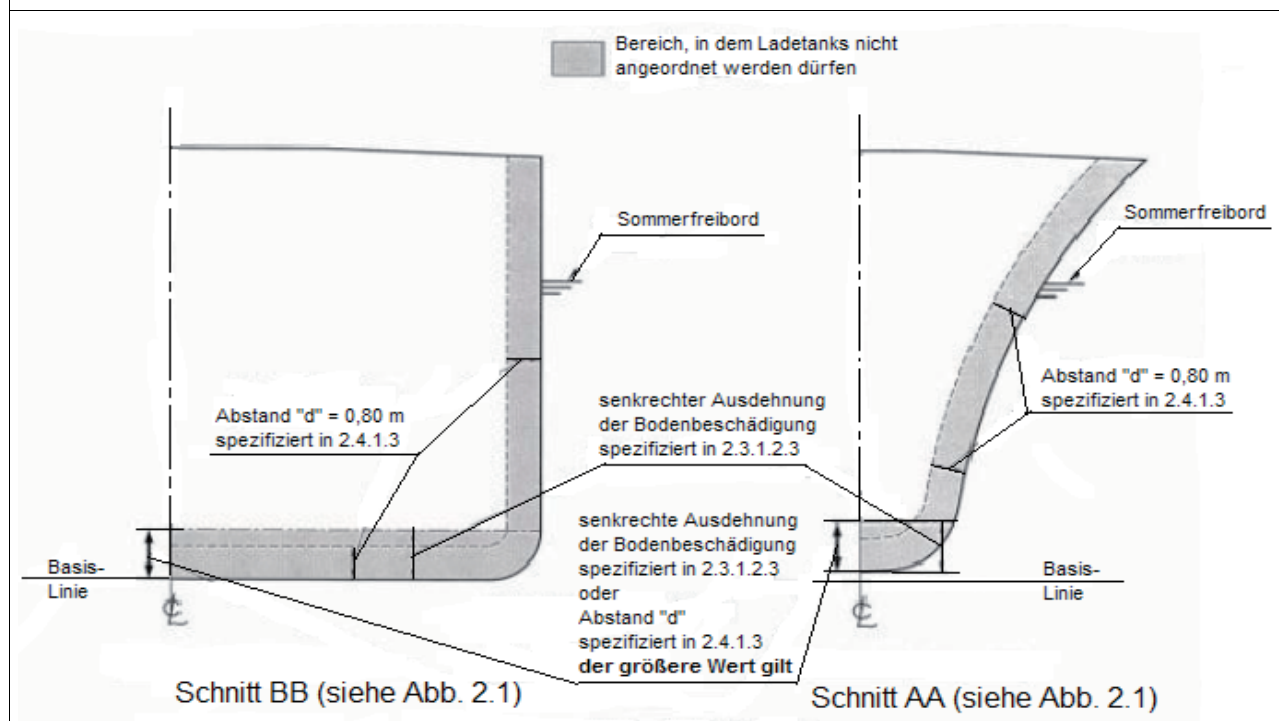
Seitenansicht auf Mitte Schiff – 1G, 2G, 2PG und 3G-Schiffe  
**Abbildung 2.1 – Anforderungen an die Ladetank-Anordnung**



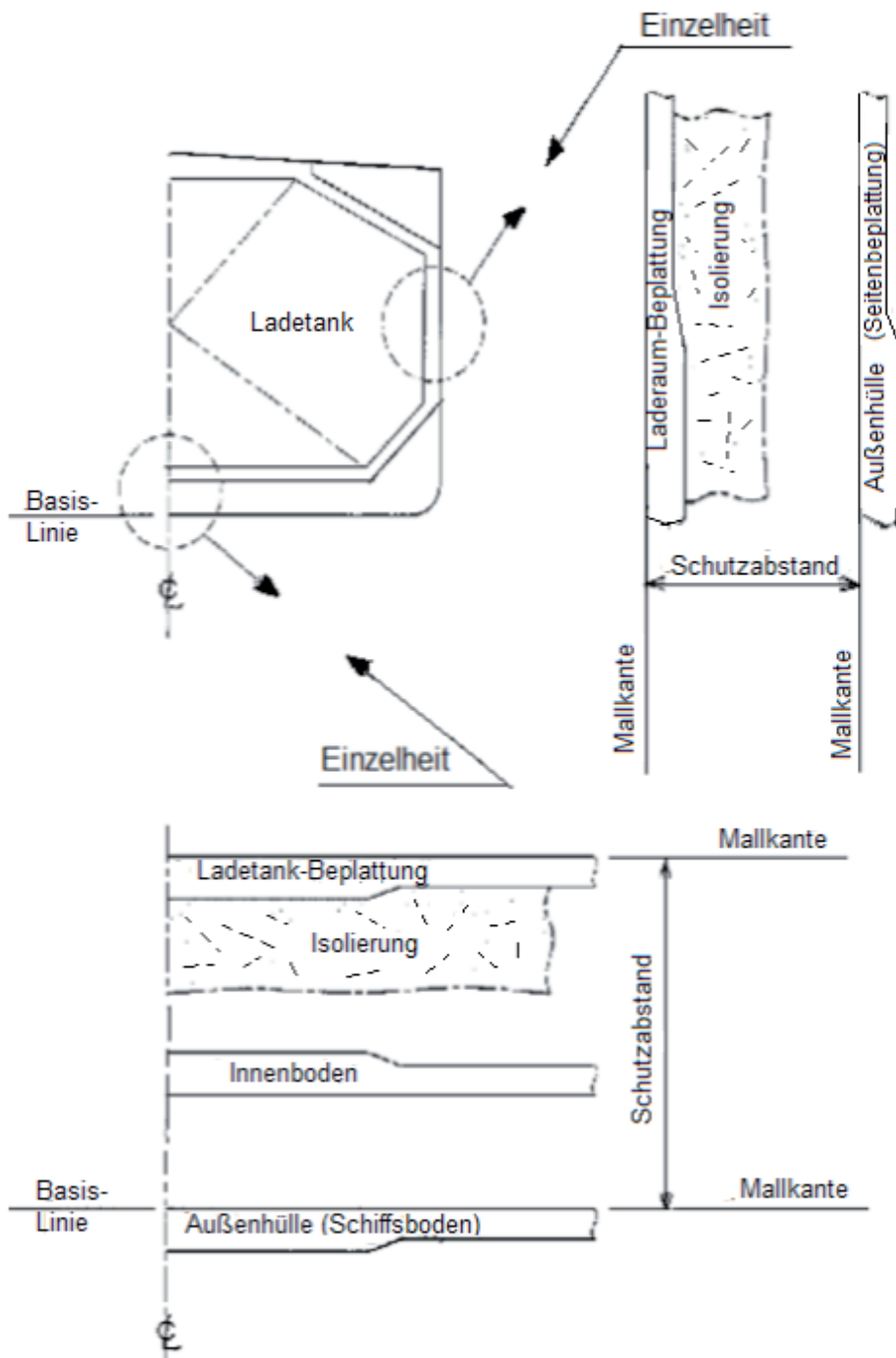
Querschnitt – 1G-Schiff  
**Abbildung 2.2 – Anforderungen an die Ladetank-Anordnung**



Querschnitt – 2G und 2PG-Schiffe  
**Abbildung 2.3 – Anforderungen an die Ladetank-Anordnung**

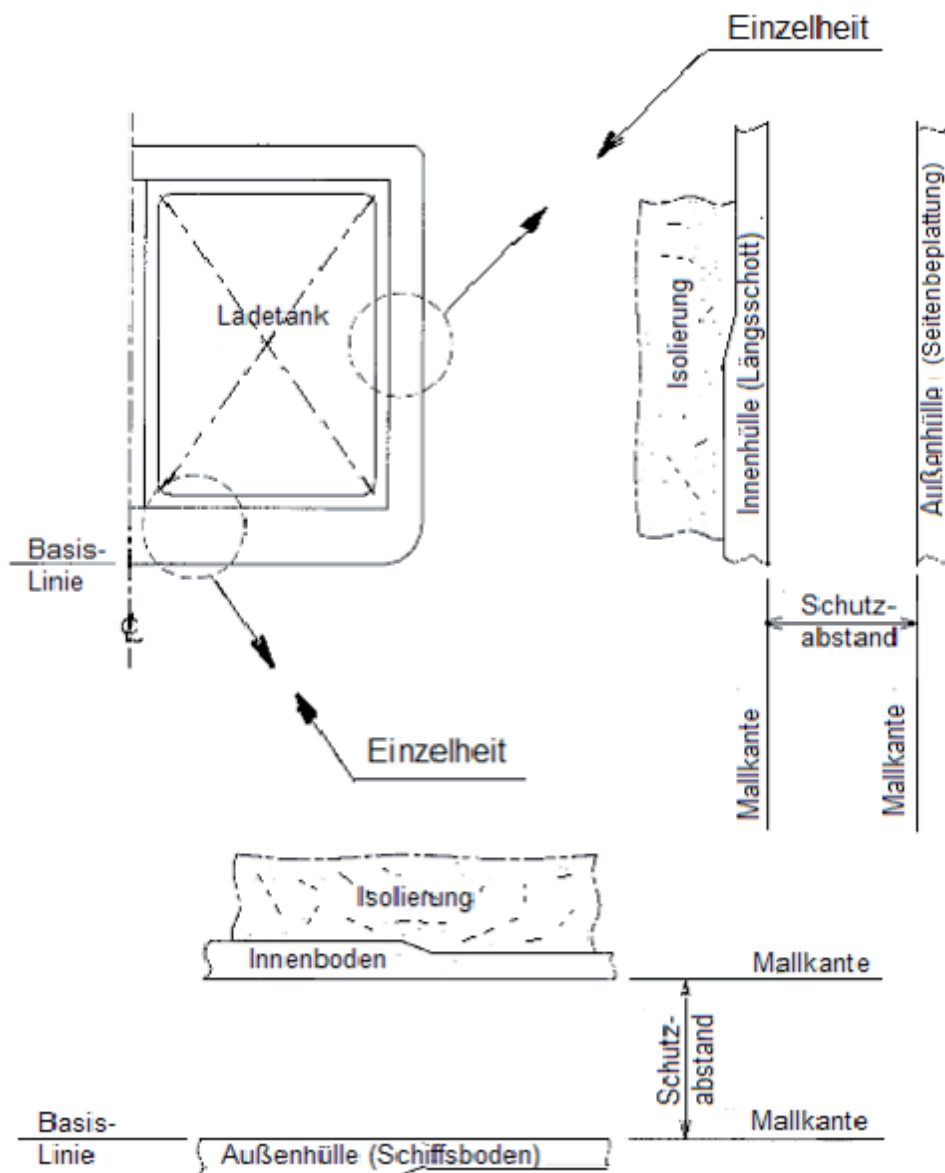


Querschnitt – 3G-Schiff  
**Abbildung 2.4 – Anforderungen an die Ladetank-Anordnung**



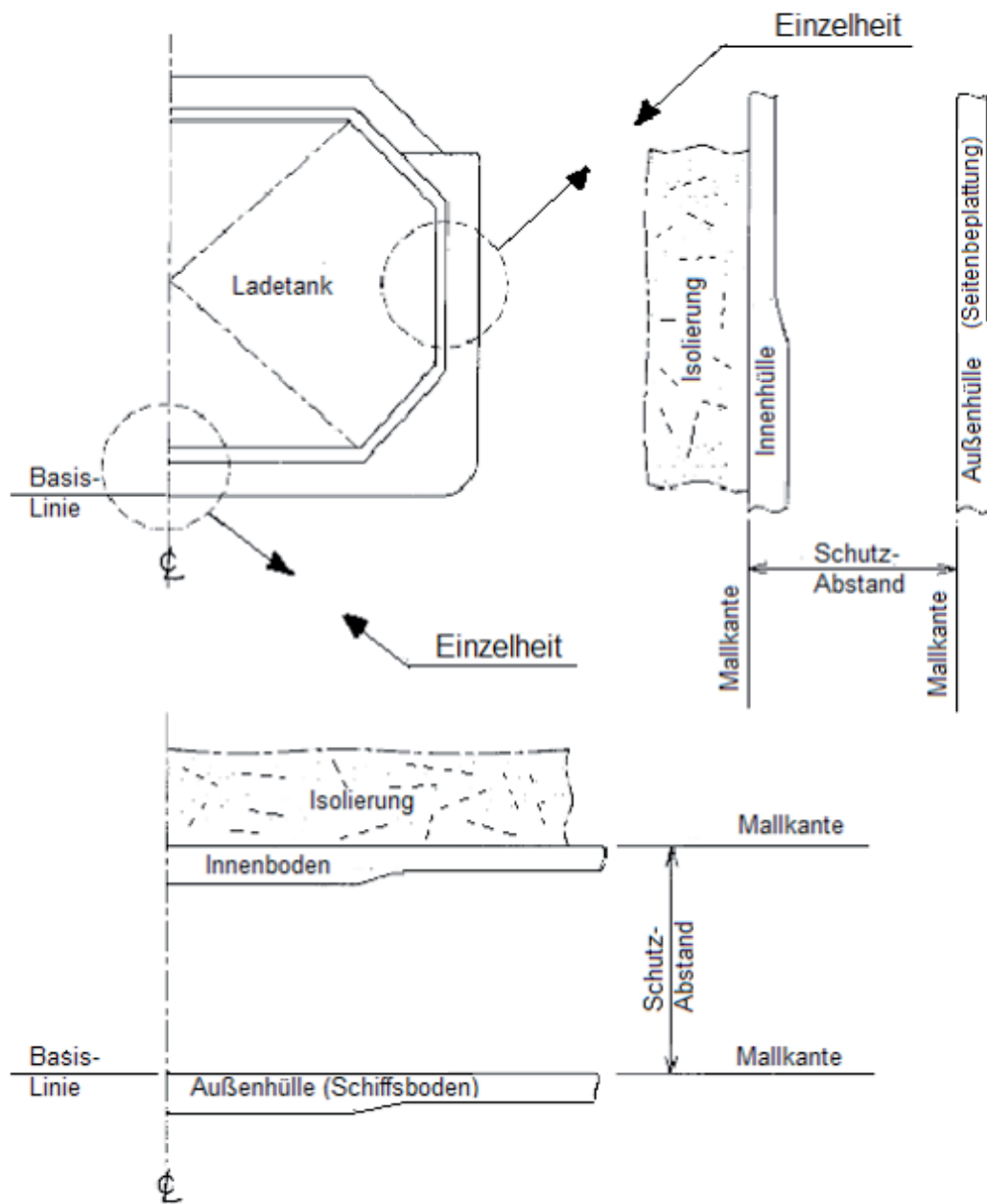
Unabhängiger prismatischer Tank

**Abbildung 2.5 (a) – Schutzabstand**



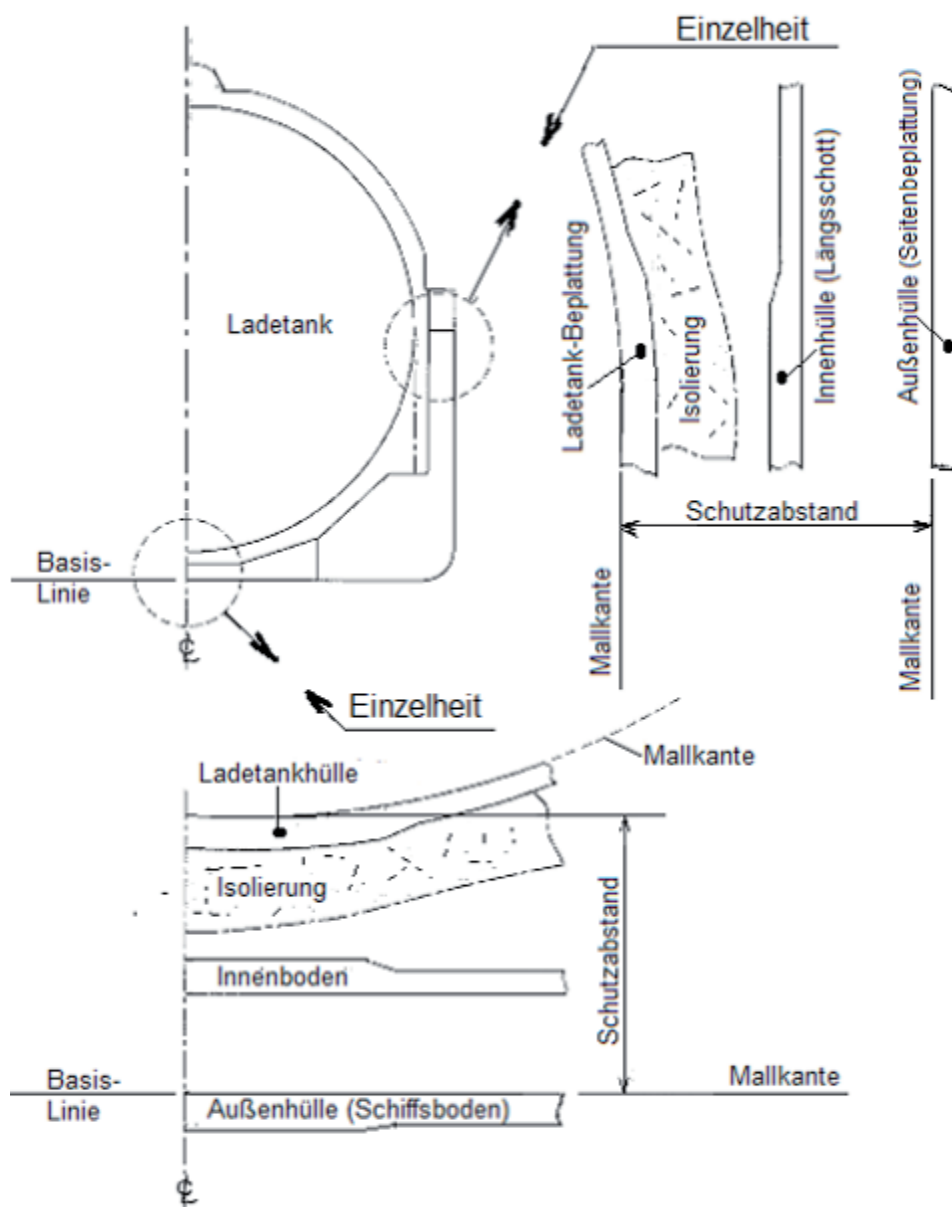
Semi-Membrantank

Abbildung 2.5 (b) – Schutzabstand



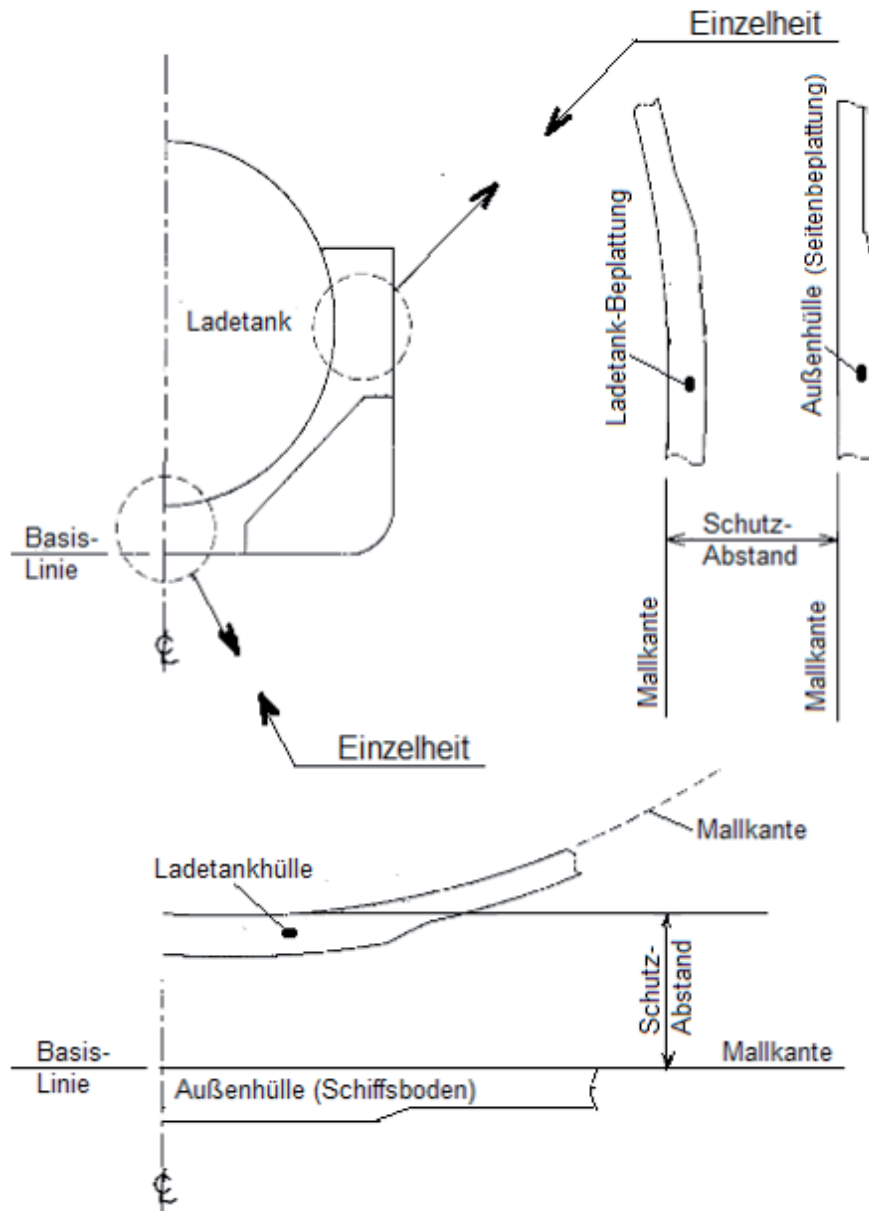
Membrantank

Abbildung 2.5 (c) – Schutzabstand



Kugelförmiger Tank

**Abbildung 2.5 (d) – Schutzabstand**



Druckank

Abbildung 2.5 (e) – Schutzabstand

2.4.3 Mit Ausnahme von Typ IG-Schiffen dürfen sich in Ladetanks eingebaute Lenzbrunnen in die senkrechte Ausdehnung der Bodenbeschädigung gemäß Absatz 2.3.1.2.3 erstrecken, vorausgesetzt, dass solche Lenzbrunnen so klein wie praktisch durchführbar sind und die Tiefe unterhalb der Innenboden-Belattung 25 v.H. der Doppelbodenhöhe oder 350 mm nicht überschreitet, je nachdem, welcher Wert kleiner ist. Ist kein Doppelboden vorhanden, so darf die Tiefe unterhalb der oberen Begrenzung der Bodenbeschädigung 350 mm nicht überschreiten. In Übereinstimmung mit diesem Absatz eingebaute Lenzbrunnen dürfen bei der Bestimmung der Abteilungen, die durch Beschädigung betroffen sind, außer acht gelassen werden.

2.4.4 Ladetanks dürfen nicht vor dem Kollisionsschott angeordnet sein.

## 2.5 Flutungsannahmen

2.5.1 Die Anforderungen des Abschnitts 2.7 sind durch Berechnungen zu bestätigen, welche die Entwurfsmerkmale des Schiffes, Anordnung, Form und Inhalt der beschädigten Abteilungen, die Verteilung, relative Dichten und Auswirkungen freier Flüssigkeitsoberflächen sowie Tiefgang und Trimm für alle Ladefälle berücksichtigen.

2.5.2 Für Räume, die als geflutet anzunehmen sind, gelten die folgenden Flutbarkeiten:

Räume	Flutbarkeit
für Vorräte bestimmt	0,6
durch Unterkunftsräume belegt	0,95
durch Maschinenanlagen belegt	0,85
Leerräume	0,95
Laderäume	0,95 <sup>1</sup>
vorgesehen für flüssige Verbrauchsstoffe	0 bis 0,95 <sup>2</sup>
vorgesehen für sonstige Flüssigkeiten	0 bis 0,95 <sup>2</sup>

Anmerkung 1 Andere Flutbarkeits-Werte können auf der Basis ausführlicher Berechnungen berücksichtigt werden. Auf Interpretationen zu Teil B-1 Kapitel II-1 SOLAS (MSC/Rundschreiben 651) wird verwiesen.

Anmerkung 2 Die Flutbarkeit teilgefüllter Tanks muss mit der Menge der in dem Tank beförderten Flüssigkeit übereinstimmen.

2.5.3 Bei der Beschädigung eines Tanks, der Flüssigkeiten enthält, ist anzunehmen, dass der Inhalt dieses Tanks vollständig verloren geht und durch Seewasser bis zur Höhe der End-Gleichgewichtsschwimmlage ersetzt wird.

2.5.4 Wenn mit der Beschädigung zwischen Querschotten nach den Absätzen 2.6.1.4, 2.6.1.5 und 2.6.1.6 zu rechnen ist, müssen die Querschotte, um als wirksam gelten zu können, mindestens einen Abstand voneinander haben, welcher der Längenausdehnung der Beschädigung nach Absatz 2.3.1.1.1 entspricht. Wenn Querschotte einen geringeren Abstand haben, sind zwecks Bestimmung der gefluteten Abteilungen ein oder mehrere dieser Schotte in diesem Beschädigungsbereich als nicht vorhanden anzusehen. Darüber hinaus ist jeder Teil eines Querschotts, der Seiten- oder Doppelbodenabteilungen begrenzt, als beschädigt anzunehmen, wenn die wasserdichten Schott-



Begrenzungen im Bereich der senkrechten oder waagerechten Eindringtiefe nach Abschnitt 2.3 liegen. Ferner ist jedes Querschott als beschädigt anzunehmen, wenn es Stufen oder Nischen von mehr als 3 m Länge hat, die im Bereich der Eindringtiefe des anzunehmenden Schadens liegen. Die durch das Achterpiekschott oder den Achterpiektank gebildete Stufe ist nicht als Stufe im Sinne dieses Absatzes anzusehen.

2.5.5 Das Schiff ist so zu entwerfen, dass durch zweckmäßige Anordnungen asymmetrische Flutungen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben.

2.5.6 Soweit vorhanden, dürfen Einrichtungen zum Krängungsausgleich, die mechanische Hilfsmittel wie Absperrrichtungen und Querflutleitungen erfordern, zum Zweck der Beschränkung des Krängungswinkels oder des Erreichens des Mindestumfangs der Reststabilität nicht herangezogen werden, um die Anforderungen des Absatzes 2.7.1 einzuhalten, und in allen Zwischenzuständen der Flutung muss eine ausreichende Reststabilität sichergestellt sein. Räume, die durch Kanäle mit großen Querschnitten verbunden sind, dürfen als gemeinsamer Raum betrachtet werden.

2.5.7 Falls Rohrleitungen, Kanäle, Schächte oder Tunnel innerhalb der Eindringtiefe des in Abschnitt 2.3 festgelegten Schadensbereichs liegen, müssen Einrichtungen derart vorgesehen sein, dass sich dadurch eine weitergehende Flutung nicht auf Abteilungen ausdehnen kann, die nicht schon für den jeweiligen Schadensfall als geflutet angenommen worden sind.

2.5.8 Der Auftrieb eines Aufbaus, der unmittelbar über einer Seitenbeschädigung liegt, bleibt unberücksichtigt. Die ungefluteten Teile von Aufbauten außerhalb der Schadensausdehnung können jedoch unter folgenden Voraussetzungen berücksichtigt werden:

- .1 Sie sind von dem beschädigten Raum durch wasserdichte Schotte getrennt, und die Anforderungen des Absatzes 2.7.1.1 in Bezug auf diese unbeschädigten Räume sind eingehalten, und
- .2 Öffnungen in diesen Schotten können durch fernbetätigte wasserdichte Schiebetüren verschlossen werden, und ungeschützte Öffnungen innerhalb des Mindestumfangs der Reststabilität nach Absatz 2.7.2.1 tauchen nicht ein. Das Eintauchen aller anderen Öffnungen, die wetterdichte Verschlusseinrichtungen haben, kann jedoch zugelassen werden.

## 2.6 Beschädigungsanforderung

2.6.1 Schiffe müssen nach den in Abschnitt 2.3 angegebenen Schäden mit den in Abschnitt 2.5 angegebenen Flutungsannahmen in dem für den jeweiligen Schiffstyp festgelegten Umfang entsprechend den folgenden Anforderungen schwimmfähig bleiben:

- .1 Bei einem Typ IG-Schiff ist anzunehmen, dass es eine Beschädigung an jeder beliebigen Stelle im Bereich seiner ganzen Länge übersteht;
- .2 bei einem Typ 2G-Schiff von mehr als 150 m Länge ist anzunehmen, dass es eine Beschädigung an jeder beliebigen Stelle im Bereich seiner ganzen Länge übersteht;
- .3 bei einem Typ 2G-Schiff von 150 m oder weniger Länge ist anzunehmen, dass es eine Beschädigung an jeder beliebigen Stelle im Bereich seiner ganzen Länge mit Ausnahme derjenigen Querschotte übersteht, die einen im Hinterschiff angeordneten Maschinenraum begrenzen;

- .4 bei einem Typ 2PG-Schiff ist anzunehmen, dass es eine Beschädigung an jeder beliebigen Stelle im Bereich seiner ganzen Länge mit Ausnahme der Querschotte übersteht, deren Abstand voneinander größer ist als die in Absatz 2.3.1.1.1 angegebene Längsausdehnung der Beschädigung;
- .5 bei einem Typ 3G-Schiff von 80 m und mehr Länge ist anzunehmen, dass es eine Beschädigung an jeder beliebigen Stelle im Bereich seiner ganzen Länge mit Ausnahme der Querschotte übersteht, deren Abstand voneinander größer ist als die in Absatz 2.3.1.1.1 angegebene Längsausdehnung der Beschädigung; und
- .6 bei einem Typ 3G-Schiff von weniger als 80 m Länge ist anzunehmen, dass es eine Beschädigung an jeder beliebigen Stelle im Bereich seiner ganzen Länge mit Ausnahme der Querschotte übersteht, deren Abstand voneinander größer ist als die in Absatz 2.3.1.1.1 angegebene Längsausdehnung der Beschädigung und mit Ausnahme einer Beschädigung, die den Maschinenraum einbezieht, wenn er achtern angeordnet ist.

2.6.2 Im Fall kleiner Typ 2G/2PG- und Typ 3G-Schiffe, die nicht in jeder Hinsicht den maßgeblichen Vorschriften der Absätze 2.6.1.3, 2.6.1.4 und 2.6.1.6 entsprechen, darf die Verwaltung besondere Befreiungen nur unter der Voraussetzung in Betracht ziehen, dass alternative Maßnahmen ergriffen werden können, die den gleichen Sicherheitsgrad aufrechterhalten. Die Eigenschaften der alternativen Maßnahmen müssen zugelassen und eindeutig festgelegt sein sowie der Hafenverwaltung zur Verfügung stehen. Derartige Befreiungen sind in das in Absatz 1.4.4 bezeichnete Internationale Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut ordnungsgemäß einzutragen.

## 2.7 Anforderungen an die Schwimmfähigkeit

Schiffe, die dem Code unterliegen, müssen bei den in Abschnitt 2.3 angenommenen Beschädigungen entsprechend der Beschädigungsanforderung des Abschnitts 2.6 in einem stabilen Gleichgewichtszustand schwimmfähig bleiben, und sie müssen die folgenden Kriterien erfüllen:

### 2.7.1 In jedem Zustand der Flutung

- .1 muss die Wasserlinie unter Berücksichtigung von Tiefertauchung, Krängung und Trimm unterhalb der Unterkante jeder Öffnung bleiben, durch die eine weitergehende Flutung oder Überflutung eintreten kann. Solche Öffnungen umfassen Luftrohre und Öffnungen, die durch wetterdichte Türen oder Lukendeckel verschlossen sind; davon ausgenommen werden dürfen solche Öffnungen, die durch wasserdichte Mannlochdeckel, wasserdichte Glatt-Deckverschraubungen, kleine wasserdichte Ladetankluken, welche die Geschlossenheit des Decks nicht beeinträchtigen, fernbetätigte wasserdichte Schiebetüren und nicht zu öffnende, runde oder eckige Schiffsfenster verschlossen sind,
- .2 darf der größte Krängungswinkel infolge unsymmetrischer Flutung nicht größer als 30° sein, und
- .3 darf die Reststabilität während der Zwischenzustände der Flutung nicht geringer sein als die, welche nach Absatz 2.7.2.1 vorgeschrieben ist.

### 2.7.2 Im Endgleichgewichtszustand nach der Flutung

- .1 muss die Hebelarmkurve über die Gleichgewichtslage hinaus einen Mindestumfang von 20° in Verbindung mit einem Mindesthebelarm von 0,1 m innerhalb des 20°-Bereichs haben; die Fläche unter der Hebelarmkurve darf innerhalb dieses Bereichs nicht kleiner als 0,0175 m x rad sein. Der Stabilitätsumfang von 20° kann von jedem beliebigen Winkel aus, der zwischen der Stelle der Gleichgewichtslage und dem Winkel von 25° (oder 30°, wenn Seite Deck nicht eintaucht) liegt, gemessen werden. Ungeschützte Öffnungen dürfen in diesem Bereich nicht eintauchen, sofern der betroffene Raum nicht als geflutet angenommen wird. Innerhalb dieses Bereichs kann das Eintauchen der in Absatz 2.7.1.1 aufgeführten Öffnungen sowie sonstiger Öffnungen, die wetterdicht verschlossen werden können, zugelassen werden, und
- .2 muss die Notstromversorgung betrieben werden können.

## KAPITEL 3

### SCHIFFSEINTEILUNG

#### **Zielsetzung**

*Sicherstellung, dass das Ladungsbehältersystem und das Umschlagssystem so angeordnet sind, dass die Auswirkungen eines Ladungsaustritts minimiert werden, und einen sicheren Zugang für Betrieb und Besichtigung zu ermöglichen.*

#### **3.1 Abgrenzung des Ladungsbereichs**

3.1.1 Laderäume müssen von Maschinen- und Kesselräumen, Unterkünfts- und Wirtschaftsräumen, Kontrollstationen, Kettenkästen, Brauchwassertanks und von Vorratsräumen getrennt sein. Laderäume müssen vor Maschinenräumen der Kategorie A angeordnet sein. Alternative Anordnungen einschließlich der Lage von Maschinenräumen der Kategorie A im vorderen Bereich können auf der Grundlage der Regel II-2/17 SOLAS nach zusätzlicher Abwägung der damit verbundenen Risiken einschließlich derjenigen des Ladungsaustritts und der Mittel der Verringerung anerkannt werden.

3.1.2 Wenn Ladung in einem Ladungsbehältersystem befördert wird, das keine vollständige oder teilweise zweite Barriere erfordert, kann die Abgrenzung der Laderäume von den in Absatz 3.1.1 genannten Räumen oder von Räumen unterhalb oder außerhalb der Laderäume durch Kofferdämme, Brennstofftanks oder durch ein einzelnes gasdichtes, vollständig geschweißtes Schott, das eine Trennfläche der Klasse A-60 ist, erfolgen. Eine gasdichte Trennfläche der Klasse A-0 ist zulässig, wenn sich in den angrenzenden Räumen keine Zündquelle oder Brandgefahr befindet.

3.1.3 Wenn Ladung in einem Ladungsbehältersystem befördert wird, das eine vollständige oder teilweise zweite Barriere erfordert, muss die Abgrenzung der Laderäume von den in Absatz 3.1.1 genannten Räumen oder von Räumen unterhalb oder außerhalb der Laderäume, in denen eine Zündquelle oder Brandgefahr vorhanden ist, durch Kofferdämme oder Brennstofftanks erfolgen. Eine gasdichte Trennfläche der Klasse A-0 ist zulässig, wenn sich in den angrenzenden Räumen keine Zündquelle oder Brandgefahr befindet.

3.1.4 Die Abgrenzung der Drehkranzmodule von den in Absatz 3.1.1 angegebenen Räumen oder von Räumen unterhalb oder außerhalb des Drehkranzmoduls, in denen eine Zündquelle oder

Brandgefahr vorhanden ist, muss durch Kofferdämme oder eine Trennflächen der Klasse A-60 erfolgen. Eine gasdichte Trennfläche der Klasse A-0 ist zulässig, wenn in den angrenzenden Räumen keine Zündquelle oder Brandgefahr vorhanden ist.

3.1.5 Außerdem ist das Risiko einer Brandausbreitung aus Drehkranzmodulen in angrenzende Räume durch eine Risikoanalyse (siehe Absatz 1.1.11) zu bewerten, und, sofern erforderlich, sind weitere Schutzmaßnahmen wie beispielsweise die Anordnung eines Kofferdamms um das Drehkranzmodul herum vorzusehen.

3.1.6 Wenn Ladung in einem Ladungsbehältersystem befördert wird, das eine vollständige oder teilweise zweite Barriere erfordert, gilt folgendes:

- .1 Bei Beförderungstemperaturen unter  $-10\text{ °C}$  müssen die Laderäume von der See durch einen Doppelboden getrennt sein, und
- .2 bei Beförderungstemperaturen unter  $-55\text{ °C}$  muss das Schiff außerdem ein Seitenlängsschott haben, das die Seitentanks bildet.

3.1.7 Es müssen Vorkehrungen zum Abdichten der Wetterdecks im Bereich von Öffnungen des Ladungsbehältersystems getroffen werden.

## **3.2 Unterkunfts-, Wirtschafts- und Maschinenräume sowie Kontrollstationen**

3.2.1 Unterkunftsräume, Wirtschaftsräume oder Kontrollstationen dürfen nicht im Ladungsbereich angeordnet sein. Die Schotte von Unterkunftsräumen, Wirtschaftsräumen oder Kontrollstationen, die dem Ladungsbereich zugewandt sind, müssen so angeordnet sein, dass bei Schiffen mit einem Ladungsbehältersystem, das eine zweite Barriere erfordert, das Eindringen von Gas aus dem Laderaum durch einen einzigen Defekt eines Decks oder Schottes in solche Räume verhindert wird.

3.2.2 Zum Schutz vor gefährlichen Dämpfen ist die Anordnung von Lufteintrittsöffnungen und -austrittsöffnungen sowie Öffnungen zu Unterkunfts-, Wirtschafts- und Maschinenräumen sowie Kontrollstationen in Bezug auf Ladeleitungen, Ladungs-Abblasesysteme und Maschinenraum-Abgasaustrittsöffnungen von Gasbrenneranlagen besonders zu berücksichtigen.

3.2.3 Der Zugang von einem ungefährdeten Bereich zu einem gefährdeten Bereich durch gasdichte oder andere Türen ist nicht zugelassen, außer für den Zugang durch Gasschleusen entsprechend Absatz 3.6.1 zu Wirtschaftsräumen vor dem Ladungsbereich, wenn sich die Unterkunftsräume im Hinterschiff befinden.

3.2.4.1 Eingänge, Lufteintrittsöffnungen und Öffnungen zu Unterkunftsräumen, Wirtschaftsräumen, Maschinenräumen sowie Kontrollstationen dürfen nicht dem Ladungsbereich zugewandt sein. Sie müssen entweder im Endschott, das dem Ladungsbereich nicht zugewandt ist, oder in der Außenwand des Aufbaus oder des Deckshauses oder in beiden in einem Abstand von mindestens 4 v. H. der Schiffslänge (L) des Schiffes, mindestens aber 3 m vom Ende des dem Ladungsbereich zugewandten Aufbaus oder Deckshauses angeordnet sein. Dieser Abstand braucht jedoch 5 m nicht zu überschreiten.

3.2.4.2 Eckige und runde Schiffsfenster, die dem Ladungsbereich zugewandt sind, und solche, die in den Seitenwänden des Aufbaus oder Deckshauses eingebaut sind, müssen innerhalb des vorstehend genannten Bereiches Festfenster (nicht zu öffnen) sein. Brückenfenster brauchen keine Festfenster zu sein, und Brückentüren dürfen innerhalb der vorstehend angegebenen Begrenzungen angeordnet sein, sofern sie von einer Bauart sind, nach der ein schnelles und wirksames Abdichten der Kommandobrücke gegen Gase und Dämpfe sichergestellt werden kann.

3.2.4.2 Für Schiffe, die speziell für die Beförderung von Ladungen vorgesehen sind, von denen weder eine Entzündungsgefahr noch eine Giftgefahr ausgeht, kann die Verwaltung bezüglich der vorstehenden Anforderungen Erleichterungen zulassen.

3.2.4.4 Der Zugang zu Räumen in der Back, die Zündquellen enthalten, kann durch eine einzelne dem Ladungsbereich zugewandte Tür unter der Voraussetzung zugelassen werden, dass sich die Tür außerhalb gefährdeter Bereiche, wie in Kapitel 10 definiert, befindet.

3.2.5 Eckige und runde Schiffsfenster, die dem Ladungsbereich zugewandt sind, und solche, die in den Seitenwänden der Aufbauten und Deckhäuser innerhalb der in Absatz 3.2.4 angegebenen Grenzen eingebaut sind, müssen, mit Ausnahme der Brückenfenster, Fenster der Klasse „A-60“ sein. Runde Schiffsfenster in der Außenhaut unterhalb des obersten durchlaufenden Decks und im ersten Deck des Aufbaus oder Deckshauses müssen feste (nicht öffnende) Fenster sein.

3.2.6 Alle Lufteintrittsöffnungen, Austrittsöffnungen und sonstige Öffnungen zu Unterkunfts- und Wirtschaftsräumen sowie Kontrollstationen müssen mit Verschlusseinrichtungen versehen sein. Bei Beförderung giftiger Stoffe müssen sie von innerhalb des Raumes betätigt werden können. Die Vorschriften für den Einbau von Verschlusseinrichtungen, die von innerhalb des Raumes bei giftigen Stoffen betätigt werden, an Lufteintrittsöffnungen und Öffnungen brauchen nicht bei Räumen angewendet zu werden, die normalerweise nicht besetzt sind wie beispielsweise Vorrats- und Lagerräume an Deck und in der Back sowie Werkstätten. Außerdem gelten die Vorschriften nicht für Ladekontrollräume, die sich im Ladungsbereich befinden.

3.2.7 Kontrollstationen und Maschinenräume von Drehkranzmodulen dürfen auf Schiffen mit solchen Einbauten im Ladungsbereich vor oder hinter den Ladetanks angeordnet sein. Der Zugang zu solchen Räumen, die Zündquellen enthalten, kann durch dem Ladungsbereich zugewandte Türen unter der Voraussetzung zugelassen werden, dass sich die Türen außerhalb gefährdeter Bereiche befinden oder der Zugang durch Gasschleusen erfolgt.

### **3.3 Lademaschinenräume und Drehkranzmodule**

3.3.1 Lademaschinenräume müssen über dem Wetterdeck angeordnet sein und im Ladungsbereich liegen. Lademaschinenräume und Drehkranzmodule sind für den Zweck des Brandschutzes entsprechend Regel II-2/9.2.4 SOLAS und für den Zweck der Verhütung einer möglichen Explosion entsprechend Regel II-2/4.5.10 SOLAS wie Ladepumpenräume zu behandeln.

3.3.2 Wenn Lademaschinenräume am hinteren Ende des hintersten Laderaums oder am vorderen Ende des vordersten Laderaums angeordnet sind, müssen die Begrenzungen des in Absatz 1.2.7 definierten Ladungsbereichs so erweitert werden, dass die Lademaschinenräume über die volle Breite und Höhe des Schiffes und die Decksbereiche über diesen Räumen in den Ladungsbereich einbezogen sind.

3.3.3 Wenn die Begrenzungen des Ladungsbereichs entsprechend Absatz 3.3.2 ausgedehnt sind, muss das Schott, das die Lademaschinenräume von Unterkunfts- und Wirtschaftsräumen, Kontrollstationen und Maschinenräumen der Kategorie A trennt, so angeordnet sein, dass das Eindringen von Gas in diese Räume durch einen einzigen Defekt eines Decks oder Schotts verhindert wird.

3.3.4 Ladekompressoren und Ladepumpen können von Elektromotoren in einem angrenzenden ungefährdeten Raum, der durch ein Schott oder Deck abgetrennt ist, angetrieben werden, wenn die Dichtung um die Schottdurchführung eine wirksame gasdichte Trennung der beiden Räume

gewährleistet. Alternativ können diese Kompressoren und Pumpen von danebenstehenden explosionsgeschützten Elektromotoren angetrieben werden, wenn die elektrische Installation die Anforderungen des Kapitels 10 erfüllt.

3.3.5 Die Einrichtungen von Lademaschinenräumen und Drehkranzmodulen müssen einen sicheren und ungehinderten Zugang für Personen gewährleisten, die Schutzkleidung und Atemschutzgeräte tragen, und im Fall einer Verletzung ermöglichen, dass bewusstlose Personen evakuiert werden können. In Lademaschinenräumen müssen mindestens zwei weit voneinander entfernte Fluchtwege und Türen vorhanden sein, außer dass ein einzelner Fluchtweg anerkannt werden kann, wenn die maximale Weglänge bis zur Tür nicht mehr als 5 m beträgt.

3.3.6 Alle für den Ladungsbetrieb notwendigen Ventile müssen für Personen, die Schutzkleidung tragen, leicht zugänglich sein. Für die Entwässerung von Pumpen- und Kompressorräumen müssen geeignete Einrichtungen vorhanden sein.

3.3.7 Drehkranzmodule müssen so ausgelegt sein, dass sie im Fall einer Explosion oder eines unkontrollierten Gasaustritts unter Hochdruck (Überdruck und/oder Sprödruch) ihre bauliche Unversehrtheit beibehalten; ihre Eigenschaften müssen auf der Grundlage einer Risikoanalyse unter Berücksichtigung der Fähigkeiten der Druckentlastungs-Einrichtungen belegt werden.

### **3.4 Ladekontrollräume**

3.4.1 Jeder Ladekontrollraum muss oberhalb des Wetterdecks liegen und kann im Ladungsbereich angeordnet sein. Der Ladekontrollraum kann innerhalb der Unterkunftsräume, Wirtschaftsräume oder Kontrollstationen angeordnet sein, vorausgesetzt, dass folgende Bedingungen erfüllt sind:

- .1 Der Ladekontrollraum ist ein ungefährdeter Bereich,
- .2 wenn der Zugang Absatz 3.2.4.1 entspricht, darf der Kontrollraum Zugang zu den oben angegebenen Räumen haben, und
- .3 wenn der Zugang nicht Absatz 3.2.4.1 entspricht, darf der Kontrollraum keinen Zugang zu den oben angegebenen Räumen haben, und die Trennflächen für solche Räume müssen entsprechend der Klasse A-60 isoliert sein.

3.4.2 Wenn der Ladekontrollraum als ungefährdeter Bereich ausgelegt ist, muss die Instrumentierung, soweit möglich, mittels indirekter Anzeigesysteme erfolgen und auf jeden Fall so beschaffen sein, dass ein Entweichen von Gas in die Atmosphäre dieses Raums verhindert wird. Die Anordnung des Gasspürsystems innerhalb des Ladekontrollraums führt nicht dazu, dass der Raum als ein gefährdeter Bereich einzustufen ist, wenn es in Übereinstimmung mit Absatz 13.6.11 installiert ist.

3.4.3 Wenn der Ladekontrollraum auf Schiffen, die entzündbare Ladungen befördern, als ein gefährdeter Bereich eingestuft ist, muss er frei von Zündquellen sein, und jegliche elektrischen Einrichtungen müssen in Übereinstimmung mit Kapitel 10 installiert sein.

### **3.5 Zugang zu Räumen im Ladungsbereich**

3.5.1 Eine Besichtigung mindestens einer Seite der inneren Schiffverbände muss möglich sein, ohne dass feste Bauteile oder Armaturen entfernt werden müssen. Wenn eine solche Besichtigung, unabhängig davon, ob sie mit den in den Absätzen 3.5.2, 4.6.2.4 oder 4.20.3.7 vorgeschriebenen Besichtigungen kombiniert durchgeführt wird, nur an der Außenseite der inneren Schiffshülle möglich ist, darf die innere Schiffshülle keine Begrenzungswand eines Brennstofftanks sein.

3.5.2 Eine Seite der Isolierung in Laderäumen muss besichtigt werden können. Wenn die Unversehrtheit des Isoliersystems durch Besichtigung der Außenseite der Laderaumbegrenzungen festgestellt werden kann, während die Tanks Betriebstemperatur haben, braucht die Besichtigung der einen Seite der Isolierung im Laderaum nicht verlangt zu werden.

3.5.3 Die Anordnung von Laderäumen, Leerräumen, Ladetanks und anderen Räumen, die als gefährdete Bereiche eingestuft sind, muss den Zugang und die Besichtigung dieser Räume durch Personen ermöglichen, die Schutzkleidung und Atemschutzgeräte tragen, und sie muss auch die Evakuierung von verletzten und/oder bewusstlosen Personen ermöglichen. Derartige Anforderungen müssen Folgendes erfüllen:

- .1 Ein Zugang ist wie folgt vorzusehen:
  - .1 Zugang zu allen Ladetanks; der Zugang muss unmittelbar vom offenen Deck aus erfolgen;
  - .2 Zugang durch waagerechte Öffnungen, Luken oder Mannlöcher; die Abmessungen müssen ausreichend sein, um einer Person, die ein Atemschutzgerät trägt, das Heraufsteigen oder Hinabsteigen über eine Leiter ohne Behinderung zu gewähren, und die auch eine ausreichende lichte Öffnung bilden, um das Hochziehen einer verletzten Person vom Boden des Raumes aus zu ermöglichen. Die Mindestgröße der lichten Öffnung darf nicht kleiner als 600 mm x 600 mm sein;
  - .3 Zugang durch senkrechte Öffnungen oder Mannlöcher, die einen Durchgang bzw. Durchstieg in Längs- und Querrichtung des Raumes ermöglichen; die Mindestgröße der lichten Öffnung darf nicht kleiner als 600 mm x 800 mm sein und deren Höhe über der Bodenbeplattung nicht mehr als 600 mm beträgt, sofern nicht Grätinge oder Steigeisen angebracht sind.
  - .4 Runde Zugangsöffnungen zu Tanks vom Typ C müssen einen Durchmesser von mindestens 600 mm haben.
- .2 Die in den Absätzen 3.5.3.1.2 und 3.5.3.1.3 angegebenen Abmessungen können verringert werden, wenn die Anforderungen des Absatzes 3.5.3 entsprechend den Anforderungen der Verwaltung erfüllt werden können.
- .3 Wenn Ladung in einem Behältersystem befördert wird, das eine zweite Barriere erfordert, beziehen sich die Anforderungen der Absätze 3.5.3.1.2 und 3.5.3.1.3 nicht auf Räume, die von einem Laderaum durch eine einzige gasdichte Stahlbegrenzung getrennt sind. Solche Räume dürfen nur einen unmittelbaren oder mittelbaren Zugang vom Wetterdeck haben, der keinen geschlossenen ungefährdeten Bereich mit einschließt.
- .4 Ein für eine Besichtigung erforderlicher Zugang muss ein ausgewiesener Zugang durch die Schiffsverbände unterhalb und oberhalb von Ladetanks sein, der mindestens die in Absatz 3.5.3.1.3 festgelegten Querschnitte hat.
- .5 Für die Anwendung der Absätze 3.5.1 und 3.5.2 gilt das Folgende:
  - .1 Wenn es notwendig ist, zwischen die zu besichtigende Oberfläche, eben oder gekrümmt, und Bauteile wie Decksbalken, Steifen, Spanten, Träger usw. zu

- gelangen, darf der Abstand zwischen dieser Oberfläche und der Außenkante dieser Bauteile nicht kleiner als 380 mm sein. Der Abstand zwischen der zu besichtigenden Oberfläche und der Oberfläche, an der die genannten Bauteile befestigt sind, z. B. Decks, Schotte oder Außenhaut, darf bei einer gekrümmten Tankoberfläche (z. B. bei Typ C-Tanks) nicht kleiner als 450 mm und bei einer ebenen Tankoberfläche (z. B. bei Typ A-Tanks) nicht kleiner als 600 mm sein (siehe Abbildung 3.1);
- .2 wenn es nicht notwendig ist, zwischen die zu besichtigende Oberfläche und die Schiffsverbänden zu gelangen, um eine Besichtigung zu ermöglichen, darf der Abstand zwischen der Außenkante dieses Schiffsverbandes und der zu besichtigenden Oberfläche nicht kleiner als 50 mm oder die halbe Gurtbreite des Bauteils sein, dabei ist der größere Wert maßgeblich (siehe Abbildung 3.2);
  - .3 wenn es für die Besichtigung einer gekrümmten Oberfläche notwendig ist, zwischen diese Oberfläche und eine andere Oberfläche, eben oder gekrümmt, an die keine Bauteile angeschlossen sind, zu gelangen, darf der Abstand zwischen beiden Oberflächen nicht kleiner als 380 mm sein (siehe Abbildung 3.3). Wenn es nicht notwendig ist, zwischen diese gekrümmte Oberfläche und eine andere Oberfläche zu gelangen, kann ein geringerer Abstand als 380 mm unter Berücksichtigung der Form der gekrümmten Oberfläche zugelassen werden;
  - .4 wenn es für die Besichtigung einer annähernd ebenen Oberfläche notwendig ist, zwischen zwei annähernd ebene und annähernd parallele Oberflächen zu gelangen, an die keine Bauteile angeschlossen sind, darf der Abstand zwischen diesen Oberflächen nicht kleiner als 600 mm sein. Wenn ortsfeste Zugangsleitern angebracht sind, muss für den Zugang ein Abstand von mindestens 450 mm vorhanden sein (siehe Abbildung 3.4);
  - .5 der Mindestabstand zwischen einem Ladetanksumpf und anschließender Doppelbodenstruktur im Bereich eines Lenzbrunnens darf nicht kleiner als der in Abbildung 3.5 angegebene Abstand sein. (Abbildung 3.5 zeigt, dass der Abstand zwischen den ebenen Oberflächen des Tanksumpfes und des Lenzbrunnens mindestens 150 mm beträgt und der Abstand zwischen der Kante der Innenbodenplatte und der senkrechten Seite des Brunnens und dem Knickpunkt zwischen der kugelförmigen oder kreisförmigen Oberfläche und dem Tanksumpf mindestens 380 mm beträgt). Ist kein Lenzbrunnen vorhanden, darf der Abstand zwischen dem Ladetanksumpf und dem Innenboden nicht weniger als 50 mm betragen;
  - .6 Der Abstand zwischen einem Ladetankdom und der Deckstruktur darf nicht kleiner als 150 mm sein (siehe Abbildung 3.6);
  - .7 falls es für die Besichtigung von Ladetanks, Auflagerungen und Abstützungen der Ladetanks (z. B. Anti-Stampf-, Anti-Roll- und Anti-Aufschwimm-Sicherungseinbauteile), der Ladetankisolierung usw. erforderlich ist, müssen fest eingebaute oder bewegliche Gerüste eingebaut sein. Diese Gerüste dürfen die in den Absätzen 3.5.3.5.1 bis 3.5.3.5.4 angegebenen Abstände nicht beeinträchtigen; und



- .8 falls fest eingebaute oder tragbare Lüftungskanäle entsprechend Absatz 12.1.2 eingebaut sind, dürfen diese Kanäle die in den Absätzen 3.5.3.5.1 bis 3.5.3.5.4 angegebenen Abstände nicht beeinträchtigen.

3.5.4 Der Zugang vom freien Wetterdeck zu ungefährdeten Bereichen muss sich außerhalb der in Kapitel 10 definierten gefährdeten Bereiche befinden, sofern nicht der Zugang über eine Gasschleuse nach Abschnitt 3.6 erfolgt.

3.5.5 Drehkranzmodule müssen zwei unabhängige Zugänge/Ausgänge haben.

3.5.6 Der Zugang von einem gefährdeten Bereich unterhalb des Wetterdecks zu einem ungefährdeten Bereich ist nicht zulässig.

### 3.6 Gasschleusen

3.6.1 Der Zugang zwischen einem gefährdeten Bereich auf dem offenen Wetterdeck und einem ungefährdeten Raum muss durch eine Gasschleuse erfolgen. Diese muss aus zwei selbstschließenden, wirksam gasdichten Stahltüren ohne Feststelleinrichtungen bestehen, die den Überdruck halten können und deren Abstand voneinander mindestens 1,5 m, aber nicht mehr als 2,5 m beträgt. Der Gasschleusenraum muss von einem ungefährdeten Bereich aus mechanisch belüftet werden und unter Überdruck gegenüber dem gefährdeten Bereich auf dem offenen Wetterdeck gehalten werden.

3.6.2 Wenn die Räume durch Unter-Druck-Setzung geschützt sind, muss die Lüftungsanlage in Übereinstimmung mit anerkannten Normen<sup>5</sup> ausgelegt und eingebaut sein.

3.6.3 Es muss eine akustische und optische Alarmanlage vorgesehen sein, die an beiden Seiten der Gasschleuse Warnzeichen gibt. Der optische Alarm muss aufleuchten, wenn eine der Türen offen ist. Der akustische Alarm muss ertönen, wenn sich die Türen auf beiden Seiten der Gasschleuse nicht in geschlossenem Zustand befinden.

3.6.4 Auf Schiffen, die entzündbare Stoffe befördern, müssen sich elektrische Betriebsmittel, die sich in Räumen befinden, die durch Gasschleusen geschützt und nicht explosionsgeschützt sind, abschalten, wenn der Überdruck in dem Raum abfällt.

3.6.5 Elektrische Betriebsmittel für Manövrierzwecke, Ankern und Festmachen sowie Notfeuerlöschpumpen, die sich in Räumen befinden, die durch Gasschleusen geschützt werden, müssen explosionsgeschützt sein.

3.6.6 Der Gasschleusenraum muss auf Ladungsdämpfe überwacht werden (siehe Absatz 13.6.2).

3.6.7 Vorbehaltlich der Vorschriften des geltenden Internationalen Freibord-Übereinkommens darf die Süllhöhe der Türen nicht weniger als 300 mm betragen.

### 3.7 Lenz-, Ballast- und Brennstoffeinrichtungen

3.7.1 Wird Ladung in einem Ladungsbehältersystem befördert, das keine zweite Barriere erfordert, so sind für die Laderäume ausreichende Lenzeinrichtungen vorzusehen, die keine

---

<sup>5</sup> Beispielsweise die empfohlene Veröffentlichung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC), insbesondere IEC 60092-502:1999.

Verbindung mit dem Maschinenraum haben. Es müssen Einrichtungen zur Feststellung von Leckagen vorgesehen sein.

3.7.2 Ist eine zweite Barriere vorhanden, so sind geeignete Lenzeinrichtungen vorzusehen, damit durch die anschließenden Schiffsverbände in den Laderaum oder den Isolierraum eingedrungenes Leckwasser beseitigt werden kann. Die Saugleitung darf nicht an Pumpen angeschlossen sein, die im Maschinenraum liegen. Es müssen Einrichtungen zur Feststellung solcher Leckagen vorgesehen sein.

3.7.3 Die Laderäume oder Zwischenbarriereräume von unabhängigen Typ A-Tank-Schiffen müssen mit einem Lenzsystem versehen sein, das zum Abpumpen flüssiger Ladung im Falle einer Leckage oder Bruches des Ladetanks geeignet ist. Mit Hilfe dieser Einrichtungen muss die Ladungs-Leckflüssigkeit in das Ladeleitungssystem zurückbefördert werden können.

3.7.4 In das in Absatz 3.7.3 angegebene Lenzsystem muss ein herausnehmbares Zwischenstück eingebaut sein.

3.7.5 Ballasträume, einschließlich der als Ballastleitung verwendeten Tunnel, Brennstofftanks und ungefährdete Räume dürfen mit Pumpen in den Maschinenräumen verbunden sein. Rohrtunnel, in denen Ballastleitungen verlegt sind, dürfen mit Pumpen in den Maschinenräumen verbunden sein, wenn die Rohrleitungen unmittelbar zu den Pumpen geführt sind und die Druckleitung von den Pumpen unmittelbar nach außenbords geführt ist, ohne dass Ventile oder Verteiler in irgendeinem Rohrstrang zwischengeschaltet sind, die den Rohrstrang vom Tunnel mit anderen Rohrsträngen, die ungefährdete Räume versorgen, verbinden könnten. Entlüftungen von Pumpen dürfen nicht zum Maschinenraum hin offen sein.

### **3.8 Bug- und Heckladeeinrichtungen**

3.8.1 Vorbehaltlich der Vorschriften dieses Abschnitts und des Kapitels 5 können Rohrleitungen vorgesehen sein, um das Laden und Löschen an Bug oder Heck zu ermöglichen.

3.8.2 Rohrleitungen von Bug- oder Heckladeeinrichtungen, die unmittelbar an Unterkunftsräumen, Wirtschaftsräumen oder Kontrollstationen vorbei verlegt sind, dürfen nicht für den Umschlag von Stoffen verwendet werden, für die ein Typ IG-Schiff erforderlich ist. Rohrleitungen von Bug- oder Heckladeeinrichtungen dürfen nicht für den Umschlag der in Absatz 1.2.53 angegebenen giftigen Stoffe verwendet werden, sofern der Entwurfsdruck mehr als 2,5 MPa beträgt.

3.8.3 Tragbare Einrichtungen sind nicht zulässig.

3.8.4.1 Eingänge, Lufteintrittsöffnungen und Öffnungen zu Unterkunftsräumen, Wirtschaftsräumen, Maschinenräumen und Kontrollstationen dürfen nicht dem Übergabeanschluss der Bug- oder Heckladeeinrichtungen zugewandt sein. Sie müssen an der Seitenwand des Aufbaus oder Deckshauses in einem Abstand von mindestens 4 v.H. der Länge des Schiffes, mindestens aber 3 m, vom Ende des Aufbaus oder Deckshauses, das dem Übergabeanschluss der Bug- oder Heckladeeinrichtung zugewandt ist, angeordnet sein. Dieser Abstand braucht jedoch 5 m nicht zu überschreiten.

3.8.4.2 Runde und eckige Schiffsfenster, die dem Übergabeanschluss zugewandt sind, und solche, die in die Seitenwände eines Aufbaus oder Deckshauses innerhalb des oben angegebenen Abstands eingebaut sind, müssen Festfenster (nicht zu öffnen) sein.

3.8.4.3 Darüber hinaus müssen während des Betriebs der Bug- oder Heckladeeinrichtungen alle Türen, Klappen und sonstigen an der betreffenden Seitenwand des Aufbaus oder des Deckshauses befindlichen Öffnungen geschlossen gehalten werden.

3.8.4.4 Falls bei kleinen Schiffen die Einhaltung der Absätze 3.2.4.1 bis 3.2.4.4 und 3.8.4.1 bis 3.8.4.3 nicht möglich ist, kann die Verwaltung eine Lockerung der vorstehenden Vorschriften zulassen.

3.8.5 Decksöffnungen und Lufteintritts- und Luftaustrittsöffnungen zu Räumen, die in Abständen von 10 m vom Übergabeanschluss entfernt liegen, müssen während der Benutzung der Bug- oder Heckladeeinrichtungen geschlossen gehalten werden.

3.8.6 Feuerlöscheinrichtungen für die Bereiche der Bug- oder Heckladeeinrichtungen müssen die Absätze 11.3.1.4 und 11.4.6 erfüllen.

3.8.7 Zwischen der Ladekontrollstation und dem Übergabeanschluss muss ein Kommunikationssystem vorgesehen sein, das erforderlichenfalls für die Verwendung in gefährdeten Bereichen zertifiziert ist.

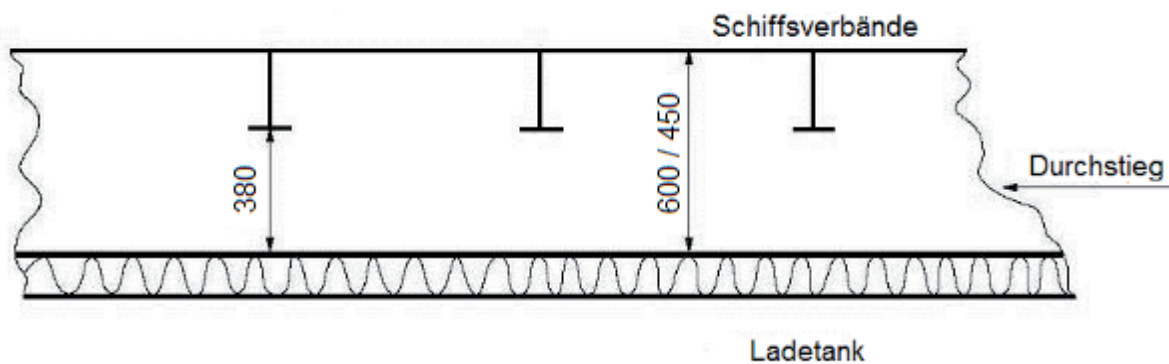


Abbildung 3.1

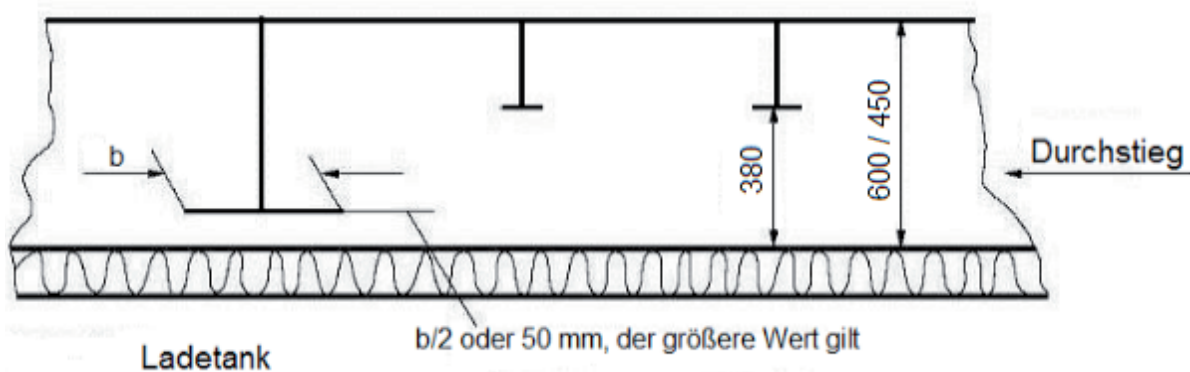


Abbildung 3.2

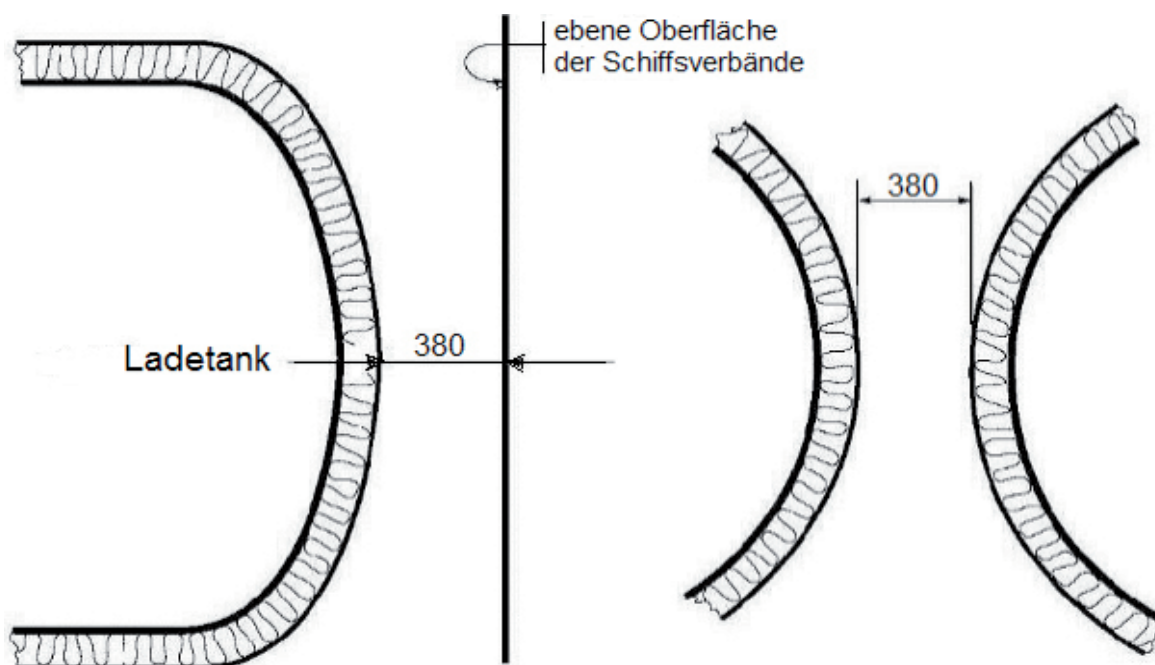


Abbildung 3.3

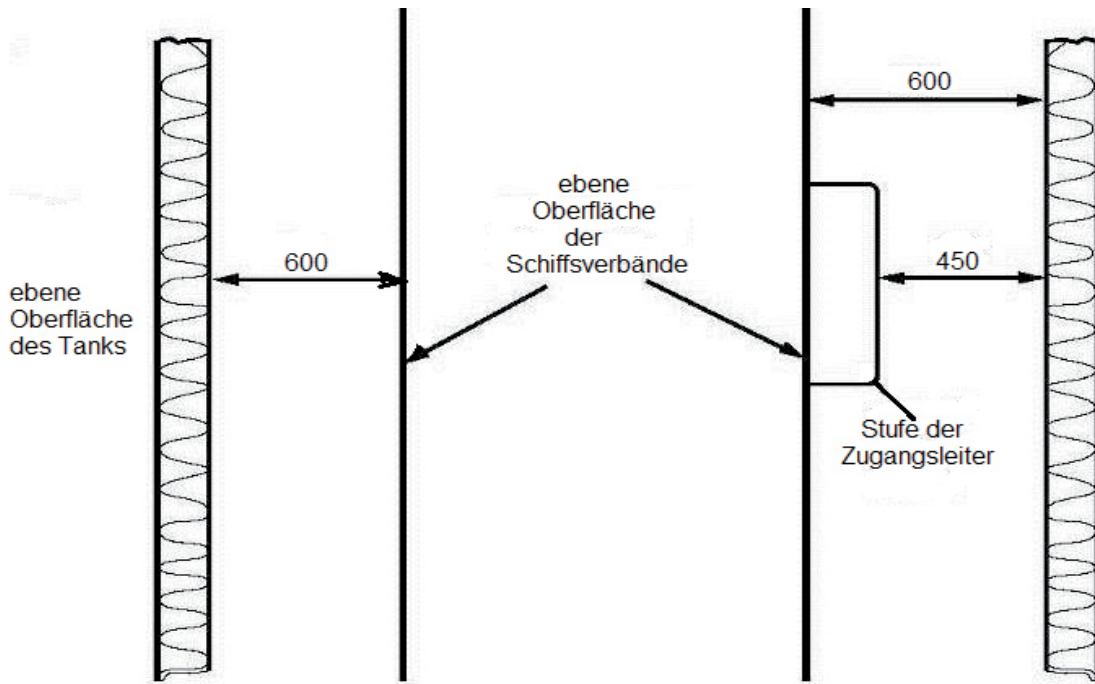


Abbildung 3.4

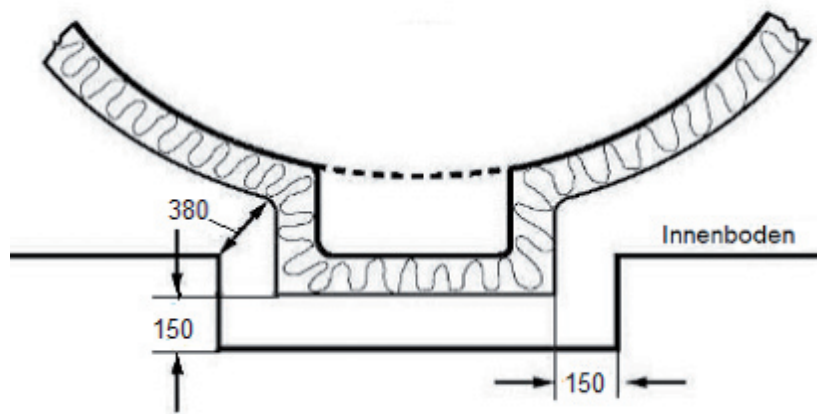


Abbildung 3.5

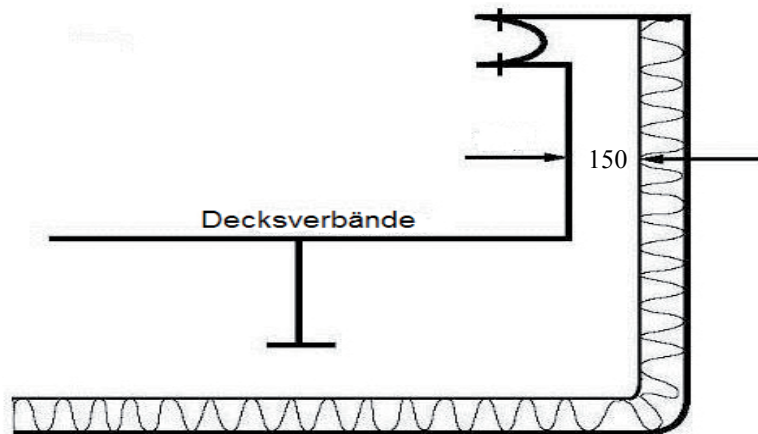


Abbildung 3.6

---

## KAPITEL 4

### LADUNGSBEHÄLTERSYSTEM

#### **Zielsetzung**

Sicherstellung der sicheren Aufnahme von Ladung unter allen Entwurfs- und Betriebsbedingungen unter Berücksichtigung der Eigenschaft der beförderten Ladung. Dieses umfasst folgende Maßnahmen:

- .1 Eine Festigkeit vorzusehen, um den definierten Belastungen zu widerstehen,
- .2 die Ladung in einem flüssigen Zustand zu halten,
- .3 die Schiffsverbände so zu entwerfen, dass sie für eine niedrige Temperatur geeignet oder vor der Beanspruchung durch eine niedrige Temperatur geschützt sind,
- .4 den Eintritt von Wasser oder Luft in das Ladungsbehältersystem zu verhindern.

#### **4.1 Begriffsbestimmungen**

4.1.1 Eine *kalte Stelle* ist ein Teil des Schiffskörpers oder der Oberfläche der Wärmeisolierung, an der ein örtlich begrenzter Temperaturabfall hinsichtlich der zulässigen Mindesttemperatur des Schiffskörpers oder seiner angrenzenden Schiffsverbände auftritt oder Möglichkeiten für den Einbau von Druck- und Temperaturregelungssystemen der Ladung nach Kapitel 7 vorzusehen.

4.1.2 *Entwurfsdampfdruck* „ $P_0$ “ ist der größte Überdruck an Oberkante Tank, der für die Bemessung des Tanks zu benutzen ist.

4.1.3 *Entwurfstemperatur* für die Werkstoffauswahl ist die niedrigste Temperatur, bei der Ladung in die Ladetanks geladen oder befördert werden darf.

4.1.4 *Unabhängige Tanks* sind selbsttragende Tanks. Sie bilden nicht einen Bestandteil des Schiffskörpers und sind für dessen Festigkeit nicht wesentlich. Es gibt drei Arten von unabhängigen Tanks, auf die in den Absätzen 4.21, 4.22 und 4.23 hingewiesen wird.

4.1.5 *Membrantanks* sind nicht selbsttragende Tanks, die aus einer dünnen, flüssigkeits- und gasdichten Schicht (Membran) bestehen, die durch eine Isolierschicht von den umgebenden Schiffsverbänden unterstützt wird. Membrantanks werden in Absatz 4.24 behandelt.

4.1.6 *Integral tanks* sind Tanks, die einen festen Bestandteil des Schiffskörpers bilden und in der gleichen Weise und von den gleichen Lasten wie die anschließenden Schiffsverbände beaufschlagt werden. Integral tanks werden in Absatz 4.25 behandelt.

4.1.7 *Semi-Membrantanks* sind im beladenen Zustand nicht selbsttragende Tanks und bestehen aus einer Schicht (Wandung), die teilweise durch eine Isolierschicht von den anschließenden Schiffsverbänden unterstützt wird. Semi-Membrantanks werden in Absatz 4.26 behandelt.

4.1.8 Zusätzlich zu den Begriffsbestimmungen in Abschnitt 1.2 gelten die in diesem Kapitel festgelegten Begriffsbestimmungen für den gesamten Code.

#### **4.2 Anwendung**

Soweit nicht in Teil E etwas anderes festgelegt ist, gelten die Anforderungen der Teile A bis D einschließlich der in Teil F behandelten Tanks für alle Arten von Tanks.

**Teil A**  
**Ladungsbehälter**

**4.3 Funktionsanforderungen**

4.3.1 Die vorgesehene Lebensdauer des Ladungsbehältersystems darf nicht geringer sein als die vorgesehene Lebensdauer des Schiffes.

4.3.2 Die Ladungsbehältersysteme müssen für die Umweltbedingungen des Nordatlantiks und die entsprechenden Langzeit-Seegangdiagramme für weltweite Fahrt gebaut sein. Weniger schwere Umweltbedingungen, die mit der beabsichtigten Verwendung übereinstimmen, können von der Verwaltung für Ladungsbehältersysteme anerkannt werden, die ausschließlich für eingeschränkte Fahrt eingesetzt werden. Schwerere Umweltbedingungen können für die Ladungsbehältersysteme gefordert werden, die bei schwereren Verhältnissen als den Umweltbedingungen des Nordatlantiks eingesetzt werden.

4.3.3 Die Ladungsbehältersysteme müssen mit einem angemessenen Sicherheitsspielraum ausgelegt sein,

- .1 um im unbeschädigten Zustand den zu erwartenden Umweltverhältnissen zu widerstehen, die während der vorgesehenen Lebensdauer des Ladungsbehältersystems und den auf sie zutreffenden Belastungsverhältnissen, die Belastungen für vollkommen homogene und teilweise Beladung, teilweise Füllungen innerhalb vorgegebener Grenzen und bei Ballastreisen umfassen, auftreten; und
- .2 um für Unsicherheiten bei Belastung, baulicher Formgebung, Materialermüdung, Korrosion, thermischen Belastungen, Werkstoffveränderungen, Alterung und Fertigungstoleranzen geeignet zu sein.

4.3.4 Die bauliche Festigkeit des Ladungsbehältersystems muss gegen Schadensarten einschließlich, aber nicht begrenzt auf plastische Verformung, Beulung und Materialermüdung bemessen sein. Die speziellen Entwurfsanforderungen, die für die Konstruktion jedes Ladungsbehältersystems in Betracht zu ziehen sind, sind in den Abschnitten 4.21 bis 4.26 vorgegeben. Es gibt drei Hauptkategorien von Entwurfsanforderungen:

- .1 Konstruktions-Grenzanforderungen - die Konstruktion des Ladungsbehältersystems und seine baulichen Komponenten müssen Belastungen widerstehen, die während der Bauausführung, der Prüfung und der zu erwartenden Verwendung im Betrieb ohne Verlust der baulichen Unversehrtheit auftreten können. Die Konstruktion muss angemessene Kombinationen der folgenden Belastungen berücksichtigen:
  - .1 Innerer Druck,
  - .2 äußerer Druck,
  - .3 dynamische Belastungen infolge Schiffsbewegung,
  - .4 thermische Belastungen,
  - .5 Belastungen durch Hin- und Herschwappen,
  - .6 Belastungen infolge Schiffsdurchbiegungen,

- 
- .7 Tank- und Ladungsgewicht mit deren entsprechenden Auflagerreaktionen,
  - .8 Gewicht der Isolierung,
  - .9 Belastungen im Bereich von Türmen und anderen Anbauten, und
  - .10 Prüfbelastungen.
- .2 Konstruktions-Ermüdungsanforderungen - die Konstruktion des Ladungsbehältersystems und seine baulichen Komponenten dürfen unter einer kumulierten zyklischen Belastung nicht versagen.
- .3 Das Ladungsbehältersystem muss die folgenden Kriterien erfüllen:
- .1 Kollision - das Ladungsbehältersystem muss in Übereinstimmung mit Absatz 2.4.1 geschützt angeordnet sein und den Kollisionsbelastungen nach Absatz 4.15.1 ohne Verformung der Lager und Abstützungen oder der Tankkonstruktion im Bereich der Lager und Abstützungen widerstehen, welche die Tankkonstruktion voraussichtlich gefährden.
  - .2 Brand - das Ladungsbehältersystem muss ohne Bersten dem nach Absatz 8.4.1 vorgegebenen Innendruckanstieg unter den darin vorgesehenen Brandscenarien standhalten.
  - .3 Geflutete Abteilung, die einen Auftrieb auf den Tank bewirkt - die Aufschwimmsicherungen müssen der aufwärts gerichteten Kraft entsprechend Absatz 4.15.2 standhalten, und es darf keine gefährdende plastische Verformung am Schiffskörper auftreten.

4.3.5 Es müssen Maßnahmen Anwendung finden, mit denen sichergestellt wird, dass die vorgeschriebenen Materialdicken die Vorschriften der baulichen Festigkeit erfüllen und während der gesamten Lebensdauer beibehalten werden. Die Maßnahmen können die Werkstoffauswahl, Beschichtungen, Korrosionszuschläge, Kathodenschutz und Inertisierung umfassen, sind aber nicht darauf beschränkt. Korrosionszuschläge brauchen nicht zusätzlich zu der sich aus der Strukturanalyse ergebenden Dicke gefordert zu werden. Wenn jedoch keine Überwachung, wie zum Beispiel durch Inertisieren der Tankumgebung, vorgesehen ist, oder wenn die Ladung korrosiv ist, kann die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation einen geeigneten Korrosionszuschlag fordern.

4.3.6 Für das Ladungsbehältersystem muss ein Inspektions/Besichtigungsplan aufgestellt und von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation zugelassen werden. Der Inspektions/Besichtigungsplan muss die Bereiche aufzeigen, die eine Inspektion während der Besichtigungen über die gesamte Lebensdauer des Ladungsbehältersystems benötigen und insbesondere jede notwendige Besichtigung im Betrieb und Instandhaltung bzw. Wartung, die angenommen wurde, als die Entwurfsparameter des Ladungsbehältersystems ausgewählt wurden. Die Ladungsbehältersysteme müssen so ausgelegt, hergestellt und ausgerüstet sein, dass angemessene Zugangsmöglichkeiten zu den Bereichen vorhanden sind, die eine Inspektion entsprechend dem Inspektions/Besichtigungsplan erfordern. Die Ladungsbehältersysteme einschließlich aller zugehörigen Innenausrüstungen müssen so gestaltet und gebaut sein, dass während des Betriebes, der Inspektion und der Instandhaltung bzw. Wartung die Sicherheit gewährleistet ist (siehe Abschnitt 3.5).



### 4.4 Sicherheitsprinzipien der Ladungsbehälter

4.4.1 Das Ladungsbehältersystem muss mit einer vollständigen zweiten flüssigkeitsdichten Barriere versehen sein, die alle möglichen Leckagen durch die erste Barriere sicher auffangen und in Verbindung mit dem thermischen Isolierungssystem das Absinken der Temperatur der Schiffsverbände auf ein unsicheres Niveau verhindern kann.

4.4.2 Die Größe und Gestaltung oder Anordnung der zweiten Barriere kann jedoch reduziert werden, wenn ein gleichwertiges Sicherheitsniveau in Verbindung mit den Anforderungen der Absätze 4.4.3 bis 4.4.5, wie jeweils anwendbar, nachgewiesen wird.

4.4.3 Ladungsbehältersysteme, bei denen die Wahrscheinlichkeit eines baulichen Versagens, sich in einen kritischen Zustand zu entwickeln, als äußerst gering ermittelt worden ist, wo aber die Möglichkeit einer Leckage durch die erste Barriere nicht ausgeschlossen werden kann, müssen mit einer teilweisen zweiten Barriere und einem Schutzsystem für kleine Leckagen, das die Leckagen sicher behandeln und entsorgen kann, ausgerüstet sein. Die Vorkehrungen müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

- .1 Die Entwicklung von Schäden, die zuverlässig entdeckt werden können, bevor sie einen kritischen Zustand erreichen (z. B. durch Gasaufspüren oder Inspektion), müssen eine ausreichend lange Entwicklungszeit zur Aufnahme von Abhilfemaßnahmen haben, und
- .2 die Entwicklung von Schäden, die nicht sicher entdeckt werden können, bevor sie einen kritischen Zustand erreichen, müssen eine vorausberechnete Entwicklungszeit haben, die weitaus länger ist, als die voraussichtliche Lebensdauer des Tanks.

4.4.4 Es ist keine zweite Barriere für die Ladungsbehältersysteme erforderlich, z. B. unabhängige Typ C-Tanks, bei denen die Wahrscheinlichkeit eines baulichen Versagens oder einer Leckage durch die erste Barriere äußerst gering ist und vernachlässigt werden kann.

4.4.5 Es ist keine zweite Barriere erforderlich, wenn die Ladungstemperatur bei Atmosphärendruck bei oder oberhalb von  $-10\text{ °C}$  liegt.

#### 4.5 Zweite Barriere in Abhängigkeit von den Tanktypen

Zweite Barrieren sind in Abhängigkeit von den in den Abschnitten 4.21 bis 4.26 definierten Tanktypen nach folgender Tabelle vorzusehen.

Ladungstemperatur bei Atmosphärendruck	-10 °C und darüber	unter -10 °C bis -55 °C	unter -55 °C
Grundtanktyp	Keine zweite Barriere erforderlich	Schiffskörper kann als zweite Barriere dienen	Vom Schiffskörper getrennte zweite Barriere, wenn erforderlich
Integraltank	Tanktyp normalerweise nicht erlaubt <sup>1</sup>		
Membrantank	Vollständige zweite Barriere		
Semi-Membrantank	Vollständige zweite Barriere <sup>2</sup>		
Unabhängige Tanks:			
Typ A	Vollständige zweite Barriere		
Typ B	Teilweise zweite Barriere		
Typ C	Keine zweite Barriere erforderlich		
Anmerkung 1:	Eine vollständige zweite Barriere ist normalerweise erforderlich, wenn nach Absatz 4.25.1 Ladungen zugelassen sind, deren Temperatur bei Atmosphärendruck unter -10 °C liegt.		
Anmerkung 2:	Im Fall von Semi-Membrantanks, die in jeder Hinsicht den anwendbaren Anforderungen für unabhängige Typ B-Tanks mit Ausnahme des Auflagersystems entsprechen, kann die Verwaltung nach besonderer Prüfung eine teilweise zweite Barriere genehmigen.		

#### 4.6 Bemessung der zweiten Barriere

4.6.1 Wenn die Ladungstemperatur bei Atmosphärendruck nicht unter -55 °C liegt, kann der Schiffskörper unter folgenden Bedingungen als zweite Barriere dienen:

- .1 Der Werkstoff des Schiffskörpers muss für die Ladungstemperatur bei Atmosphärendruck geeignet sein, wie in Absatz 4 19.1.4 vorgeschrieben; und
- .2 der Entwurf muss so ausgelegt sein, dass diese Temperatur keine unzulässigen Spannungen im Schiffskörper hervorruft.

4.6.2 Der Entwurf der zweiten Barriere muss so bemessen sein,

- .1 dass sie in der Lage ist, die voraussichtliche Leckflüssigkeit für eine Zeitdauer von 15 Tagen aufzunehmen, wenn nicht unterschiedliche Kriterien für besondere Reisen gelten, wobei das Belastungsspektrum nach Absatz 4.18.2.6 zu berücksichtigen ist;
- .2 dass physikalische, mechanische oder betriebliche Vorgänge im Ladetank, die ein Versagen der ersten Barriere verursachen könnten, die einwandfreie Funktionsfähigkeit der zweiten Barriere nicht beeinträchtigen, oder umgekehrt;

- .3 dass ein Versagen einer Auflagerung oder Abstützung oder einer Befestigung an den Schiffsverbänden nicht zum Verlust der Dichtheit gegenüber Flüssigkeiten sowohl der ersten als auch der zweiten Barriere führt;
- .4 dass sie auf ihre Wirksamkeit hin durch von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation zugelassene Verfahren regelmäßig überprüft werden kann. Dieses kann durch eine Besichtigung, durch eine Druck/Vakuumprüfung oder durch ein anderes geeignetes Mittel nach einem dokumentierten Verfahren erfolgen, das von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation genehmigt worden ist.
- .5 dass die in vorstehendem Unterabsatz .4 vorgeschriebenen Methoden von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation zugelassen sein müssen und, soweit bei den Prüfverfahren anwendbar, folgendes umfassen müssen:
  - .1 Einzelheiten über die Größe eines zulässigen Schadens und die Lage innerhalb der zweiten Barriere, bevor seine flüssigkeitsdichte Wirksamkeit beeinträchtigt wird;
  - .2 Genauigkeit und Bereich der Werte der vorgeschlagenen Methode zum Aufspüren von den in vorstehendem Unterabsatz .1 genannten Schäden;
  - .3 zu verwendende Maßstabsfaktoren zur Bestimmung der Zulässigkeitskriterien, wenn ein Großversuch nicht durchgeführt wird, und
  - .4 Auswirkungen thermischer und mechanischer zyklischer Beanspruchungen auf die Wirksamkeit der vorgeschlagenen Prüfung; und
- .6 dass die zweite Barriere ihre Funktionsanforderungen auch bei einem statischen Krängungswinkel von 30° erfüllt.

### **4.7 Schutzsystem für kleine Leckagen von teilweisen zweiten Barrieren und erster Barriere**

4.7.1 Nach Absatz 4.4.3 zulässige teilweise zweite Barrieren sind mit einem Schutzsystem für kleine Leckagen zu verwenden und müssen alle Anforderungen des Absatzes 4.6.2 erfüllen. Das Schutzsystem für kleine Leckagen muss Einrichtungen umfassen, mit denen eine Leckage in der ersten Barriere entdeckt wird, Vorkehrungen wie zum Beispiel ein Sprühschild haben, um damit jede flüssige Ladung in die teilweise zweite Barriere abzuleiten, und Einrichtungen zur Beseitigung der Flüssigkeit haben, was durch natürliche Verdampfung erfolgen kann.

4.7.2 Das Aufnahmevermögen der teilweisen zweiten Barriere ist auf der Grundlage der Ladungsleckage entsprechend dem Ausmaß des Schadens infolge des in Absatz 4.18.2.6 angegebenen Ladungsspektrums nach der ersten Entdeckung einer anfänglichen Leckage zu bestimmen. Flüssigkeitsverdampfung, Leckrate, Volumenstrom der Pumpen und andere maßgebliche Faktoren können gebührende Beachtung finden.

4.7.3 Die vorgeschriebene Flüssigkeits-Lecksuche kann durch Flüssigkeitssensoren oder durch einen wirksamen Einsatz von Druck-, Temperatur- oder Gasspürsystemen oder einer Kombination dieser Systeme erfolgen.

## 4.8 Auflager und Abstützungs-Vorrichtungen

4.8.1 Die Ladetanks müssen durch den Schiffskörper so abgestützt sein, dass eine Verschiebung des Tanks unter statischer und dynamischer Belastung entsprechend den Abschnitten 4.12 bis 4.15, soweit zutreffend, verhindert wird, während Schrumpfung und Ausdehnung des Tanks infolge Temperaturschwankungen und Durchbiegungen des Schiffskörpers ermöglicht werden, ohne dass der Tank und der Schiffskörper in unzulässiger Weise beansprucht werden.

4.8.2 Für unabhängige Tanks müssen Aufschwimmsicherungen vorgesehen sein, und diese müssen in der Lage sein, den Belastungen entsprechend Absatz 4.15.2 ohne plastische Verformung, welche die Schiffsverbände gefährden können, zu widerstehen.

4.8.3 Auflager und Abstützungs-Vorrichtungen müssen den Belastungen entsprechend Absatz 4.13.9 und Abschnitt 4.14 widerstehen, aber diese Belastungen brauchen nicht miteinander oder mit wellenbedingten Belastungen kombiniert zu werden.

## 4.9 Zugehörige Konstruktionen und Ausrüstung

4.9.1 Ladungsbehältersysteme müssen für die Belastungen ausgelegt sein, die durch die zugehörigen Konstruktionen und Ausrüstung ausgeübt werden. Dieses umfasst Pumpenmodule, Ladetankdome, Ladepumpen und Rohrleitungen, Restlenzpumpen und Rohrleitungen, Stickstoff-Rohrleitungen, Zugangsluken, Leitern, Rohrdurchführungen, Flüssigkeitsstand-Anzeiger, unabhängige Flüssigkeitsstand-Alarmanzeiger, Sprühdüsen und Instrumentierungssysteme (wie zum Beispiel Druckanzeiger, Temperaturanzeiger, und Dehnungsmesser).

## 4.10 Thermische Isolierung

4.10.1 Es ist je nach Notwendigkeit eine thermische Isolierung vorzusehen, um den Schiffskörper vor Temperaturen zu schützen, die unter den zulässigen Temperaturen (siehe Absatz 4.19.1) liegen, und um den Wärmestrom in den Tank auf Größen zu begrenzen, die durch das Druck- und Temperaturregelungssystem, das nach Kapitel 7 Anwendung findet, aufrechterhalten werden können.

4.10.2 Bei der Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Isolierschicht ist die zulässige Verdampfungsmenge in Verbindung mit der bordeigenen Rückverflüssigungsanlage, der Hauptantriebsanlage oder einem anderen Temperaturüberwachungssystem gebührend zu berücksichtigen.

## Teil B Entwurfsbelastungen

### 4.11 Allgemeines

Dieser Teil definiert die Entwurfsbelastungen, die hinsichtlich der Anforderungen in den Abschnitten 4.16, 4.17 und 4.18 zu berücksichtigen sind. Dieses umfasst:

- .1 Belastungskategorien (ständig, funktional, umgebungsbedingt und unfallbedingt) und die Beschreibung der Belastungen;
- .2 den Umfang, bis zu dem diese Belastungen in Abhängigkeit vom Typ des Tanks zu berücksichtigen sind; der Umfang wird in den folgenden Abschnitten ausführlicher beschrieben; und

- .3 Tanks zusammen mit ihren Auflagern, Abstützungen und anderen Befestigungen, die unter Berücksichtigung entsprechender Kombinationen der Belastungen auszulegen und nachstehend beschrieben sind.

### 4.12 Ständige Belastungen

#### 4.12.1 *Schwerkraftbelastungen*

Das Gewicht des Tanks und der thermischen Isolierung sowie durch Module und andere Anbauten verursachte Belastungen sind zu untersuchen.

#### 4.12.2 *Ständige externe Belastungen*

Schwerkraftbelastungen von Schiffsverbänden und Ausrüstung, die von außen auf den Tank einwirken, müssen berücksichtigt werden.

### 4.13 Funktionale Belastungen

4.13.1 Belastungen durch die betriebsbedingte Verwendung des Tanksystems sind als funktionale Belastungen einzustufen. Alle funktionalen Belastungen, die für die Sicherstellung der Unversehrtheit des Tanksystems während aller Entwurfsanforderungen wesentlich sind, müssen berücksichtigt werden. Es müssen mindestens die Auswirkungen der folgenden Kriterien, soweit anwendbar, berücksichtigt werden, wenn funktionale Belastungen ermittelt werden:

- .1 Innerer Druck,
- .2 äußerer Druck,
- .3 thermisch bedingte Belastungen,
- .4 Schwingungen,
- .5 sich gegenseitig beeinflussende Belastungen,
- .6 Belastungen im Zusammenhang mit Konstruktion und Einbau,
- .7 Prüfbelastungen,
- .8 Belastungen durch statische Krängung, und
- .9 Gewicht der Ladung.

#### 4.13.2 *Innerer Druck*

- .1 In allen Fällen einschließlich Absatz 4.13.2.2 darf der Druck  $P_0$  nicht geringer sein als der Einstelldruck MARVS.
- .2 Bei Ladetanks, bei denen es keine Temperaturüberwachung gibt und bei denen der Druck der Ladung nur durch die Umgebungstemperatur bestimmt wird, darf der Druck  $P_0$  nicht geringer sein als der Manometer-Dampfdruck der Ladung bei einer Temperatur von 45 °C, mit Ausnahme des Folgenden:

- .1 Geringere Werte der Umgebungstemperatur können von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation für Schiffe mit eingeschränktem Fahrtbereich anerkannt werden. Umgekehrt können auch höhere Werte der Umgebungstemperatur gefordert werden; und
- .2 bei Schiffen auf Reisen von begrenzter Dauer kann der Druck  $P_0$  auf der Grundlage der tatsächlichen Druckerhöhung während der Reise berechnet werden, und eine eventuell vorhandene thermische Isolierung des Tanks kann berücksichtigt werden.
- .3 Vorbehaltlich besonderer Begutachtung durch die Verwaltung sowie den in den Abschnitten 4.21 bis 4.26 angegebenen Einschränkungen für die verschiedenen Tanktypen kann ein Dampfdruck  $P_h$ , der höher als  $P_0$  ist, für standortspezifische Bedingungen anerkannt werden (Hafen oder andere Liegeplätze), wo die dynamischen Belastungen verringert sind. Jede Einstellung des Sicherheitsventils, die sich nach diesem Absatz ergibt, ist in das Internationales Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut einzutragen.
- .4 Der innere Druck  $P_{eq}$  ergibt sich aus dem Dampfdruck  $P_0$  oder  $P_h$  zuzüglich dem höchsten zugehörigen dynamischen Flüssigkeitsdruck  $P_{gd}$ ; die Auswirkungen der Belastung durch Hin- und Her-Schwappen der Flüssigkeit sind allerdings nicht eingeschlossen. Näherungsformeln für den zugehörigen dynamischen Flüssigkeitsdruck  $P_{gd}$  sind im Absatz 4.28.1 angegeben.

#### 4.13.3 *Äußerer Druck*

Die äußeren Entwurfsdruckbelastungen beruhen auf der Differenz zwischen dem kleinsten Innendruck und dem größten Außendruck, dem ein beliebiges Tankteil gleichzeitig ausgesetzt sein kann.

#### 4.13.4 *Thermisch bedingte Belastungen*

4.13.4.1 Vorübergehende thermisch bedingte Belastungen, die während des Herunterkühlens auftreten, sind für solche Tanks zu berücksichtigen, die für Ladungstemperaturen unter  $-55\text{ °C}$  bestimmt sind.

4.13.4.2 Stationäre thermisch bedingte Belastungen sind für solche Ladungsbehältersysteme zu berücksichtigen, bei denen die Lageranordnung oder die Befestigungen und die Betriebstemperatur zu erheblichen thermischen Spannungen führen können (siehe Abschnitt 7.2).

#### 4.13.5 *Schwingungen*

Die möglicherweise schädigenden Auswirkungen von Schwingungen auf das Ladungsbehältersystem sind zu untersuchen.

#### 4.13.6 *Sich gegenseitig beeinflussende Belastungen*

Die statische Komponente von Belastungen, die sich aus der Wechselwirkung zwischen dem Ladungsbehältersystem und den Schiffsverbänden sowie den Belastungen von zugehörigen Konstruktionen und der Ausrüstung ergeben, sind zu untersuchen.

### 4.13.7 *Belastungen im Zusammenhang mit Konstruktion und Einbau*

Belastungen oder Zustände, die sich im Zusammenhang mit der Konstruktion und dem Einbau ergeben, z. B. Heben, sind zu berücksichtigen.

### 4.13.8 *Prüfbelastungen*

Die Belastungen infolge der in den Abschnitten 4.21 bis 4.26 angegebenen Prüfungen des Ladungsbehältersystems sind zu berücksichtigen.

### 4.13.9 *Belastungen durch statische Krängung*

Belastungen infolge des ungünstigsten statischen Krängungswinkels im Bereich von 0° bis 30° sind zu berücksichtigen.

### 4.13.10 *Sonstige Belastungen*

Jegliche sonstigen, nicht ausdrücklich angesprochenen Belastungen, die eine Auswirkung auf das Ladungsbehältersystem haben könnten, sind zu berücksichtigen.

## 4.14 Umweltbedingte Belastungen

Umweltbedingte Belastungen werden als diejenigen Belastungen auf das Ladungsbehältersystem definiert, die durch das umgebende Umfeld verursacht werden, und die nicht anderweitig als ständige, funktionale oder unfallbedingte Belastung eingestuft sind.

### 4.14.1 *Belastungen infolge von Schiffsbewegungen*

4.14.1.1 Bei der Bestimmung der dynamischen Belastungen ist die Langzeitverteilung der Schiffsbewegungen im unregelmäßigen Seegang zu berücksichtigen, denen das Schiff während seiner Betriebszeit ausgesetzt wird. Eine Verminderung der dynamischen Belastungen infolge notwendig werdender Geschwindigkeitsreduzierung und infolge veränderter Kurswinkel kann berücksichtigt werden.

4.14.1.2 Die Schiffsbewegungen umfassen Längs-, Quer-, Tauch-, Roll-, Stampf-, und Gierbewegungen. Die auf die Tanks wirkenden Beschleunigungen werden als in deren Schwerpunkten angreifend angenommen und enthalten folgende Komponenten:

- .1 Vertikalbeschleunigung: Bewegungsbeschleunigungen infolge Tauch-, Stampf- und möglicherweise Rollbewegungen (senkrecht zur Schiffsbasis wirkend);
- .2 Querbeschleunigung: Bewegungsbeschleunigungen infolge Quer-, Gier- und Rollbewegungen, sowie die Schwerkraftkomponente der Rollbewegung; und
- .3 Längsbeschleunigung: Bewegungsbeschleunigungen infolge Längs- und Stampfbewegungen sowie die Schwerkraftkomponente der Stampfbewegung.

4.14.1.3 Verfahren zur Vorausberechnung der Beschleunigungen infolge Schiffsbewegungen müssen von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation vorgegeben und zugelassen werden.

4.14.1.4 Näherungsformeln für Beschleunigungskomponenten sind in Absatz 4.28.2 angegeben.

4.14.1.5 Schiffe mit eingeschränktem Fahrtbereich können besonders behandelt werden.

#### 4.14.2 *Dynamische, sich gegenseitig beeinflussende Belastungen*

Es sind diejenigen dynamischen Komponenten von Belastungen zu berücksichtigen, die sich aus der Wechselwirkung zwischen dem Ladungsbehältersystem und den Schiffsverbänden einschließlich der Belastungen durch zugehörige Konstruktionen und Ausrüstung ergeben.

#### 4.14.3 *Belastungen durch hin- und her schwappende Ladungen*

4.14.3.1 Die Belastungen auf ein Ladungsbehältersystem durch hin- und herschwappende Ladungen und die innenliegenden Komponenten sind auf der Grundlage der zulässigen Füllhöhen zu berechnen.

4.14.3.2 Wenn das Vorhandensein erheblicher durch Hin- und Her-Schwappen verursachter Belastungen zu erwarten ist, sind besondere Versuche und Berechnungen erforderlich, die den gesamten Bereich der vorgesehenen Füllhöhen abdecken.

#### 4.14.4 *Belastungen durch Schnee und Eis*

Belastungen durch Schnee und Eis sind zu berücksichtigen, sofern zutreffend.

#### 4.14.5 *Belastungen bedingt durch Fahrt im Eis*

Belastungen, bedingt durch Fahrt im Eis, sind für Schiffe zu berücksichtigen, die für einen solchen Fahrtbereich vorgesehen sind.

### 4.15 **Unfallbedingte Belastungen**

Unfallbedingte Belastungen werden als Belastungen definiert, die Auswirkungen auf ein Ladungsbehältersystem und seine Auflager und Abstützungs-Vorrichtungen unter ungewöhnlichen und ungeplanten Bedingungen haben.

#### 4.15.1 *Kollisionsbelastungen*

Die Kollisionsbelastung ist bezogen auf das Ladungsbehältersystem im voll beladenen Zustand und mit einer Trägheitskraft, die 0,5 g in Vorwärtsrichtung und 0,25 g in Richtung nach achtern entspricht, zu bestimmen, wobei „g“ die Schwerkraftbeschleunigung ist, zu bestimmen.

#### 4.15.2 *Belastungen auf das Schiff bedingt durch Flutung*

Bei unabhängigen Tanks sind die Belastungen, die durch den Auftrieb eines leeren Tanks in einem bis zum Tiefgang auf Sommerfreibord gefluteten Laderaum verursacht werden, hinsichtlich der Dimensionierung der Anti-Aufschwimm-Sicherungseinbauteile und der unterstützenden Schiffsverbände zu berücksichtigen.



**Teil C**  
**Bauliche Unversehrtheit**

**4.16 Allgemeines**

4.16.1 Die Baukonstruktion muss sicherstellen, dass die Tanks eine ausreichende Belastbarkeit haben, um alle maßgeblichen Belastungen mit einer ausreichenden Sicherheitsspanne auszuhalten. Dabei ist die Möglichkeit der plastischen Verformung, der Beulung, der Materialermüdung und des Verlustes der Dichtheit gegenüber Flüssigkeiten und Gasen zu berücksichtigen.

4.16.2 Die bauliche Unversehrtheit der Ladungsbehältersysteme ist durch Übereinstimmung mit den Abschnitten 4.21 bis 4.26, wie für den jeweiligen Typ des Ladungsbehältersystems zutreffend, nachzuweisen.

4.16.3 Die bauliche Unversehrtheit der Typen von Ladungsbehältersystemen, die von neuartiger Bauform sind und von denen nach den Abschnitten 4.21 bis 4.26 erfassten Typen erheblich abweichen, muss in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.27 nachgewiesen werden, um sicherzustellen, dass das in diesem Kapitel vorgeschriebene Gesamt-Sicherheitsniveau eingehalten wird.

**4.17 Konstruktionsberechnungen**

**4.17.1 Berechnungsverfahren**

4.17.1.1 Die Entwurfsberechnungen müssen auf den anerkannten Grundsätzen der Statik, Dynamik und Festigkeit von Werkstoffen basieren.

4.17.1.2 Vereinfachte Verfahren oder vereinfachte Untersuchungen können zur Berechnung der Belastungsauswirkungen unter der Voraussetzung verwendet werden, dass sie konservativ sind. Modellversuche können in Kombination mit oder anstelle von theoretischen Berechnungen verwendet werden. In Fällen, in denen theoretische Verfahren unzureichend sind, können Modell- oder Großversuche gefordert werden.

4.17.1.3 Wenn die Reaktionen auf dynamische Belastungen ermittelt werden, ist die dynamische Auswirkung zu berücksichtigen, wenn sie die bauliche Unversehrtheit beeinträchtigen kann.

**4.17.2 Belastungsszenarien**

4.17.2.1 Für jeden Aufstellungsort oder Teil des zu betrachtenden Ladungsbehältersystems und für jede zu untersuchende mögliche Schadensart, sind alle maßgeblichen Kombinationen von Belastungen, die gleichzeitig wirken können, zu berücksichtigen.

4.17.2.2 Die ungünstigsten Szenarien für alle relevanten Phasen während der Bauausführung, der Handhabung, der Prüfung und im Betrieb sowie der Belastungsbedingungen sind zu berücksichtigen.

4.17.3 Wenn die statischen und dynamischen Spannungen getrennt berechnet werden, und sofern nicht andere Berechnungsmethoden begründet sind, sind die Gesamtspannungen wie folgt zu berechnen:

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \sigma_{x.st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{x.dyn})^2} \\ \sigma_y &= \sigma_{y.st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{y.dyn})^2} \\ \sigma_z &= \sigma_{z.st} \pm \sqrt{\sum (\sigma_{z.dyn})^2} \\ \tau_{xy} &= \tau_{xy.st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{xy.dyn})^2} \\ \tau_{xz} &= \tau_{xz.st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{xz.dyn})^2} \\ \tau_{yz} &= \tau_{yz.st} \pm \sqrt{\sum (\tau_{yz.dyn})^2}\end{aligned}$$

Hierbei sind:

$\sigma_{x.st}$ ,  $\sigma_{y.st}$ ,  $\sigma_{z.st}$ ,  $\tau_{xy.st}$ ,  $\tau_{xz.st}$  und  $\tau_{yz.st}$  statische Spannungen, und  
 $\sigma_{x.dyn}$ ,  $\sigma_{y.dyn}$ ,  $\sigma_{z.dyn}$ ,  $\tau_{xy.dyn}$ ,  $\tau_{xz.dyn}$  und  $\tau_{yz.dyn}$  dynamische Spannungen;

jede ist getrennt nach den Beschleunigungskomponenten und den Belastungskomponenten des Schiffskörpers infolge Biegung und Torsion zu bestimmen.

#### 4.18 Entwurfsanforderungen

Alle maßgeblichen Schadensarten in der Konstruktion sind für alle maßgeblichen Belastungsszenarien und Entwurfsanforderungen zu berücksichtigen. Die Entwurfsanforderungen sind im vorherigen Teil dieses Kapitels vorgegeben, und die Belastungsszenarien sind durch Abschnitt 4.17.2 erfasst.

##### 4.18.1 Konstruktions-Grenzanforderung

Die statische Belastbarkeit kann durch Versuch oder durch Berechnung unter Berücksichtigung der elastischen und plastischen Werkstoffeigenschaften, durch vereinfachte lineare elastische Berechnung oder durch die Vorschriften des Codes ermittelt werden.

4.18.1.1 Plastische Verformung und Beulung sind zu berücksichtigen.

4.18.1.2 Die Berechnung muss auf den charakteristischen Belastungswerten wie folgt beruhen:

Ständige Belastungen:	Erwartungs- Werte,
Funktionale Belastungen:	Soll-Werte,
Umweltbedingte Belastungen:	Bei Wellenbelastungen: die wahrscheinlichste größte Belastung, die während $10^8$ Wellenbegegnungen auftritt.

4.18.1.3 Für den Zweck der Beurteilung der Bruchfestigkeit gelten die folgenden Werkstoffkennwerte:

.1.1  $R_e$  = Mindest-Nennstreckgrenze bei Raumtemperatur ( $N/mm^2$ ). Falls das Spannungs-Dehnungsdiagramm keine ausgeprägte Streckgrenze zeigt, ist die 0,2%-Dehngrenze maßgebend.

- .1.2  $R_m$  = Mindest-Nennbruchfestigkeit bei Raumtemperatur (N/mm<sup>2</sup>).

Bei Schweißverbindungen, bei denen unangepasste Schweißnähte, d. h. bei denen der Schweißwerkstoff eine geringere Bruchfestigkeit als der Grundwerkstoff hat, unvermeidbar sind wie beispielsweise bei einigen Aluminiumlegierungen, sind die entsprechenden Werte von  $R_e$  und  $R_m$  der Schweißnähte nach einer etwaigen angewandten Wärmebehandlung einzusetzen. In einem solchen Fall darf die Bruchfestigkeit der transversalen Schweißnaht nicht geringer sein als die tatsächliche Streckgrenze des Grundwerkstoffes. Wenn dieses nicht erreicht werden kann, dürfen aus solchen Werkstoffen hergestellte Schweißkonstruktionen nicht in Ladungsbehältersystemen eingebaut sein.

- .2 Die oben genannten Eigenschaften müssen den angegebenen Mindest-Werkstoffeigenschaften einschließlich denen der Schweißzusatzstoffe im Verarbeitungszustand entsprechen. Vorbehaltlich einer besonderen Prüfung durch die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation können die bei niedriger Temperatur erhöhte Streckgrenze und Bruchfestigkeit berücksichtigt werden. Die Temperatur, auf welche die Werkstoffeigenschaften bezogen sind, ist im Internationale Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut nach Abschnitt 1.4 auszuweisen.

4.18.1.4 Die Vergleichsspannung  $\sigma_c$  (nach von Mises, Huber) ist wie folgt zu berechnen:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 - \sigma_x \sigma_y - \sigma_x \sigma_z - \sigma_y \sigma_z + 3(\tau_{xy}^2 + \tau_{xz}^2 + \tau_{yz}^2)}$$

Hierbei sind:

- $\sigma_x$  = Gesamtnormalspannung in x-Richtung,
- $\sigma_y$  = Gesamtnormalspannung in y-Richtung,
- $\sigma_z$  = Gesamtnormalspannung in z-Richtung,
- $\tau_{xy}$  = Gesamtschubspannung in der x-y-Ebene,
- $\tau_{xz}$  = Gesamtschubspannung in der x-z-Ebene,
- $\tau_{yz}$  = Gesamtschubspannung in der y-z-Ebene.

Die vorstehenden Werte sind entsprechend Absatz 4.17.3 zu berechnen.

4.18.1.5 Zulässige Spannungen für andere Werkstoffe als die in Kapitel 6 angegebenen müssen in jedem Einzelfall der Genehmigung durch die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation unterliegen.

4.18.1.6 Spannungen können durch Untersuchungen der Ermüdungsfestigkeit, des Rissfortschritts und der Beulmerkmale weiter begrenzt sein.

#### 4.18.2 **Konstruktions-Ermüdungsanforderung**

4.18.2.1 Die Konstruktions-Ermüdungsanforderung ist die Entwurfsanforderung hinsichtlich akkumulierter zyklischer Belastung.

4.18.2.2 Wenn eine Untersuchung der Ermüdungsfestigkeit erforderlich ist, muss die Akkumulationswirkung der Ermüdungsbelastungen folgender Formel entsprechen:

$$\sum \frac{n_i}{N_i} + \frac{n_{Loading}}{N_{Loading}} \leq C_w$$

Hierbei sind:

- $n_i$  = die Spannungswechselzahl bei jeder Spannungsstufe während der Lebensdauer des Tanks;
- $N_i$  = die Bruchlastwechselzahl bei der entsprechenden Spannung im Einstufenversuch S-N (Wöhlerkurve);
- $n_{Loading}$  = die Be- und Entladungswechselzahl während der Lebensdauer des Tanks, sie darf nicht geringer sein als  $1000^6$ . Die Be- und Entladungswechsel schließen einen vollständigen Druck- und Temperaturwechsel ein;
- $N_{Loading}$  = die Bruchlastwechselzahl für die während des Be- und Entladens auftretenden Ermüdungsbelastungen; und
- $C_w$  = maximal zulässiges kumulatives Ermüdungsschaden-Verhältnis.

Der Ermüdungsschaden muss auf der Auslegungslbensdauer des Tanks beruhen, aber nicht weniger als  $10^8$  Wellenbegegnungen.

4.18.2.3 Soweit erforderlich, muss das Ladungsbehältersystem einer Untersuchung der Ermüdungsfestigkeit unter Berücksichtigung aller Ermüdungsbelastungen und ihrer entsprechenden Kombinationen für die zu erwartende Lebensdauer des Ladungsbehältersystems unterliegen. Die unterschiedlichen Füllzustände müssen in Betracht gezogen werden.

4.18.2.4.1 Die bei der Untersuchung benutzten Wöhler-S-N-Kurven müssen für die Werkstoffe und Schweißverbindungen, die Konstruktionseinzelheiten, das Fertigungsverfahren und den anwendbaren voraussichtlichen Spannungszustand anwendbar sein.

4.18.2.4.2 Die S-N-Kurven müssen auf einer Überlebenswahrscheinlichkeit von 97,6% basieren entsprechend den Mittelwert-Minus-Zwei-Standard-Abweichungs-Kurven (mean-minus-two-standard-deviation curves) der relevanten Versuchsdaten bis zum endgültigen Versagen. Die Verwendung von S-N-Kurven, die auf einem unterschiedlichen Weg abgeleitet worden sind, erfordert Anpassungen an die in den Absätzen 4.18.2.7 bis 4.18.2.9 angegebenen  $C_w$ -Werte.

4.18.2.5 Die Berechnung muss auf den charakteristischen Belastungswerten wie folgt beruhen:

Ständige Belastungen:	Erwartungs-Werte,
Funktionale Belastungen:	Soll-Werte oder festgelegter Verlauf,
Umweltbedingte Belastungen:	erwarteter Belastungsverlauf, aber nicht weniger als $10^8$ Lastwechsel.

<sup>6</sup> 1000 Wechsel entsprechen normalerweise 20 Betriebsjahren.

Falls zur Ermittlung der Materialermüdung vereinfachte dynamische Belastungsspektren benutzt werden, unterliegen diese einer besonderen Prüfung durch die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation.

4.18.2.6.1 Wird die Größe der zweiten Barriere verringert, wie in Absatz 4.4.3 vorgesehen, so müssen bruchmechanische Untersuchungen des Ermüdungsrisssfortschritts durchgeführt werden, um folgendes zu ermitteln:

- .1 den Verlauf des Rissfortschritts in der Konstruktion,
- .2 die Rissfortschrittsgeschwindigkeit,
- .3 die erforderliche Zeit für einen Riss, sich fortzupflanzen, um eine Leckage des Tanks zu verursachen,
- .4 die Größe und Form von Durchrissen, und
- .5 die erforderliche Zeit für feststellbare Risse, um einen kritischen Zustand zu erreichen.

Im Allgemeinen beruht die Bruchmechanik auf den Daten des Rissfortschritts, angenommen als ein mittlerer Wert zuzüglich zweier Standard-Abweichungen der Prüfdaten.

4.18.2.6.2 Bei der Untersuchung des Rissfortschritts ist der größte anfängliche Riss, der durch das angewendete Sichtprüfverfahren nicht feststellbar ist, unter Berücksichtigung der Kriterien der zulässigen zerstörungsfreien Prüfung und Sichtprüfung, wie jeweils anwendbar, anzunehmen.

4.18.2.6.3 Bei einer Rissfortschrittsuntersuchung nach den in Absatz 4.18.2.7 angegebenen Bedingungen kann die vereinfachte Belastungsverteilung und Ablauffolge für eine Zeitdauer von 15 Tagen benutzt werden. Solche Verteilungen können in Anlehnung an Abbildung 4.4 ermittelt werden. Eine Belastungsverteilung und Ablauffolge für eine längere Zeitdauer, wie beispielsweise in den Absätzen 4.18.2.8 und 4.18.2.9, muss von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation zugelassen sein.

4.18.2.6.4 Die Vorkehrungen müssen den Absätzen 4.18.2.7 bis 4.18.2.9, wie jeweils anwendbar, entsprechen.

4.18.2.7 Bei Rissen, die durch Lecksuche-Einrichtungen zuverlässig entdeckt werden können:

$C_w$  muss kleiner als oder gleich 0,5 sein.

Die vorausberechnete verbleibende Rissentwicklungszeit vom Zeitpunkt der Leck-Entdeckung bis zum Erreichen eines kritischen Zustands darf nicht weniger als 15 Tage betragen, sofern nicht abweichende Vorschriften für Schiffe, die für besondere Reisen eingesetzt sind, gelten.

4.18.2.8 Bei Rissen, die durch Leckage nicht entdeckt werden können, die aber zum Zeitpunkt einer Besichtigung im Betrieb zuverlässig entdeckt werden können:

$C_w$  muss kleiner als oder gleich 0,5 sein.

Die vorausberechnete verbleibende Rissentwicklungszeit vom größten nicht durch Besichtigungsverfahren im Betrieb feststellbaren Riss bis zum Erreichen eines kritischen Zustands darf nicht weniger als dreimal den Besichtigungs-Zeitabstand betragen.

4.18.2.9 An einzelnen Stellen des Tanks, an denen eine erfolgreiche Entdeckung einer Schaden- oder Rissentstehung nicht sichergestellt werden kann, müssen mindestens die folgenden, strengeren Ermüdungs-Zulässigkeitskriterien angewendet werden:

$C_w$  muss kleiner als oder gleich 0,1 sein.

Die vorausberechnete Rissentwicklungszeit vom angenommen ersten Schaden bis zum Erreichen eines kritischen Zustands darf nicht weniger als dreimal die Lebensdauer des Tanks betragen.

### 4.18.3 *Unfall-Konstruktionsanforderung*

4.18.3.1 Die Unfall-Konstruktionsanforderung ist eine Konstruktionsanforderung für unfallbedingte Belastungen mit einer äußerst niedrigen Eintrittswahrscheinlichkeit.

4.18.3.2 Die Berechnung muss auf den charakteristischen Werten wie folgt beruhen:

Ständige Belastungen:	Erwartungs-Werte,
Funktionale Belastungen:	Soll-Werte,
Umweltbedingte Belastungen:	Soll-Werte,
Unfallbedingte Belastungen:	Soll-Werte oder Erwartungs-Werte.

4.18.3.3 Die in Absatz 4.13.9 und Abschnitt 4.15 genannten Belastungen brauchen nicht miteinander oder mit seegangsbedingten Belastungen kombiniert zu werden.

## Teil D Werkstoffe und Konstruktion

### 4.19 Werkstoffe

#### *Zielsetzung*

*Sicherstellung, dass das Ladungsbehältersystem, die ersten und zweiten Barrieren, die thermische Isolierung, angrenzende Schiffsverbände und sonstige Werkstoffe im Ladungsbehältersystem aus Werkstoffen geeigneter Eigenschaften für die Verhältnisse hergestellt sind, die sie sowohl im normalen Betrieb als auch gegebenenfalls im Fall eines Versagens der ersten Barriere erfahren werden.*

#### 4.19.1 *Werkstoffe für Schiffskörper und -verbände*

4.19.1.1 Wenn die Ladungstemperatur unter -10 °C liegt, muss für alle Tanktypen eine Temperaturberechnung durchgeführt werden, um den Grad der Beplattung und Profile, die bei den Schiffsverbänden verwendet werden, zu ermitteln. Bei dieser Berechnung sind folgende Annahmen zu treffen:

- .1 Von der ersten Barriere aller Tanks ist anzunehmen, dass sie die Ladungstemperatur hat;
- .2 wenn eine vollständige oder teilweise zweite Barriere erforderlich ist, ist zusätzlich zu Absatz .1 anzunehmen, dass sie nur für einen einzigen Tank die Ladungstemperatur bei Atmosphärendruck hat;
- .3 für weltweite Fahrt ist die Umgebungstemperatur mit 5 °C für Luft und 0 °C für Seewasser anzunehmen. Höhere Werte können für Schiffe mit eingeschränktem

- Fahrtbereich anerkannt werden, und umgekehrt können von der Verwaltung niedrigere Werte für Schiffe festgesetzt werden, die in Fahrtgebiete fahren, wo während der Wintermonate niedrigere Temperaturen zu erwarten sind;
- .4 es sind ruhige Luft und ruhige Seewasserverhältnisse anzunehmen, d. h. keine Korrektur für eine erzwungene Konvektion;
  - .5 es ist eine Verschlechterung der Eigenschaften der thermischen Isolierung über die Lebensdauer des Schiffes bedingt durch Faktoren wie beispielsweise thermische und mechanische Alterung, Verdichtung, Schiffsbewegungen und Tankschwingungen entsprechend den Absätzen 4.19.3.6 und 4.19.3.7 anzunehmen;
  - .6 die Kühlwirkung des aufsteigenden austretenden Dampfes aus der Ladungs-Leckflüssigkeit ist zu berücksichtigen, sofern zutreffend;
  - .7 das Beheizen von Schiffsverbänden kann in Übereinstimmung mit Absatz 4.19.1.5 angerechnet werden, vorausgesetzt, die Heizeinrichtungen entsprechen Absatz 4.19.1.6;
  - .8 Mit Ausnahme der in Absatz 4.19.1.5 beschriebenen Einrichtungen dürfen Heizeinrichtungen nicht gewertet werden; und
  - .9 für Bauteile, welche die innere und äußere Schiffshülle miteinander verbinden, kann für die Auswahl des Stahlgütegrades die mittlere Temperatur zugrunde gelegt werden.

Die im Entwurf verwendeten Umgebungstemperaturen, beschrieben in diesem Abschnitt, sind im Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut nach Abschnitt 1.4.4 auszuweisen.

4.19.1.2 Die Außenhaut und Decksbeplattung des Schiffes einschließlich aller zugehörigen Versteifungen müssen anerkannten Normen entsprechen. Wenn die berechnete Temperatur des Bauteilwerkstoffes unter Entwurfsbedingungen infolge des Einflusses der Ladungstemperatur unter  $-5\text{ °C}$  liegt, muss der Werkstoff der Tabelle 6.5 entsprechen.

4.19.1.3 Die Werkstoffe aller anderen Schiffsverbände, für welche die berechnete Temperatur unter Entwurfsbedingungen infolge des Einflusses der Ladungstemperatur, und die nicht die zweite Barriere bilden, unter  $0\text{ °C}$  liegt, muss der Werkstoff auch der Tabelle 6.5 entsprechen. Dieses umfasst die Schiffsverbände, welche die Ladetanks unterstützen, die Innenbodenbeplattung, Beplattung der Längs- und Querschotte, Bodenwrangen, Rahmen, Stringer und alle zugehörigen Versteifungen.

4.19.1.4 Der Schiffskörperwerkstoff, der die zweite Barriere bildet, muss Tabelle 6.2 entsprechen. Wenn die zweite Barriere durch Decks- oder Außenhautbeplattung gebildet wird, ist der Werkstoff in der nach Tabelle 6.2 erforderlichen Qualität in einem angemessenen Ausmaß in die anschließende Decks- bzw. Außenhautbeplattung hineinzuführen.

4.19.1.5 Es dürfen Einrichtungen zum Beheizen der Schiffsverbände verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Temperatur des Werkstoffes nicht unter den niedrigsten zulässigen Wert für den in Tabelle 6.5 angegebenen Gütegrad sinkt. In den nach Absatz 4.19.1.1 erforderlichen Berechnungen kann eine solche Heizeinrichtung entsprechend dem Folgenden angerechnet werden:

- .1 bei allen Querschiffsverbänden,

- .2 bei den in den Absätzen 4.19.1.2 und 4.19.1.3 genannten Längsschiffsverbänden, bei denen kältere Umgebungstemperaturen festgelegt sind, vorausgesetzt, dass der Werkstoff für die Umgebungs-Temperaturbedingungen von +5 °C für Luft und 0 °C für Seewasser ohne Berücksichtigung der Berechnung für Beheizung geeignet bleibt, und
- .3 als Alternative zu Unterabsatz .2 kann die Beheizung von Längsschotten zwischen Ladetanks berücksichtigt werden, vorausgesetzt, der Werkstoff bleibt für die niedrigste Entwurfstemperatur von -30 °C oder eine Temperatur, die 30 °C niedriger als die nach Absatz 4.19.1.1 ermittelte Temperatur unter Berücksichtigung der Beheizung ist, geeignet, je nachdem, welcher Wert niedriger ist. In diesem Fall muss die Längsfestigkeit des Schiffes Regel II-1/3-1 SOLAS entsprechen, egal ob dieses Schott bzw. diese Schotte als wirksam oder nicht wirksam angesehen werden.

4.19.1.6 Die in Absatz 4.19.1.5 genannte Heizeinrichtung muss den folgenden Anforderungen entsprechen:

- .1 die Heizeinrichtung muss so ausgelegt sein, dass im Fall eines Versagens irgendeines Teiles der Einrichtung eine Ersatzheizung von wenigstens 100 v.H. des theoretischen Wärmebedarfs aufrechterhalten werden kann;
- .2 die Heizeinrichtung ist als wesentliche Hilfseinrichtung anzusehen. Alle elektrischen Komponenten von wenigstens einem der nach Absatz 4.19.1.5 vorgesehenen Systeme müssen von der Notstromquelle versorgt werden, und
- .3 die Auslegung und Konstruktion der Heizeinrichtung ist in die Zulassung des Ladungsbehältersystems durch die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation einzubeziehen.

#### 4.19.2 *Werkstoffe für erste und zweite Barrieren*

4.19.2.1 Metallische Werkstoffe, die für die Konstruktion von ersten und zweite Barrieren verwendet werden, welche nicht den Schiffskörper bilden, müssen für die Entwurfsbelastungen geeignet sein, denen sie ausgesetzt sein können, und Tabelle 6.1, 6.2 oder 6.3 entsprechen.

4.19.2.2 Werkstoffe, die entweder nichtmetallisch oder metallisch sind, aber nicht durch die Tabellen 6.1, 6.2 und 6.3 erfasst werden, die bei ersten und zweiten Barrieren verwendet werden, können unter Berücksichtigung der Entwurfsbelastungen, denen sie ausgesetzt sein können, ihren Eigenschaften und ihrer vorgesehenen Verwendung von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation zugelassen werden.

4.19.2.3 Wenn nichtmetallische Werkstoffe einschließlich Verbundwerkstoffe für erste oder zweite Barrieren verwendet werden oder in diese eingearbeitet sind, müssen sie auf folgende Eigenschaften, soweit zutreffend, geprüft sein, um sicherzustellen, dass sie für den beabsichtigten Einsatz geeignet sind:

- .1 Verträglichkeit mit den Ladungen,
- .2 Alterung,



- .3 mechanische Eigenschaften,
- .4 thermische Ausdehnung und Schrumpfung,
- .5 Abrieb,
- .6 Kohäsion,
- .7 Widerstand gegen Schwingungen,
- .8 Widerstand gegen Brand und Brandausbreitung, und
- .9 Widerstand gegen Ermüdungsbruch und Rissfortschritt.

4.19.2.4 Die oben genannten Eigenschaften müssen gegebenenfalls für den Bereich zwischen höchster erwarteter Betriebstemperatur und 5 °C unterhalb der niedrigsten Entwurfstemperatur, jedoch nicht unter -196 °C, geprüft werden.

4.19.2.5.1 Wenn nichtmetallische Werkstoffe einschließlich Verbundwerkstoffe für die ersten oder zweiten Barrieren verwendet werden, müssen die Verbindungsverfahren ebenfalls, wie vorstehend beschrieben, geprüft werden.

4.19.2.5.2 Eine Anleitung für die Verwendung nichtmetallischer Werkstoffe bei der Konstruktion von ersten und zweiten Barrieren ist in Anhang 4 gegeben.

4.19.2.6 Die Verwendung von Werkstoffen in den ersten und zweiten Barrieren, die nicht widerstandsfähig gegen Brand und Brandausbreitung sind, kann unter der Voraussetzung erwogen werden, dass sie durch ein geeignetes System, wie beispielsweise eine ständige Inertgas-Umgebung, geschützt sind oder mit einer feuerhemmenden Barriere versehen sind.

### 4.19.3 *In Ladungsbehältersystemen verwendete thermische Isolierung und andere Werkstoffe*

4.19.3.1 Tragende thermische Isolierung und andere Werkstoffe, die in Ladungsbehältersystemen verwendet werden, müssen für die Entwurfsbelastungen geeignet sein.

4.19.3.2 Thermische Isolierung und andere Werkstoffe, die in Ladungsbehältersystemen verwendet werden, müssen, soweit zutreffend, die folgenden Eigenschaften haben, um sicherzustellen, dass sie für den beabsichtigten Einsatz geeignet sind:

- .1 Verträglichkeit mit den Ladungen,
- .2 Löslichkeit in der Ladung,
- .3 Aufnahmefähigkeit von Ladung,
- .4 Schrumpfung,
- .5 Alterung,
- .6 Anteil der geschlossenen Zellen,
- .7 Dichte,

- .8 mechanische Eigenschaften insofern, als sie der Ladung und anderen Belastungseinflüssen ausgesetzt sind, thermische Ausdehnung und Schrumpfung,
- .9 Abrieb,
- .10 Kohäsion,
- .11 thermische Leitfähigkeit,
- .12 Widerstand gegen Schwingungen,
- .13 Widerstand gegen Brand und Brandausbreitung, und
- .14 Widerstand gegen Ermüdungsbruch und Rissfortschritt.

4.19.3.3 Die oben genannten Eigenschaften müssen gegebenenfalls für den Bereich zwischen höchster erwarteter Betriebstemperatur und 5 °C unterhalb der niedrigsten Entwurfstemperatur, jedoch nicht unter -196 °C, geprüft werden.

4.19.3.4 Sofern die Anordnung oder die Umgebungsbedingungen es erfordern, müssen die thermischen Isolierwerkstoffe angemessene Widerstandseigenschaften gegen Brand und Brandausbreitung haben und müssen gegen das Eindringen von Wasserdampf und mechanische Beschädigungen ausreichend geschützt sein. Wenn sich die thermische Isolierung auf oder oberhalb des freiliegenden Decks und im Bereich von Tankabdeckungs-Durchbrüchen befindet, muss sie in Übereinstimmung mit anerkannten Normen angemessene Brand-Widerstandseigenschaften haben, oder sie muss mit einem Werkstoff abgedeckt sein, der schwerentflammbar ist und eine wirksame zugelassene Dampfsperre bildet.

4.19.3.5 Thermische Isolierungen, die anerkannte Normen für den Brandwiderstand nicht erfüllen, können in nicht ständig inertisiert gehaltenen Laderäumen unter der Voraussetzung verwendet werden, dass ihre Oberflächen mit einem Werkstoff abgedeckt sind, der schwerentflammbar ist und der eine wirksame zugelassene Dampfsperre bildet.

4.19.3.6 Die Prüfung der thermischen Isolierung auf thermische Leitfähigkeit ist mit angemessen gealterten Probekörpern durchzuführen.

4.19.3.7 Wenn eine thermische Isolierung in Pulver- oder Granulatform verwendet wird, müssen Vorkehrungen getroffen werden, um eine Verdichtung im Betrieb zu verringern und die erforderliche thermische Leitfähigkeit aufrecht zu erhalten sowie einen übermäßigen Druckanstieg auf das Ladungsbehältersystem zu verhindern.

## **4.20 Bauausführung**

### ***Zielsetzung***

*Festlegung geeigneter Herstellungsprozesse und Prüfverfahren, um so weit wie praktisch durchführbar sicherzustellen, dass das Ladungsbehältersystem im Betrieb in Übereinstimmung mit den im Entwurfsstadium getroffenen Annahmen zufriedenstellend funktioniert.*

#### **4.20.1 Ausführung der Schweißverbindungen**

4.20.1.1 Alle Schweißverbindungen der Wandungen unabhängiger Tanks müssen in gleicher Ebene liegende, voll durchgeschweißte Stumpfnähte sein. Nur für Verbindungen zwischen Dom und Man-

tel können voll durchgeschweißte T-Verbindungen verwendet werden, in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Versuche, die bei der Zulassung des Schweißverfahrens durchgeführt wurden. Mit Ausnahme kleiner Durchdringungen an Domen müssen Schweißnähte an Stützen ebenfalls voll durchgeschweißt sein.

4.20.1.2 Einzelheiten von Schweißverbindungen an unabhängigen Typ C-Tanks und an flüssigkeitsdichten ersten Barrieren von unabhängigen Typ B-Tanks, die hauptsächlich aus gekrümmten Wandungen bestehen, sind wie folgt auszuführen:

- .1 Alle Längs- und Rundnähte müssen voll durchgeschweißte Stumpfnähte in Form von X- oder V-Nähten sein. Voll durchgeschweißte Stumpfnähte müssen entweder durch doppelseitige Schweißung oder durch die Verwendung von Unterlegringen hergestellt werden. Etwa benutzte Unterlegringe sind mit Ausnahme sehr kleiner Prozeßdruckbehälter wieder zu entfernen. Andere Kantenvorbereitungen können in Abhängigkeit von den Ergebnissen der Versuche, die bei der Zulassung des Schweißverfahrens durchgeführt wurden, genehmigt werden; und
- .2 Die Vorbereitung der schrägen Kanten der Verbindungen zwischen dem Tank-Körper und den Domen und zwischen den Domen und den entsprechenden Stützen ist entsprechend einer anerkannten Norm durchzuführen, die von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation anerkannt ist. Alle Schweißverbindungen an Stützen, Domen oder anderen Durchdringungen des Behälters und alle Schweißverbindungen zwischen Flanschen und Behälter oder Stützen müssen eine voll durchgeschweißte Schweißnaht haben.

4.20.1.3 Sofern anwendbar, sind alle Herstellungsprozesse und Prüfungen, mit Ausnahme der in Abschnitt 4.20.3 angegebenen, in Übereinstimmung mit den anwendbaren Bestimmungen des Kapitels 6 durchzuführen.

### 4.20.2 *Ausführung von Klebe- und anderen Verbindungsverfahren*

Bei der Ausführung der zu verklebenden Fuge (oder zu verbinden mittels eines anderen Verfahrens außer Schweißen) müssen die Festigkeitseigenschaften des Verbindungsverfahrens berücksichtigt werden.

### 4.20.3 *Prüfung*

4.20.3.1 Alle Ladetanks und Prozessdruckbehälter müssen einer hydrostatischen oder hydropneumatischen Druckprüfung entsprechend den Abschnitten 4.21 bis 4.26, wie jeweils für den Tanktyp anwendbar, unterzogen werden.

4.20.3.2 Alle Tanks müssen einer Dichtheitsprüfung unterzogen werden, die in Verbindung mit der in Abschnitt 4.20.3.1 angegebenen Druckprüfung durchgeführt werden kann.

4.20.3.3 Anforderungen im Hinblick auf die Besichtigung von zweiten Barrieren müssen in jedem Einzelfall von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation unter Berücksichtigung der Zugänglichkeit der Barriere (siehe Absatz 4.6.2) festgelegt werden.

4.20.3.4 Die Verwaltung kann vorschreiben, dass auf Schiffen mit neuartigen unabhängigen Typ B-Tanks oder nach Abschnitt 4.27 gebauten Tanks mindestens ein Prototyp-Tank und seine unterstützenden Strukturen mit Dehnungsmessstreifen oder anderen geeigneten Vorrichtungen zum Messen der Spannung versehen werden. Ähnliche Messeinrichtungen können für unabhängige Typ C-Tanks

unter Berücksichtigung ihrer Form und der Anordnung ihrer Lager und Befestigungen vorgeschrieben werden.

4.20.3.5 Das Gesamtverhalten des Ladungsbehältersystems muss während des ersten vollständigen Belade- und Entladevorgangs der Ladung auf Übereinstimmung mit den Entwurfsparametern entsprechend dem Besichtigungsverfahren und den Bestimmungen in Abschnitt 1.4 sowie den Anforderungen der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation überprüft werden. Aufzeichnungen über das Verhalten der Einzelteile und der Vorrichtungen, die zur Bestätigung der Entwurfsparameter wesentlich waren, müssen aufbewahrt und zur Verfügung der Verwaltung gehalten werden.

4.20.3.6 Sofern Heizeinrichtungen nach Absatz 4.19.1.5 und 4.19.1.6 eingebaut sind, müssen sie auf Wärmeleistung und Wärmeverteilung überprüft werden.

4.20.3.7 Das Ladungsbehältersystem muss während oder unmittelbar nach der ersten Reise mit Ladung auf kalte Stellen überprüft werden. Die Überprüfung der Unversehrtheit der Oberflächen der thermischen Isolierung, die nicht durch Sichtkontrolle überprüft werden können, muss in Übereinstimmung mit anerkannten Normen durchgeführt werden.

## **Teil E** **Tanktypen**

### **4.21 Unabhängige Typ A-Tanks**

#### **4.21.1 Entwurfsgrundlage**

4.21.1.1 Unabhängige Typ A-Tanks sind Tanks, die hauptsächlich unter Verwendung klassischer schiffbaulicher Berechnungsverfahren in Übereinstimmung mit anerkannten Normen bemessen sind. Bestehen solche Tanks hauptsächlich aus ebenen Wandungen, so muss der Entwurfsdampfdruck  $P_0$  kleiner als 0,07 MPa sein.

4.21.1.2 Wenn die Ladungstemperatur bei Atmosphärendruck unter  $-10\text{ °C}$  liegt, muss eine vollständige zweite Barriere, wie nach Abschnitt 4.5 vorgeschrieben, vorgesehen sein. Die zweite Barriere ist entsprechend Abschnitt 4.6 zu bemessen.

#### **4.21.2 Bemessung**

4.21.2.1 Eine Bemessung ist unter Berücksichtigung des in Absatz 4.13.2 angegebenen inneren Druckes und den Wechselwirkungen der Belastungen mit dem Auflager-, Abstütz- und Verkeilungssystem sowie einem angemessenen Teil des Schiffskörpers vorzunehmen.

4.21.2.2 Für Bauteile, wie z. B. die Auflagerkonstruktionen, für welche die Vorschriften des Codes keine besonderen Angaben enthalten, sind die Spannungen durch direkte Berechnung unter Berücksichtigung der in den Abschnitten 4.12 bis 4.15 angegebenen Belastungen, soweit anwendbar, und der Schiffsdurchbiegung im Bereich der Auflagerkonstruktionen zu berechnen.

4.21.2.3 Die Tanks mit Auflagern sind für die in Abschnitt 4.15 angegebenen Unfallbelastungen zu bemessen. Diese Belastungen brauchen nicht miteinander oder mit umweltbedingten Belastungen kombiniert zu werden.

### 4.21.3 *Konstruktions-Grenzanforderungen*

4.21.3.1 Für Tanks, die vorwiegend mit ebenen Wandungen gebaut sind, dürfen die Nenn-Membranspannungen in den primären und sekundären Bauteilen (Steifen, Rahmen, Stringer, Träger,), wenn sie mittels herkömmlicher Berechnungsverfahren bestimmt werden, bei Nickelstählen, Kohlenstoff-Manganstählen, austenitischen Stählen und Aluminiumlegierungen den jeweils niedrigeren der folgenden Werte nicht überschreiten:

$R_m/2,66$  oder  $R_e/1,33$ , wobei  $R_m$  und  $R_e$  in Absatz 4.18.1.3 festgelegt sind.

Wenn jedoch für die primären Bauteile ausführliche Berechnungen durchgeführt werden, können für die in Absatz 4.18.1.4 festgelegte Vergleichsspannung  $\sigma_c$  höhere Werte als die oben angegebenen von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation genehmigt werden. Bei den Berechnungen sind sowohl die Einflüsse von Biegung, Schub, axialen und torsionsbedingten Verformungen als auch die zwischen Schiffskörper und Ladetank infolge Durchbiegung des Doppelbodens und des Ladetankbodens auftretenden Wechselwirkungskräfte zu berücksichtigen.

4.21.3.2 Die Abmessungen der Tankwandungen müssen mindestens den Anforderungen der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation für Tieftanks unter Berücksichtigung des in Absatz 4.13.2 angegebenen inneren Druckes und des in Absatz 4.3.5 vorgeschriebenen Korrosionszuschlags entsprechen.

4.21.3.3 Die Ladetankstruktur muss auf mögliche Beulung überprüft sein.

### 4.21.4 *Unfall-Konstruktionsanforderungen*

4.21.4.1 Die Tanks und die Lager der Tanks müssen für die unfallbedingten Belastungen und Entwurfsanforderungen nach Absatz 4.3.4.3 und Abschnitt 4.15, soweit maßgeblich, ausgelegt sein.

4.21.4.2 Wenn den unfallbedingten Belastungen nach Abschnitt 4.15 ausgesetzt, muss die Spannung die Zulässigkeitskriterien nach Absatz 4.21.3, die gegebenenfalls unter Beachtung ihrer niedrigeren Eintrittswahrscheinlichkeit geändert worden sind, erfüllen.

### 4.21.5 *Prüfung*

Alle unabhängigen Typ A-Tanks müssen einer hydrostatischen oder hydropneumatischen Prüfung unterzogen werden. Diese Prüfung muss derart durchgeführt werden, dass die auftretenden Spannungen, soweit wie praktisch durchführbar, den Entwurfsspannungen angenähert werden und dass der Druck an Oberkante Tank mindestens MARVS entspricht. Wenn eine hydropneumatische Prüfung durchgeführt wird, müssen die Bedingungen, soweit wie praktisch durchführbar, die Entwurfsbelastung des Tanks und seiner Auflager einschließlich dynamischer Komponenten simulieren; dabei sind Spannungen, die eine ständige Verformung verursachen könnten, zu vermeiden.

## 4.22 *Unabhängige Typ B-Tanks*

### 4.22.1 *Entwurfsgrundlage*

4.22.1.1 Unabhängige Typ B-Tanks sind Tanks, für deren Bemessung Modellversuche und verfeinerte Berechnungsverfahren und Analysemethoden für die Ermittlung der Spannungshöhen, der Ermüdungslebensdauer und des Rissfortschrittsverhaltens benutzt werden. Haben solche Tanks vorwiegend ebene Wandungen (prismatische Tanks), muss der Entwurfsdampfdruck  $P_0$  kleiner als 0,07 MPa sein.

4.21.1.2 Wenn die Ladungstemperatur bei Atmosphärendruck unter  $-10\text{ °C}$  liegt, muss eine teilweise zweite Barriere, wie nach Abschnitt 4.5 vorgeschrieben, mit einem Schutzsystem für kleine Leckagen vorgesehen sein. Das Schutzsystem für kleine Leckagen muss entsprechend Abschnitt 4.7 ausgeführt sein.

#### 4.22.2 **Bemessung**

4.22.2.1 Die Einflüsse aller statischen und dynamischen Lastanteile sind zur Beurteilung der Eignung der Konstruktion zu erfassen hinsichtlich:

- .1 plastischer Verformung,
- .2 Beulung,
- .3 Ermüdungsbruchs, und
- .4 Rissfortschritts.

Es sind Untersuchungen nach der Methode der finiten Elemente oder ähnliche Verfahren und bruchmechanische oder gleichwertige Untersuchungen durchzuführen.

4.22.2.2 Zur Bestimmung der Spannungen einschließlich der Wechselwirkung mit dem Schiffskörper ist eine dreidimensionale Analyse durchzuführen. Das Modell für diese Untersuchung muss den Ladetank mit seinem Auflager-, Abstütz- und Verkeilungssystem sowie einen angemessenen Teil des Schiffskörpers umfassen.

4.22.2.3 Es ist eine vollständige Untersuchung der einzelnen Schiffsbeschleunigungen und -bewegungen im unregelmäßigen Seegang und des Verhaltens des Schiffes und seiner Ladetanks unter diesen Kräften und Bewegungen durchzuführen, wenn nicht solche Angaben von ähnlichen Schiffen vorliegen.

#### 4.22.3 **Konstruktions-Grenzanforderungen**

##### 4.22.3.1 Plastische Verformung

4.22.3.1.1 Für unabhängige Typ B-Tanks, die vorwiegend aus Rotationskörpern bestehen, dürfen die Spannungen die folgenden zulässigen Werte nicht überschreiten:

$$\begin{array}{ll}
 \sigma_m & \leq f \\
 \sigma_L & \leq 1,5f \\
 \sigma_b & \leq 1,5F \\
 \sigma_L + \sigma_b & \leq 1,5F \\
 \sigma_m + \sigma_b & \leq 1,5F \\
 \sigma_m + \sigma_b + \sigma_g & \leq 3,0F \\
 \sigma_L + \sigma_b + \sigma_g & \leq 3,0F
 \end{array}$$

Hierbei sind:

- $\sigma_m$  = Vergleichswert der primären allgemeinen Membranspannung,
- $\sigma_L$  = Vergleichswert der primären örtlichen Membranspannung,
- $\sigma_b$  = Vergleichswert der primären Biegespannung,
- $\sigma_g$  = Vergleichswert der Sekundärspannung,
- $f$  = der kleinere der Werte  $(R_m/A)$  oder  $(R_e/B)$ ,
- $F$  = der kleinere der Werte  $(R_m/C)$  oder  $(R_e/D)$ ,

wobei  $R_m$  und  $R_e$  in Absatz 4.18.1.3 festgelegt sind. Bezüglich der Spannungen  $\sigma_m$ ,  $\sigma_L$ ,  $\sigma_b$  und  $\sigma_g$  wird auf die Festlegung der Spannungskategorien in Absatz 4.28.3 verwiesen. Die Werte A und B sind im Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut anzugeben; sie dürfen die folgenden Mindestwerte nicht unterschreiten:

	<b>Nickelstähle und Kohlenstoff-Manganstähle</b>	<b>Austenitische Stähle</b>	<b>Aluminiumlegierungen</b>
A	3	3,5	4
B	2	1,6	1,5
C	3	3	3
D	1,5	1,5	1,5

Die vorstehenden Zahlenwerte können unter Berücksichtigung der Entwurfsanforderungen, die mit Zustimmung der Verwaltung betrachtet werden, geändert werden.

4.22.3.1.2 Für unabhängige Typ B-Tanks, die vorwiegend aus ebenen Wandungen bestehen, dürfen die zulässigen Membran-Vergleichsspannungen, die bei der Untersuchung nach der Methode der finiten Elemente verwendet werden, die folgenden Werte nicht überschreiten:

- .1 bei Nickelstählen und Kohlenstoff-Manganstählen, den kleineren Wert von  $R_m/2,0$  oder  $R_e/1,2$
- .2 bei austenitischen Stählen, den kleineren Wert von  $R_m/2,5$  oder  $R_e/1,2$ , und
- .3 bei Aluminiumlegierungen, den kleineren Wert von  $R_m/2,5$  oder  $R_e/1,2$ .

Die vorstehenden Zahlenwerte können unter Berücksichtigung der Örtlichkeit der Spannung, des Spannungs-Untersuchungsverfahrens und der Entwurfsanforderungen, die mit Zustimmung der Verwaltung betrachtet werden, geändert werden.

4.22.3.1.3 Die Dicke der Beplattung und die Abmessungen der Steifen dürfen nicht geringer sein als die für unabhängige Typ A-Tanks vorgeschriebenen.

### 4.22.3.2 Beulung

Die Untersuchungen der Beulfestigkeit von Ladetanks, die äußerem Druck und anderen Druckspannungen erzeugenden Belastungen ausgesetzt sind, ist entsprechend anerkannten Normen durchzuführen. Das Verfahren muss die Unterschiede zwischen theoretischer und wirklicher Beulspannung infolge Kantenversatzes, mangelnder Geradheit oder Flachheit, Unrundheit und Abweichung von der genauen kreisrunden Form über eine bestimmte Bogen- oder Sehnenlänge angemessen berücksichtigen.

### 4.22.4 Konstruktions-Ermüdungsanforderung

4.22.4.1 Die Ermüdungs- und Rissfortschritts-Bewertung ist in Übereinstimmung mit Absatz 4.18.2 durchzuführen. Die Zulässigkeitskriterien müssen in Abhängigkeit von der Feststellbarkeit des Schadens die Absätze 4.18.2.7 und 4.18.2.8 oder 4.18.2.9 erfüllen.

4.22.4.2 Die Untersuchung der Ermüdungsfestigkeit muss die Fertigungstoleranzen berücksichtigen

4.22.4.3 Sofern es die Verwaltung für notwendig hält, können Modellversuche zur Bestimmung von Spannungskonzentrationsfaktoren und der Ermüdungsfestigkeit von Bauteilen gefordert werden.

#### 4.22.5 *Unfall-Konstruktionsanforderung*

4.22.5.1 Die Tanks und die Lager der Tanks müssen für die unfallbedingten Belastungen und Entwurfsanforderungen nach Absatz 4.3.4.3 und Abschnitt 4.15, soweit anwendbar, entworfen sein.

4.22.5.2 Wenn den unfallbedingten Belastungen nach Abschnitt 4.15 ausgesetzt, muss die Spannung die Zulässigkeitskriterien nach Absatz 4.22.3, die gegebenenfalls unter Beachtung ihrer niedrigeren Eintrittswahrscheinlichkeit abgeändert worden sind, erfüllen.

#### 4.22.6 *Prüfung*

Unabhängige Typ B-Tanks müssen einer hydrostatischen oder hydropneumatischen Prüfung wie folgt unterzogen werden:

- .1 Die Prüfung muss so durchgeführt werden, wie sie in Absatz 4.21.5 für unabhängige Typ A-Tanks vorgeschrieben ist; und
- .2 darüber hinaus dürfen unter Prüfbedingungen die größten primären Membranspannungen oder die größten Biegespannungen in den primären Bauteilen 90 v.H. der Streckgrenze des Werkstoffs (im Lieferzustand) bei Prüftemperatur nicht überschreiten. Wenn durch Berechnungen festgestellt wird, dass diese Spannung 75 v.H. der Streckgrenze überschreitet, muss zur Erfüllung dieser Bedingung die Prototyp-Erprobung durch Messung mittels Dehnungsmessstreifen oder anderer geeigneter Vorrichtungen überwacht werden.

#### 4.22.7 *Markierung*

Die Markierung des Druckbehälters ist mittels eines Verfahrens vorzunehmen, das keine unzulässigen örtlichen Spannungsspitzen verursacht.

### 4.23 **Unabhängige Typ C-Tanks**

#### 4.23.1 *Entwurfsgrundlage*

4.23.1.1 Die Entwurfsgrundlage für unabhängige Typ C-Tanks beruht auf den Merkmalen eines Druckbehälters, die abgeändert worden sind, um bruchmechanische Kriterien und Rissfortschrittskriterien zu erfassen. Der in Absatz 4.23.1.2 bestimmte niedrigste Entwurfsdruck ist vorgesehen, um sicherzustellen, dass die dynamische Spannung ausreichend niedrig ist, sodass ein anfänglicher Oberflächen-Fabrikationsfehler sich nicht mehr als die halbe Dicke der Wandung während der Lebensdauer des Tanks ausbreitet.



4.23.1.2 Der Entwurfsdampfdruck darf nicht geringer sein als:

$$P_o = 0,2 + AC (\rho_r)^{1,5} \quad (\text{MPa})$$

hierbei sind:

$$A = 0,00185 \left( \frac{\sigma_m}{\Delta\sigma_A} \right)^2$$

mit:

- $\sigma_m$  = primäre Entwurfsmembranspannung,
- $\Delta\sigma_A$  = zulässige dynamische Membranspannung (Doppelamplitude bei einem Wahrscheinlichkeitsniveau von  $Q = 10^{-8}$ ) und gleich
  - 55 N/mm<sup>2</sup> für ferritisch-perlitische, martensitische und austenitische Stähle,
  - 25 N/mm<sup>2</sup> für Aluminium-Legierung (5083-0);

C = charakteristische Tankabmessung, wobei der größte der folgenden Werte zu nehmen ist:

$$h; 0,75 b \text{ oder } 0,45 l$$

mit:

- $h$  = Tankhöhe (Abmessung in senkrechter Schiffsrichtung) (m)
- $b$  = Tankbreite (Abmessung in Schiffsquerrichtung) (m)
- $l$  = Tanklänge (Abmessung in Schiffs längsrichtung) (m)

$\rho_r$  = relative Dichte der Ladung ( $\rho_r = 1,0$  für Süßwasser) bei Entwurfstemperatur.

Wenn eine angegebene Lebensdauer des Tanks länger ist als  $10^8$  Wellenbegegnungen, so ist  $\Delta\sigma_A$  anzupassen, um einen gleichwertigen Rissfortschritt anzugeben, welcher der Lebensdauer entspricht.

4.23.1.3 Die Verwaltung kann einen Tank, der den Kriterien des niedrigsten Entwurfsdrucks eines Typ C-Tanks nach Absatz 4.23.1.2 entspricht, dem Tanktyp A oder B in Abhängigkeit von der Form des Tanks und der Anordnung seiner Lager und Befestigungen zuordnen.

### 4.23.2 Dicke der Wandung

4.23.2.1 Die Wandung muss folgende Dicke haben:

- .1 Für Druckbehälter gilt die nach Absatz 4.23.2.4 berechnete Dicke als Mindestdicke nach der Formgebung und ohne jegliche Minustoleranzen.
- .2 Für Druckbehälter darf die Mindestdicke von Wandungen und Böden einschließlich Korrosionszuschlag nach der Formgebung folgende Werte nicht unterschreiten:
  - 5 mm für Kohlenstoff-Manganstähle und Nickelstähle,
  - 3 mm für austenitische Stähle, oder
  - 7 mm für Aluminiumlegierungen.
- .3 Der in den Berechnungen nach Absatz 4.23.2.4 einzusetzende Schweißnahtfaktor beträgt 0,95, wenn Besichtigungen und zerstörungsfreie Prüfungen nach Absatz

6.5.6.5 durchgeführt werden. Dieser Faktor kann unter Berücksichtigung anderer Gegebenheiten, wie beispielsweise der verwendete Werkstoff, die Verbindungsarten, das Schweißverfahren und die Belastungsart, auf 1,0 erhöht werden. Für Prozessdruckbehälter kann die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation der Anwendung teilweise zerstörungsfreier Prüfungen zustimmen, die jedoch mindestens den Anforderungen des Absatzes 6.5.6.5 in Abhängigkeit von solchen Faktoren wie der verwendete Werkstoff, die Entwurfstemperatur, NDT-Temperatur (nil-ductility transition temperature) des gelieferten Werkstoffes, sowie die Art der Verbindung und des Schweißverfahrens entsprechen müssen; allerdings darf in diesem Falle der Schweißnahtfaktor nicht größer als 0,85 gewählt werden. Für besondere Werkstoffe sind die oben genannten Faktoren in Abhängigkeit von den festgelegten mechanischen Eigenschaften der Schweißverbindung zu verringern.

4.23.2.2 Der in Absatz 4.13.2 definierte Entwurfs-Flüssigkeitsdruck ist in den Berechnungen des inneren Drucks zu berücksichtigen.

4.23.2.3 Der äußere Entwurfsdruck  $P_e$  zur Beurteilung des Beulverhaltens des Druckbehälters darf nicht kleiner sein als der Druck, der sich nach folgender Formel ergibt:

$$P_e = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \quad (\text{MPa})$$

hierbei sind:

- $P_1$  = Einstelldruck der Unterdrucksicherheitsventile. Für Behälter, die nicht mit Unterdrucksicherheitsventilen ausgerüstet sind, muss  $P_1$  besonders festgelegt werden, darf jedoch im allgemeinen nicht kleiner als 0,025 MPa sein;
- $P_2$  = Einstelldruck der Sicherheitsventile für vollständig geschlossene Räume, die Druckbehälter oder Teile von Druckbehältern enthalten; anderenfalls ist  $P_2 = 0$ ;
- $P_3$  = Druckbelastungen in oder auf die Wandungen infolge von Gewicht und Schrumpfung der thermischen Isolierung, Gewicht der Wandungen einschließlich Korrosionszuschlag sowie von verschiedenen anderen äußeren Druckbelastungen, denen der Druckbehälter ausgesetzt sein kann. Diese Belastungen enthalten - ohne darauf beschränkt zu sein - Gewichte von Domen, Modulen und Rohrleitungen, Einflüsse der Stoffe bei Teilbeladung, Beschleunigungen und Schiffskörperdurchbiegung. Zusätzlich sind örtliche Einflüsse von äußeren oder inneren Drücken oder von beiden zu berücksichtigen; und
- $P_4$  = äußere Wasserdruckbelastung für auf freiliegenden Decks angeordnete Druckbehälter oder deren Teile; anderenfalls ist  $P_4 = 0$ .

4.23.2.4 Auf den inneren Druck bezogene Wanddicken sind wie folgt zu berechnen:

Die Dicke und Ausführung der druckführenden Teile von Druckbehältern unter Innendruck nach Absatz 4.13.2 einschließlich Flansche sind zu bestimmen. Diese Berechnungen müssen stets auf einer anerkannten Theorie für den Entwurf von Druckbehältern beruhen. Öffnungen in druckführenden Teilen von Druckbehältern sind entsprechend anerkannter Normen zu verstärken.

4.23.2.5 Die Spannungsuntersuchung unter statischer und dynamischer Belastung ist wie folgt auszuführen:

- .1 Die Abmessungen Wanddicken von Druckbehältern sind nach den Absätzen 4.23.2.1 bis 4.23.2.4 und 4.23.3 zu bestimmen.
- .2 Es sind Berechnungen von Belastungen und Spannungen im Bereich der Auflager und der Auflagerbefestigung an der Wandung durchzuführen. Dabei sind die in den Abschnitten 4.12 bis 4.15 angegebenen Belastungen, soweit anwendbar, zu benutzen. Die Spannungen im Bereich der unterstützenden Strukturen müssen einer anerkannten Norm entsprechen, die von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation anerkannt ist. In besonderen Fällen kann die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation eine Untersuchung der Ermüdungsfestigkeit fordern.
- .3 Falls es von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation für erforderlich gehalten wird, sind Sekundärspannungen und thermische Spannungen besonders zu betrachten.

### 4.23.3 Konstruktions-Grenzanforderungen

#### 4.23.3.1 Plastische Verformung

Für unabhängige Typ C-Tanks dürfen die Spannungen die folgenden zulässigen Werte nicht überschreiten:

$$\begin{aligned}
 \sigma_m &\leq f \\
 \sigma_L &\leq 1,5f \\
 \sigma_b &\leq 1,5f \\
 \sigma_L + \sigma_b &\leq 1,5f \\
 \sigma_m + \sigma_b &\leq 1,5f \\
 \sigma_m + \sigma_b + \sigma_g &\leq 3,0f \\
 \sigma_L + \sigma_b + \sigma_g &\leq 3,0f
 \end{aligned}$$

Hierbei sind:

- $\sigma_m$  = Vergleichswert der primären allgemeinen Membranspannung,
- $\sigma_L$  = Vergleichswert der primären örtlichen Membranspannung,
- $\sigma_b$  = Vergleichswert der primären Biegespannung,
- $\sigma_g$  = Vergleichswert der Sekundärspannung,
- $f$  = der kleinere der Werte ( $R_m/A$ ) oder ( $R_e/B$ ),

wobei  $R_m$  und  $R_e$  in Absatz 4.18.1.3 festgelegt sind. Bezüglich der Spannungen  $\sigma_m$ ,  $\sigma_L$ ,  $\sigma_b$  und  $\sigma_g$  wird auf die Festlegung der Spannungskategorien in Absatz 4.28.3 verwiesen. Die Werte A und B sind im Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut anzugeben; sie dürfen die folgenden Mindestwerte nicht unterschreiten:

	Nickelstähle und Kohlenstoff-Manganstähle	Austenitische Stähle	Aluminiumlegierungen
A	3	3,5	4
B	1,5	1,5	1,5

#### 4.23.3.2 Es gelten folgende Beulkriterien:

Die Dicke und Ausführung von Druckbehältern, die äußerem Druck und anderen Druckspannungen erzeugenden Belastungen ausgesetzt sind, müssen auf Berechnungen einer anerkannten Druckbehälter-Beultheorie beruhen; dabei sind die Unterschiede zwischen theoretischer und wirklicher Beulspannung infolge Kantenversatzes, Unrundheit und Abweichung von der genauen kreisrunden Form über eine bestimmte Bogen- oder Sehnenlänge angemessen zu berücksichtigen.

#### 4.23.4 **Konstruktions-Ermüdungsanforderungen**

Für große unabhängige Typ C-Tanks, bei denen die Temperatur der Ladung bei Atmosphärendruck unter  $-55\text{ °C}$  liegt, kann die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation eine zusätzliche Überprüfung fordern, um ihre Übereinstimmung mit Absatz 4.23.1.1 hinsichtlich statischer und dynamischer Spannung nachzuprüfen.

#### 4.23.5 **Unfall-Konstruktionsanforderungen**

4.23.5.1 Die Tanks und die unterstützenden Strukturen der Tanks müssen für die unfallbedingten Belastungen und Konstruktionsanforderungen nach Absatz 4.3.4.3 und Abschnitt 4.15, soweit anwendbar, ausgelegt sein.

4.23.5.2 Wenn den unfallbedingten Belastungen nach Absatz 4.15 ausgesetzt, muss die Spannung die Zulässigkeitskriterien nach Abschnitt 4.23.3.1, die gegebenenfalls unter Beachtung ihrer niedrigeren Eintrittswahrscheinlichkeit abgeändert worden sind, erfüllen.

#### 4.23.6 **Prüfung**

4.23.6.1 Jeder Druckbehälter muss einer hydrostatischen Prüfung unterzogen werden, wobei der an Oberkante Tank gemessene Druck nicht kleiner als  $1,5 P_O$  sein darf. Während der Druckprüfung darf in keinem Fall die rechnerische primäre Membranspannung an irgendeiner Stelle 90 v.H. der Streckgrenze des Werkstoffs überschreiten. Wenn durch Berechnungen festgestellt wird, dass diese Spannung 0,75 mal der Streckgrenze überschreiten wird, muss zur Erfüllung dieser Bedingung die Prototyp-Erprobung durch Messung mittels Dehnungsmessstreifen oder anderer geeigneter Vorrichtungen bei Druckbehältern, mit Ausnahme von einfachen zylindrischen und kugelförmigen Druckbehältern, überwacht werden.

4.23.6.2 Die Temperatur des Wassers, das bei der Prüfung benutzt wird, muss mindestens  $30\text{ °C}$  über der NDT-Temperatur des verarbeiteten Werkstoffs liegen.

4.23.6.3 Der Druck ist für die Dauer von 2 Stunden für je 25 mm Wanddicke, keinesfalls aber weniger als 2 Stunden, zu halten.

4.23.6.4 Sofern erforderlich, kann für Lade-Druckbehälter unter den in den Absätzen 4.23.6.1 bis 4.23.6.3 beschriebenen Bedingungen eine hydropneumatische Prüfung durchgeführt werden.

4.23.6.5 Für die Prüfung von Tanks, für die in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur höhere zulässige Spannungen verwendet werden, können besondere Überlegungen angestellt werden. Die Vorschriften des Absatzes 4.23.6.1 sind jedoch in vollem Umfang einzuhalten.

4.23.6.6 Nach Fertigstellung und Zusammenbau muss jeder Druckbehälter einschließlich zugehöriger Fittinge einer angemessenen Dichtheitsprüfung unterzogen werden, die in Kombination mit der in Absatz 4.23.6.1 angegebenen Druckprüfung durchgeführt werden kann.

4.23.6.7 Einer pneumatischen Prüfung von Druckbehältern, mit Ausnahme von Ladetanks, darf nur auf der Grundlage einer Einzelfallprüfung zugestimmt werden. Eine solche Prüfung kann für derartige Behälter nur dann zugelassen werden, wenn sie so gebaut oder aufgelagert sind, dass sie mit Wasser nicht sicher befüllt werden können, oder für solche Behälter, die nicht getrocknet werden können und bei denen im Betrieb Spuren des Prüfmediums nicht hingenommen werden können.

### 4.23.7 *Markierung*

Die notwendige Markierung des Druckbehälters ist mittels eines Verfahrens vorzunehmen, dass keine unzulässigen örtlichen Spannungsspitzen verursacht.

## 4.24 Membrantanks

### 4.24.1 *Entwurfsgrundlage*

4.24.1.1 Die Entwurfsgrundlage für Membran-Behältersysteme ist, dass thermisch bedingte und andere Ausdehnungen oder Schrumpfungen ausgeglichen werden können, ohne dass ein unzulässiges Risiko des Verlustes der Dichtheit der Membrane besteht.

4.24.1.2 Es ist eine auf Untersuchung und Erprobung beruhende systematische Vorgehensweise für den Nachweis durchzuführen, dass das System unter Berücksichtigung der im Betrieb ermittelten Vorkommnisse nach Absatz 4.24.2.1 seine angestrebte Funktion erfüllt.

4.24.1.3 Wenn die Ladungstemperatur bei Atmosphärendruck unter  $-10\text{ °C}$  liegt, muss eine vollständige zweite Barriere, wie in Abschnitt 4.5 vorgeschrieben, vorgesehen sein. Die zweite Barriere ist entsprechend Abschnitt 4.6 zu bemessen.

4.24.1.4 Der Entwurfsdampfdruck  $P_O$  darf normalerweise  $0,025\text{ MPa}$  nicht überschreiten. Wenn die Schiffsverbände entsprechend verstärkt werden und gegebenenfalls die Festigkeit der unterstützenden Isolierung berücksichtigt wird, kann  $P_O$  auf einen höheren Wert, der jedoch kleiner als  $0,07\text{ MPa}$  sein muss, angehoben werden.

4.24.1.5 Die Begriffsbestimmung der Membrantanks schließt Konstruktionen nicht aus, bei denen nichtmetallische Membranen benutzt werden oder bei denen Membranen in die thermische Isolierung eingefügt oder eingearbeitet sind.

4.24.1.6 Die Dicke der Membranen darf normalerweise  $10\text{ mm}$  nicht überschreiten.

4.24.1.7 Die Zirkulation des Inertgases durch den gesamten ersten Isolierraum und den zweiten Isolierraum entsprechend Absatz 9.2.1 muss ausreichend sein, um ein wirksames Gasaufspüren zu ermöglichen.

### 4.24.2 *Entwurfsüberlegungen*

4.24.2.1 Mögliche Vorgänge, die zum Verlust der Dichtheit gegenüber Flüssigkeiten über die Lebensdauer der Membranen führen könnten, sind zu bewerten. Diese umfassen, ohne darauf beschränkt zu sein, folgende Punkte:

- .1 Konstruktions-Grenzfälle:
  - .1 Zugfestigkeits-Versagen der Membranen,

- 
- .2 Zusammenbruch der thermischen Isolierung durch Druck,
  - .3 thermische Alterung,
  - .4 Verlust der Befestigung zwischen der thermischen Isolierung und den Schiffsverbänden,
  - .5 Verlust der Befestigung der Membranen an der thermischen Isolierung,
  - .6 bauliche Unversehrtheit der inneren Strukturen und ihrer unterstützenden Konstruktionen, und
  - .7 Versagen der unterstützenden Schiffsverbände.
- .2 Konstruktions-Ermüdungsfälle:
    - .1 Materialermüdung der Membranen einschließlich Verbindungen und Befestigungen zu den Schiffsverbänden,
    - .2 Ermüdungsrisse der thermischen Isolierung,
    - .3 Materialermüdung der inneren Strukturen und ihrer unterstützenden Konstruktionen, und
    - .4 Ermüdungsrisse der inneren Hülle, die zu Ballastwassereintritt führen.
- .3 Unfall-Konstruktionsfälle:
    - .1 Durch Unfall verursachte mechanische Beschädigung (wie z. B. zu Bruch gegangene Gegenstände im Inneren des im Betrieb befindlichen Tanks),
    - .2 durch Unfall verursachte Überdruckbeaufschlagung der thermischen Isolierräume,
    - .3 durch Unfall verursachter Unterdruck im Tank, und
    - .4 Wassereintrich durch die inneren Schiffsverbände.

Konstruktionen, bei denen ein einziger interner Vorfall das gleichzeitige oder stufenförmige Versagen beider Membranen verursachen könnte, sind unzulässig.

4.24.2.2 Die notwendigen physikalischen Eigenschaften (mechanisch, thermisch, chemisch usw.) der Werkstoffe, die bei der Konstruktion des Ladungsbehältersystems verwendet werden, müssen bei der Entwurfentwicklung entsprechend Absatz 4.24.1.2 eingeführt sein.

#### 4.24.3 *Belastungen und Belastungskombinationen*

Besonders zu berücksichtigen ist der mögliche Verlust der Unversehrtheit von Tanks infolge eines Überdrucks im Zwischenbarrieren-Raum, eines möglichen Unterdrucks im Ladetank, der Wirkungen des Hin- und Herschwappens, der Schwingungsauswirkungen des Schiffskörpers oder eine Kombination dieser Fälle.

### 4.24.4 *Bemessung*

4.24.4.1 Es müssen die Bemessungen und/oder Prüfungen zwecks Bestimmung der Bruchfestigkeit und Bewertungen der Materialermüdung der Ladungsbehälter und zugehörigen Konstruktionen, z. B. die in Abschnitt 4.9 festgelegten Konstruktionen, durchgeführt werden. Das Berechnungsverfahren muss die erforderlichen Angaben liefern, um jede Schadensart, die als kritisch für das Ladungsbehältersystem ermittelt worden ist, zu bewerten.

4.24.4.2 Die Bemessungen der Schiffsverbände müssen den in Absatz 4.13.2 angegebenen inneren Druck berücksichtigen unter Berücksichtigung des in Absatz 4.13.2 angegebenen inneren Druckes vorgenommen werden. Besonders zu beachten sind die Durchbiegungen des Schiffskörpers und deren Verträglichkeit mit der Membrane und der zugehörigen thermischen Isolierung.

4.24.4.3 Die Bemessungen nach den Absätzen 4.24.4.1 und 4.24.4.2 müssen auf den einzelnen Bewegungen, Beschleunigungen und dem Verhalten der Schiffe und der Ladungsbehältersysteme basieren.

### 4.24.5 *Konstruktions-Grenzanforderungen*

4.24.5.1 Der bauliche Widerstand jeder kritischen Komponente, jedes Teilsystems oder jeder Baugruppe muss entsprechend Absatz 4.24.1.2 für die Zustände im Betrieb nachgewiesen werden.

4.24.5.2 Die Auswahl der Festigkeits-Zulässigkeitskriterien für die Schadensarten des Ladungsbehältersystems, seiner Befestigungen an den Schiffsverbänden und den innenliegenden Tankstrukturen muss in Verbindung mit den betrachteten Arten der Schäden die Auswirkungen wiedergeben.

4.24.5.3 Die Plattendicke der inneren Schiffshülle muss unter Berücksichtigung des in Absatz 4.13.2 angegebenen inneren Druckes die Vorschriften für Tieftanks und die spezifizierten zugehörigen Vorschriften für Belastungen durch Hin- und Herschwappen nach Absatz 4.14.3 erfüllen.

### 4.24.6 *Konstruktions-Ermüdungsanforderungen*

4.24.6.1 Es ist eine Untersuchung der Ermüdungsfestigkeit für Konstruktionen im Tankinneren, d. h. Pumpenmodule, und für Teile der Membrane sowie der Befestigungen der Pumpenmodule, wo die Entstehung eines Schadens durch eine ständige Überwachung nicht zuverlässig entdeckt werden kann, durchzuführen.

4.24.6.2 Die Berechnungen der Ermüdungsfestigkeit sind entsprechend Absatz 4.18.2 durchzuführen, mit den maßgeblichen Anforderungen in Abhängigkeit von:

- .1 Der Wichtigkeit der baulichen Komponenten hinsichtlich der baulichen Unversehrtheit, und
- .2 der Zugänglichkeit für Besichtigung.

4.24.6.3 Bei Bauteilen, für die durch Erprobungen und/oder Untersuchungen nachgewiesen werden kann, dass sich ein Riss nicht so entwickeln wird, dass er ein gleichzeitiges oder stufenförmiges Versagen beider Membranen verursacht, muss der Wert  $C_w$  kleiner oder gleich 0,5 sein.

4.24.6.4 Bauteile, die einer regelmäßigen Besichtigung unterliegen und bei denen sich ein nicht beachteter Ermüdungsriss dazu entwickeln kann, ein gleichzeitiges oder stufenförmiges Versagen

beider Membranen zu verursachen, müssen die Anforderungen für Materialermüdung und Bruchmechanik nach Absatz 4.18.2.8 erfüllen.

4.24.6.5 Bauteile, die für eine Besichtigung im Betrieb nicht zugänglich sind und bei denen sich ein Ermüdungsrisso ohne Vorwarnung dazu entwickeln kann, ein gleichzeitiges oder stufenförmiges Versagen beider Membranen zu verursachen, müssen die Anforderungen für Materialermüdung und Bruchmechanik nach Absatz 4.18.2.9 erfüllen.

#### 4.24.7 *Unfall-Konstruktionsanforderungen*

4.24.7.1 Das Ladungsbehältersystem und die unterstützenden Schiffsverbände müssen für die unfallbedingten Belastungen nach Abschnitt 4.15 ausgelegt sein. Diese Belastungen brauchen nicht miteinander oder mit umweltbedingten Belastungen kombiniert zu werden.

4.24.7.2 Zusätzliche Unfallszenarien von Bedeutung sind auf der Basis einer Risikoanalyse festzulegen. Besonders zu beachten sind die Sicherungsvorrichtungen im Inneren der Tanks.

#### 4.24.8 *Konstruktionsentwicklungs-Prüfung*

4.24.8.1 Die nach Absatz 4.24.1.2 vorgeschriebene Entwurfsentwicklungs-Prüfung muss eine Reihe von analytischen und physikalischen Modellen der ersten und zweiten Barrieren einschließlich der Ecken und Verbindungen umfassen, um durch Prüfung zu bestätigen, dass sie den zu erwartenden kombinierten Beanspruchungen infolge statischer, dynamischer und thermischer Belastungen standhalten. Dieses wird in der Konstruktion eines Modells im Prototyp-Maßstab des vollständigen Ladungsbehältersystems kulminieren. Die Prüfbedingungen, die bei den analytischen und physikalischen Modellen betrachtet werden, müssen die härtesten Betriebsbedingungen wiedergeben, denen das Ladungsbehältersystem während seiner Lebensdauer voraussichtlich ausgesetzt sein wird. Vorgeschlagene Zulassungskriterien für eine regelmäßige Überprüfung der in Absatz 4.6.2 vorgeschriebenen zweiten Barrieren können auf den Prüfungs-Ergebnissen basieren, die mit dem Modell im Prototyp-Maßstab durchgeführt wurden.

4.24.8.2 Das Ermüdungsverhalten des Membran-Werkstoffes und der maßgeblichen Schweiß- oder Klebeverbindungen in den Membranen ist durch Erprobungen zu bestimmen. Die Bruchfestigkeit und das Ermüdungsverhalten von Vorrichtungen zum Befestigen des thermischen Isolierungssystems an den Schiffsverbänden sind durch Untersuchungen oder Erprobungen zu ermitteln.

#### 4.24.9 *Prüfung*

4.24.9.1 Auf Schiffen mit Membran-Ladungsbehältersystemen müssen alle Tanks und anderen Räume, die normalerweise Flüssigkeit enthalten können und an Schiffsverbände angrenzen, welche die Membrane unterstützen, hydrostatisch geprüft werden.

4.24.9.2 Alle Bauteile von Laderäumen, welche die Membrane unterstützen, müssen vor dem Einbau des Ladungsbehältersystems auf Dichtheit geprüft werden.

4.24.9.3 Rohrtunnel und andere Räume, die normalerweise keine Flüssigkeit enthalten, brauchen nicht hydrostatisch geprüft zu werden.



### 4.25 Integraltanks

#### 4.25.1 *Entwurfsgrundlage*

Integraltanks, die einen festen Bestandteil des Schiffskörpers bilden und die von den gleichen Lasten beaufschlagt werden, welche die angrenzenden Schiffsverbände belasten, müssen die folgenden Anforderungen erfüllen:

- .1 Der in 4.1.2 definierte Entwurfsdampfdruck  $P_0$  darf normalerweise 0,025 MPa nicht überschreiten. Wenn die Schiffsverbände entsprechend verstärkt werden, kann  $P_0$  auf einen höheren Wert angehoben werden, der aber unter 0,07 MPa liegen muss;
- .2 Integraltanks können für Stoffe verwendet werden, deren Ladungs-Siedepunkt nicht unter  $-10\text{ °C}$  liegt. Eine tiefere Temperatur kann von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation nach besonderer Prüfung genehmigt werden; in solchen Fällen muss aber eine vollständige zweite Barriere vorgesehen sein; und
- .3 Stoffe, für die Kapitel 19 vorschreibt, dass sie in Typ 1G-Schiffen zu befördern sind, dürfen nicht in Integraltanks befördert werden.

#### 4.25.2 *Bemessung*

Die Bemessung von Integraltanks ist in Übereinstimmung mit anerkannten Normen durchzuführen.

#### 4.25.3 *Konstruktions-Grenzanforderungen*

4.25.3.1 Die Abmessungen der Tankwandungen müssen den Anforderungen für Tieftanks unter Berücksichtigung des in Absatz 4.13.2 angegebenen inneren Druckes entsprechen.

4.25.3.2 Für Integraltanks müssen die zulässigen Spannungen normalerweise denjenigen entsprechen, die für Schiffsverbände in den Vorschriften der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation angegeben sind.

#### 4.25.4 *Unfall-Konstruktionsanforderungen*

4.25.4.1 Die Tanks und die unterstützenden Strukturen der Tanks müssen für die unfallbedingten Belastungen nach Absatz 4.3.4.3 und Abschnitt 4.15, soweit relevant, ausgelegt sein.

4.25.4.2 Wenn den unfallbedingten Belastungen nach Absatz 4.15 ausgesetzt, muss die Spannung die Zulässigkeitskriterien nach Abschnitt 4.25.3, die gegebenenfalls unter Beachtung ihrer niedrigeren Eintrittswahrscheinlichkeit abgeändert worden sind, erfüllen.

#### 4.25.5 *Prüfung*

Alle Integraltanks müssen einer hydrostatischen oder hydropneumatischen Prüfung unterzogen werden. Die Prüfung muss derart durchgeführt werden, dass die auftretenden Spannungen, soweit wie praktisch durchführbar, den Entwurfsspannungen angenähert werden und dass der Druck an Oberkante Tank mindestens MARVS entspricht.

## 4.26 Semi-Membrantanks

### 4.26.1 Entwurfsgrundlage

4.26.1.1 Semi-Membrantanks sind nicht-selbsttragende Tanks, wenn sie sich im beladenen Zustand befinden, und bestehen aus einer Schicht (Wandung), die teilweise über eine thermische Isolierung von den angrenzenden Schiffsverbänden unterstützt wird, während die abgerundeten Teile dieser Schicht, welche die oben genannten unterstützten Teile verbinden, so geformt sind, dass sie thermisch bedingte und andere Dehnungen oder Schrumpfungen aufnehmen können.

4.26.1.2 Der Entwurfsdampfdruck  $P_0$  darf normalerweise 0,025 MPa nicht überschreiten. Wenn die Schiffsverbände entsprechend verstärkt werden, und gegebenenfalls die Festigkeit der unterstützten thermischen Isolierung mit berücksichtigt wird, kann  $P_0$  auf einen höheren Wert angehoben werden, der aber unter 0,07 MPa liegen muss.

4.26.1.3 Für Semi-Membrantanks sind die maßgeblichen Anforderungen in diesem Kapitel für unabhängige Tanks bzw. für Membrantanks anzuwenden.

4.26.1.4 Im Fall von Semi-Membrantanks, die in jeder Hinsicht den anwendbaren Anforderungen für unabhängige Typ B-Tanks mit Ausnahme des Auflagersystems entsprechen, kann die Verwaltung nach besonderer Prüfung eine teilweise zweite Barriere genehmigen.

## Teil F

### Ladungsbehältersysteme einer neuartigen Bauform

## 4.27 Grenzzustands-Bemessung für neuartige Konzepte

4.27.1 Ladungsbehältersysteme, die von einer neuartigen Bauform sind und die nicht nach den Abschnitten 4.21 bis 4.26 baulich ausgeführt werden können, sind unter Verwendung dieses Abschnitts und der Teile A und B dieses Kapitels und gegebenenfalls auch der Teile C und D dieses Kapitels zu entwerfen. Der Entwurf eines Ladungsbehältersystems entsprechend diesem Abschnitt muss auf den Prinzipien einer Grenzzustands-Bemessung beruhen, die ein Lösungsansatz für einen Konstruktionsentwurf ist, der auf bestehende Entwurflösungen sowie neuartige Entwürfe angewendet werden kann. Diese mehr allgemeine Vorgehensweise hält ein Sicherheitsniveau aufrecht, welches dem ähnlich ist, das für bekannte, nach den Abschnitten 4.21 bis 4.26 gebaute Behältersysteme erreicht wird.

4.27.2.1 Die Grenzzustands-Bemessung ist eine systematische Vorgehensweise, bei der jedes Konstruktionsteil hinsichtlich möglicher Schadensarten bezogen auf die in Absatz 4.3.4 festgelegten Entwurfsanforderungen bewertet wird. Ein Grenzzustand kann als ein Zustand definiert werden, außerhalb dessen die Konstruktion oder Teile einer Konstruktion die Anforderungen nicht mehr erfüllen.

4.27.2.2 Für jede Schadensart können ein oder mehrere Grenzzustände relevant sein. Durch Berücksichtigung aller relevanten Grenzzustände wird die Grenzbelastung für das Konstruktionsteil als die Mindest-Grenzbelastung gefunden, die sich aus allen relevanten Grenzzuständen ergibt. Die Grenzzustände werden in die drei folgenden Kategorien unterteilt:

- .1 End-Grenzzustände (Ultimate limit states - ULS), welche sich auf die maximale Belastbarkeit oder in einigen Fällen auf die maximale zutreffende Dehnung oder Verformung unter intakten (unbeschädigten) Zuständen beziehen.

- .2 Ermüdungs-Grenzzustände (Fatigue limit states - FLS), welche sich auf eine Schwächung infolge der Wirkung der zeitveränderlichen (zyklischen) Belastung beziehen.
- .3 Unfall-Grenzzustände (Accident limit states - ALS), welche die Fähigkeit der Konstruktion betreffen, durch Unfall verursachte Situationen zu überstehen.

4.27.3 Das Verfahren und die maßgeblichen Entwurfsparameter der Grenzzustands-Bemessung müssen der in Anhang 5 aufgeführten *Norm für die Anwendung von Grenzzustands-Methodologien beim Entwurf von Ladungsbehältersystemen neuartiger Bauform* (LSD Standard) entsprechen.

## Teil G Anleitung

### 4.28 Anleitungshinweise für Kapitel 4

#### 4.28.1 *Anleitung für eine ausführliche Berechnung des inneren Drucks für statische Entwurfszwecke*

4.28.1.1 Dieser Abschnitt stellt eine Anleitung für die Berechnung des zugehörigen dynamischen Flüssigkeitsdrucks zwecks statischer Bemessungsberechnungen zur Verfügung. Dieser Druck kann für die Bestimmung des inneren Drucks nach Absatz 4.13.2.4 verwendet werden; dabei

- .1 ist  $(P_{gd})_{\max}$  der zugehörige Flüssigkeitsdruck, der unter Verwendung der größten Entwurfsbeschleunigungen bestimmt wird,
- .2 ist  $(P_{gd \text{ Ort}})_{\max}$  der zugehörige Flüssigkeitsdruck, der unter Verwendung ortsspezifischer Beschleunigungen bestimmt wird,
- .3 soll  $P_{eq}$  der größere Wert von  $P_{eq1}$  und  $P_{eq2}$  sein, die wie folgt berechnet werden:

$$P_{eq1} = P_0 + (P_{gd})_{\max} \quad (\text{MPa})$$

$$P_{eq2} = P_h + (P_{gd \text{ Ort}})_{\max} \quad (\text{MPa})$$

4.28.1.2 Die inneren Flüssigkeitsdrücke sind die Drücke, die sich aus der im Ladungsschwerpunkt angreifenden Beschleunigung infolge von Schiffsbewegungen nach Absatz 4.14.1 ergeben. Der Wert des inneren Flüssigkeitsdrucks  $P_{gd}$  als Folge der gemeinsamen Wirkung der Erdbeschleunigung und der dynamischen Beschleunigungen ist wie folgt zu berechnen:

$$P_{gd} = \alpha_{\beta} Z_{\beta} \frac{\rho}{1,02 \times 10^4} \quad (\text{MPa})$$

Hierbei sind:

- $\alpha_{\beta}$  = Dimensionslose Beschleunigung (d. h. bezogen auf die Erdbeschleunigung), die sich aus Schwerkraft und dynamischen Belastungen in einer beliebigen Richtung  $\beta$  (siehe Abbildung 4.1) ergibt.

Für große Tanks soll ein Beschleunigungsellipsoid unter Berücksichtigung von Beschleunigungen in Querrichtung, senkrechter Richtung und Längsrichtung benutzt werden.

$Z_\beta$  = Die größte Höhe (m) der Flüssigkeitssäule über dem Punkt, für den der Druck zu berechnen ist, gemessen von der Tankwand in  $\beta$ -Richtung (siehe Abbildung. 4.2).

Tankdome, die als Teil des angenommenen Gesamttankvolumens angesehen werden, sind bei der Bestimmung von  $Z_\beta$  zu berücksichtigen, außer wenn das Gesamtvolumen der Tankdome  $V_d$  den folgenden Wert nicht überschreitet:

$$V_d = V_t \left( \frac{100 - FL}{FL} \right)$$

mit:

$V_t$  = Tankvolumen ohne Dome, und  
 $FL$  = Füllgrenze nach Kapitel 15.

$\rho$  = Größte Dichte der Ladung ( $\text{kg/m}^3$ ) bei Entwurfstemperatur.

Es ist die Richtung zu berücksichtigen, die den Höchstwert ( $P_{gd}$ )max oder ( $P_{gd}$  Ort)max ergibt. Die oben angegebene Formel gilt nur für volle Tanks.

4.28.1.3 Es können gleichwertige Berechnungsverfahren angewendet werden.

#### 4.28.2 Näherungsformeln für die Beschleunigungskomponenten

4.28.2.1 Die folgenden Formeln sind als Anleitung für die Beschleunigungskomponenten infolge Schiffsbewegungen bei einem Wahrscheinlichkeitsniveau von  $10^{-8}$  im Nordatlantik angegeben; sie gelten für Schiffe von mehr als 50 m Länge und bei oder in der Nähe ihrer Betriebsgeschwindigkeit:

- Vertikalbeschleunigung nach Absatz 4.14.1:

$$a_z = \pm a_0 \sqrt{1 + \left( 5,3 - \frac{45}{L_0} \right)^2 \left( \frac{x}{L_0} + 0,05 \right)^2 \left( \frac{0,6}{C_B} \right)^{1,5} + \left( \frac{0,6yK^{1,5}}{B} \right)^2}$$

- Querbeschleunigung nach Absatz 4.14.1:

$$a_y = \pm a_0 \sqrt{0,6 + 2,5 \left( \frac{x}{L_0} + 0,05 \right)^2 + K \left( 1 + 0,6K \frac{z}{B} \right)^2}$$

- Längsbeschleunigung nach Absatz 4.14.1:

$$a_x = \pm a_0 \sqrt{0,06 + A^2 - 0,25A}$$

Hierbei sind:

$$a_0 = 0,2 \frac{V}{\sqrt{L_0}} + \frac{34 - \left(\frac{600}{L_0}\right)}{L_0}$$

$L_0$  = Schiffslänge (m) zur Bestimmung von Abmessungen, wie in anerkannten Normen angegeben,

$C_B$  = Völligkeitsgrad,

$B$  = größte Schiffsbreite (m) auf Spanten,

$x$  = Abstand in Längsrichtung (m) von Mitte Schiff ( $L/2$ ) bis zum Schwerpunkt des Tanks mit Inhalt;  $x$  ist positiv vor und negativ hinter Mitte Schiff,

$y$  = Abstand in Querrichtung (m) von der Mittellinie bis zum Gewichtsschwerpunkt des Tanks mit Inhalt,

$z$  = senkrechter Abstand (m) von der jeweiligen Wasserlinie des Schiffes bis zum Schwerpunkt des Tanks mit Inhalt;  $z$  ist positiv über und negativ unter der Wasserlinie,

$K$  = 1,0 im Allgemeinen; für bestimmte Ladefälle und Schiffsförmern kann die Berechnung von  $K$  nach folgender Formel erforderlich sein:

$$K = 13 M_B G / B, \text{ dabei sind } K \geq 1,0 \text{ und } M_B G = \text{metazentrische Höhe (m),}$$

$$A = \left( 0,7 - \frac{L_0}{1200} + 5 \frac{z}{L_0} \right) \left( \frac{0,6}{C_B} \right)$$

$V$  = Betriebsgeschwindigkeit (Knoten),

$a_x, a_y, a_z$  = maximale dimensionslose Beschleunigungen (d. h. auf die Erdbeschleunigung bezogen) in den entsprechenden Richtungen. Für die Berechnung ist anzunehmen, dass die Beschleunigungen unabhängig voneinander wirken; die Beschleunigung  $a_z$  enthält nicht die statische Gewichtskomponente, die Beschleunigung  $a_y$  enthält die statische Gewichtskomponente in Querrichtung infolge Rollbewegung und die Beschleunigung  $a_x$  enthält die statische Gewichtskomponente in Längsrichtung infolge Stampfbewegung. Die von den vorstehenden Formeln abgeleiteten Beschleunigungen gelten nur für Schiffe bei oder in der Nähe ihrer Betriebsgeschwindigkeit, aber nicht während des Ankerns oder anderweitig in nahezu unbeweglichem Zustand an ungeschützten Stellen.

### 4.28.3 Spannungskategorien

4.28.3.1 Für den Zweck der Spannungsberechnung sind die Spannungskategorien in diesem Abschnitt wie folgt festgelegt.

4.28.3.2 *Normalspannung* ist die Spannungskomponente senkrecht zur Bezugsebene.

4.28.3.3 *Membranspannung* ist die Normalspannungskomponente, die - gleichmäßig verteilt - dem Mittelwert der Spannung über der Dicke des betrachteten Querschnittes entspricht.

4.28.3.4 *Biegespannung* ist die über der Dicke des betrachteten Querschnittes veränderliche Spannung nach Abzug der Membranspannung.

4.28.3.5 *Schubspannung* ist die Spannungskomponente, die in der Bezugsebene wirkt.

4.28.3.6 *Primärspannung* ist eine Spannung, die durch die aufgebrachte Belastung entsteht und die notwendig ist, um das Gleichgewicht mit den äußeren Kräften und Momenten aufrechtzuerhalten. Die Grundeigenschaft einer Primärspannung ist die, dass sie nicht selbstbegrenzend ist. Primärspannungen, welche die Fließgrenze erheblich überschreiten, werden zum Versagen oder zumindest zu erheblichen Verformungen führen.

4.28.3.7 *Primäre allgemeine Membranspannung* ist eine primäre Membranspannung, die in dem Bauteil so verteilt ist, dass infolge Fließens keine Umlagerung der Belastung eintritt.

4.28.3.8 *Primäre örtliche Membranspannung* entsteht, wenn eine Membranspannung, die durch Druck oder andersartige mechanische Belastung erzeugt wird und die mit einer primären Wirkung oder einer Spannungs-Umleitungswirkung verbunden ist, eine erhebliche Umlagerung der Lastübertragung auf andere Teile des Bauelementes bewirkt. Eine solche Spannung wird als primäre örtliche Membranspannung bezeichnet, obwohl sie einige Eigenschaften einer sekundären Spannung hat. Ein Spannungsbereich kann als örtlich bezeichnet werden, wenn Folgendes erfüllt ist:

$$S_1 \leq 0,5\sqrt{Rt}$$

und

$$S_2 \geq 2,5\sqrt{Rt}$$

Hierbei sind:

$S_1$  = Abstand in meridionaler Richtung innerhalb dessen die Vergleichsspannung  $1,1f$  überschreitet,

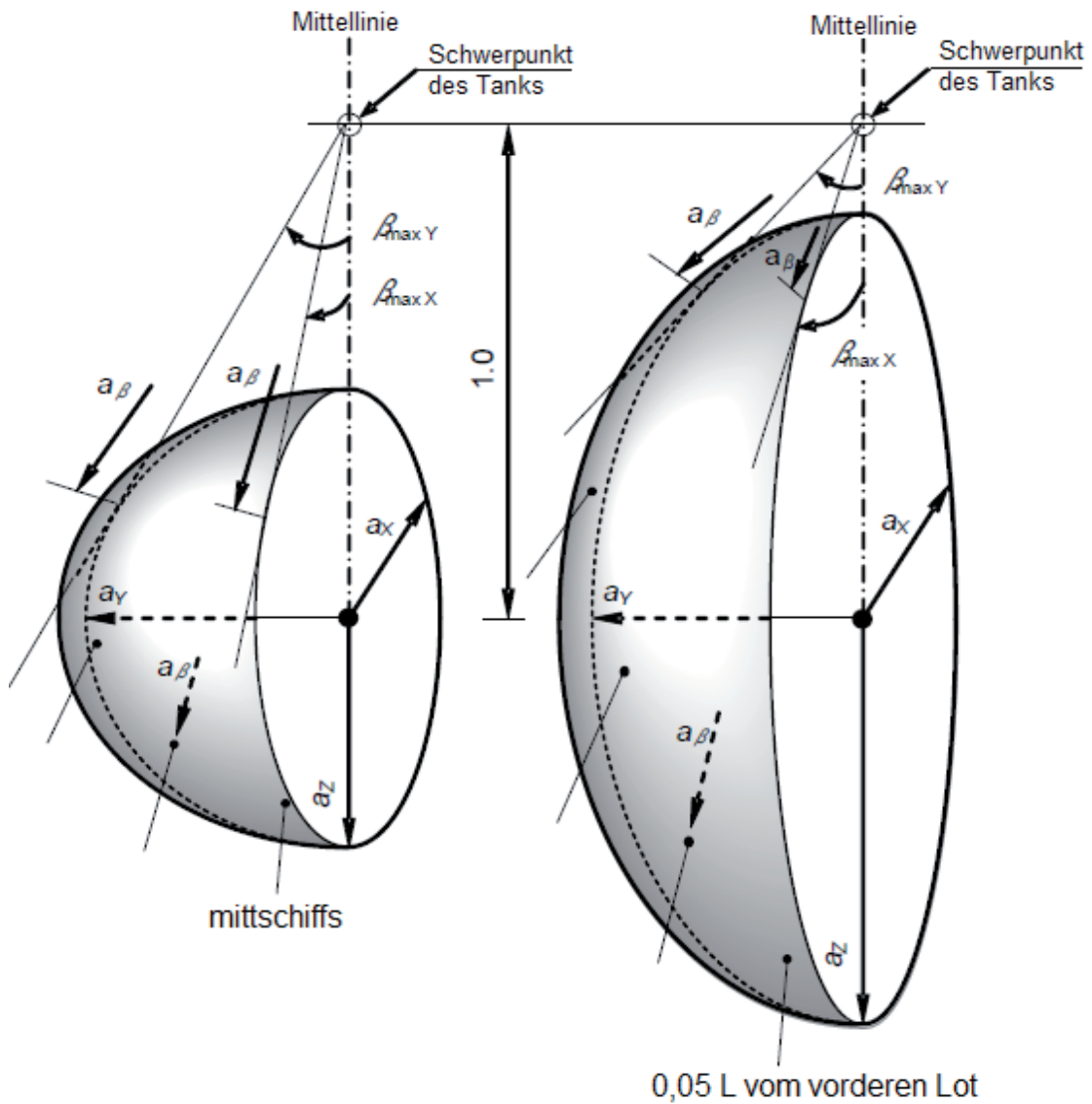
$S_2$  = Abstand in meridionaler Richtung zu einem anderen Bereich, wo die Grenzen der primären allgemeinen Membranspannung überschritten werden,

$R$  = mittlerer Radius des Behälters,

$t$  = Wanddicke des Behälters an der Stelle, an der die primäre allgemeine Membranspannungsgrenze überschritten wird, und

$f$  = zulässige primäre allgemeine Membranspannung.

4.28.3.9 *Sekundärspannung* ist eine Normalspannung oder Schubspannung, die durch Verformungsbehinderung angrenzender Teile oder durch die eigene Verformungsbehinderung des Bauteils erzeugt wird. Die Grundeigenschaft einer Sekundärspannung ist die, dass sie selbstbegrenzend ist. Örtliches Fließen und geringere Verzerrungen können die Bedingungen erfüllen, die das Auftreten der Spannungen hervorrufen.



- $a_\beta$  = resultierende Beschleunigung (statisch und dynamisch) in beliebiger Richtung  $\beta$
- $a_x$  = Komponente der Längsbeschleunigung
- $a_y$  = Komponente der Querbeschleunigung
- $a_z$  = Komponente der Beschleunigung in senkrechter Richtung

**Abbildung 4.1 – Beschleunigungsellipsoid**

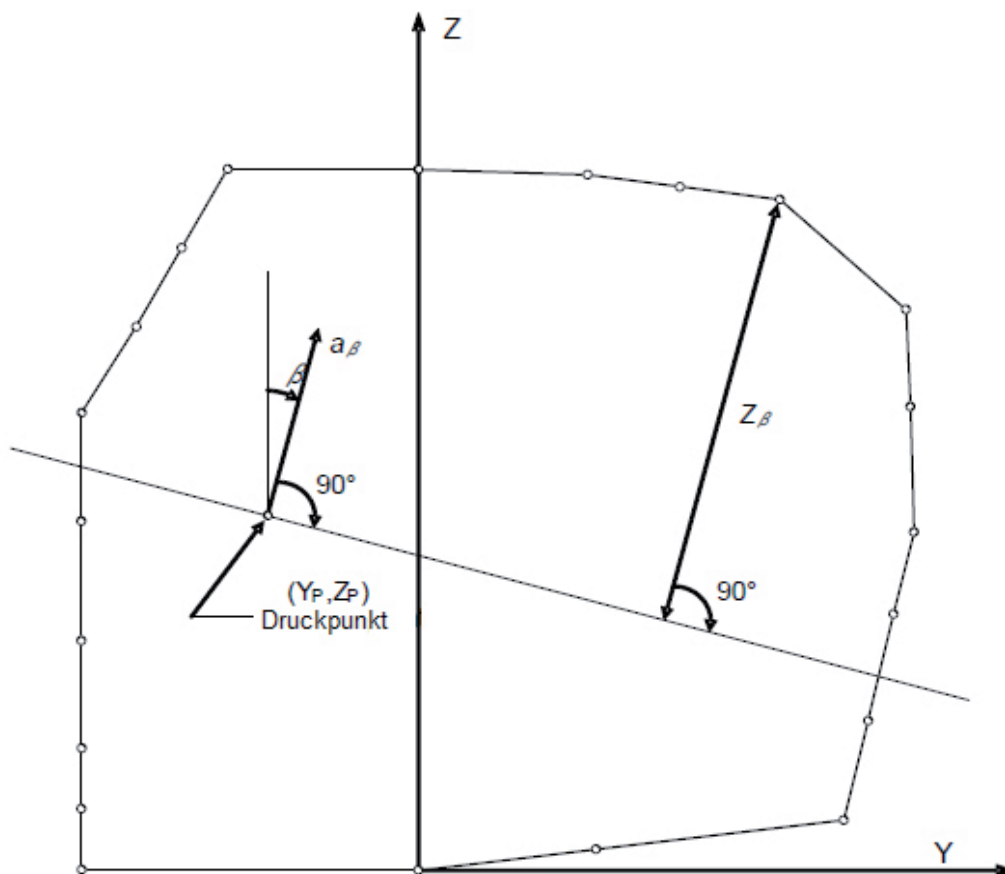


Abbildung 4.2 – Bestimmung der inneren Druckhöhe

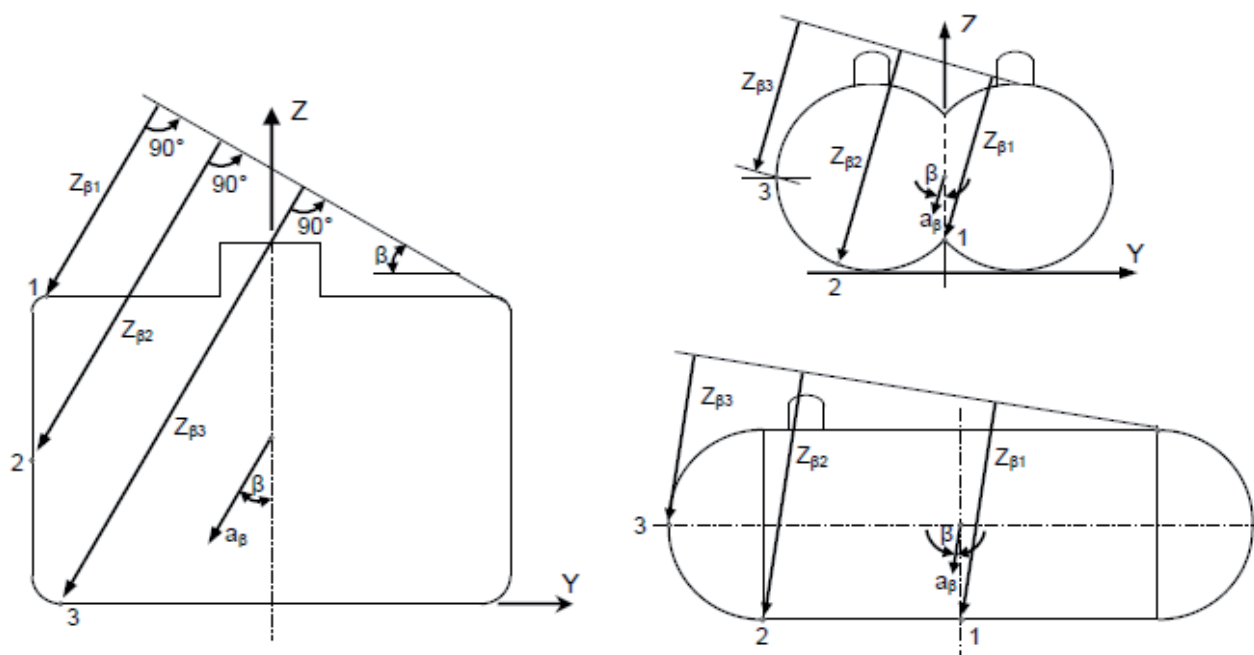
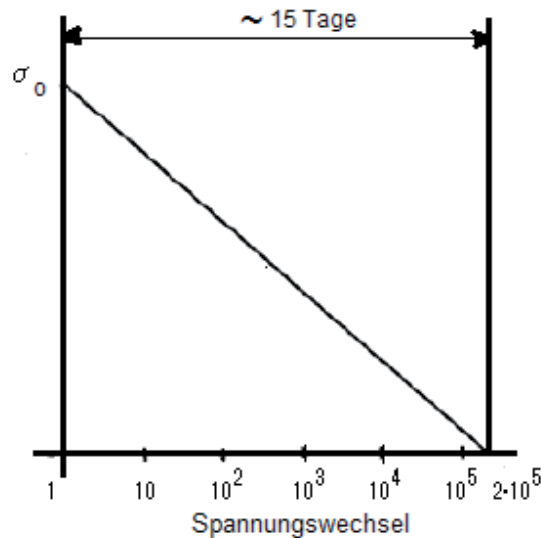


Abbildung 4.3 – Bestimmung der Flüssigkeitshöhe  $Z_\beta$  für die Punkte 1, 2 und 3





$\sigma_0$  = wahrscheinlichste größte Spannung innerhalb der Lebensdauer des Schiffes.

Der Spannungswechsel-Maßstab ist logarithmisch; der Wert  $2 \cdot 10^5$  ist als Beispiel für die Abschätzung angegeben.

**Abbildung 4.4 – Vereinfachte Belastungsverteilung**

## KAPITEL 5

### PROZESSDRUCKBEHÄLTER UND FLÜSSIGKEITS-, DAMPF- UND DRUCK- ROHRLEITUNGSSYSTEME

#### **Zielsetzung**

*Sicherstellung der sicheren Behandlung aller Ladungen sowie Prozess-Flüssigkeiten und -Dämpfe unter allen Betriebsbedingungen, um das Risiko für das Schiff, die Besatzung und die Umwelt unter Berücksichtigung der Eigenschaften der entsprechenden Stoffe zu minimieren. Dieses wird*

- .1 die Unversehrtheit der Prozessdruckbehälter, der Rohrleitungssysteme und der Ladungsschläuche sicherstellen,*
- .2 den unkontrollierten Umschlag der Ladung verhindern,*
- .3 betriebssichere Mittel zum Befüllen und Entleeren der Ladungsbehältersysteme sicherstellen, und*
- .4 Überdruck- oder Unterdruck-Abweichungen der Ladungsbehältersysteme über die Entwurfsparameter hinaus während des Ladungsumschlags verhindern.*

#### **5.1 Allgemeines**

5.1.1 Die Anforderungen dieses Kapitels gelten für Lade- und Prozessrohrleitungen einschließlich Rohrleitungen für Dämpfe, Gas-Brennstoffleitungen und Entlüftungsleitungen von Sicherheitsventilen oder ähnliche Rohrleitungen. Hilfs-Rohrleitungssysteme, die keine Ladung enthalten, sind von den allgemeinen Anforderungen dieses Kapitels ausgenommen.

5.1.2 Die in Kapitel 4 angegebenen Anforderungen für unabhängige Typ C-Tanks können auch auf Prozessdruckbehälter angewendet werden. In diesem Fall gilt der in Kapitel 4 benutzte Ausdruck „Druckbehälter“ sowohl für unabhängige Typ C-Tanks als auch für Prozessdruckbehälter.

5.1.3 Prozessdruckbehälter schließen Ausgleichstanks, Wärmetauscher und Speicher, die flüssige oder dampfförmige Ladung speichern oder behandeln, mit ein.

## 5.2 System-Anforderungen

5.2.1 Die Ladungsumschlags- und Ladungsüberwachungs-Systeme sind unter Berücksichtigung des Folgenden zu entwerfen:

- .1 Verhütung eines abnormalen Zustandes, der sich zu einer Freisetzung flüssiger oder dampfförmiger Ladung ausweitet,
- .2 sicheres Sammeln und Beseitigen freigesetzter Ladungsflüssigkeiten,
- .3 Verhütung der Entstehung entzündbarer Gemische,
- .4 Verhütung der Entzündung entzündbarer Flüssigkeiten oder freigesetzter Gase und freigesetzter Dämpfe, und
- .5 Begrenzung des Ausgesetztseins von Personen gegenüber Brandgefahren und anderen Gefahren.

### 5.2.2 Anordnungen - allgemeines

5.2.2.1 Jedes Rohrleitungssystem, das Ladungsflüssigkeit oder -dampf enthalten kann,

- .1 muss von anderen Rohrleitungssystemen getrennt sein, außer wenn Verbindungsleitungen für ladungsbezogene Arbeiten wie Durchspülen, Gasfreimachen oder Inertisieren erforderlich sind. Die Anforderungen des Absatzes 9.4.4 sind hinsichtlich der Verhinderung eines Rückflusses der Ladung zu berücksichtigen. In einem solchen Fall müssen Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden, um sicherzustellen, dass Ladung oder Ladungsdämpfe durch diese Verbindungsleitungen nicht in andere Rohrleitungssysteme eindringen können.
- .2 darf, mit Ausnahme der in Kapitel 16 vorgesehenen Regelungen, nicht durch einen Unterkunftraum, einen Wirtschaftsraum, eine Kontrollstation oder durch einen Maschinenraum, ausgenommen ein Lademaschinenraum, führen,
- .3 muss an das Ladungsbehältersystem unmittelbar vom Wetterdeck aus angeschlossen sein, außer wenn in einem senkrechten Schacht oder einer gleichwertigen Konstruktion installierte Rohrleitungen für eine Hindurchführung durch Leerräume oberhalb eines Ladungsbehältersystems verwendet werden und wenn Rohrleitungen für Entwässerung, Lüftung oder Spülen durch Kofferdämme hindurchgeführt sind,
- .4 muss im Ladungsbereich oberhalb des Wetterdecks angeordnet sein; davon ausgenommen sind Bug- oder Heckladeeinrichtungen entsprechend Abschnitt 3.8, Rohrleitungssysteme für das Überbordgeben von Ladung im Notfall entsprechend Absatz 5.3.1, Drehkranzmodul-Systeme entsprechend Absatz 5.3.3 und Kapitel 16, und

- .5 muss innerhalb der quer liegenden Tankanordnung entsprechend den Anforderungen des Absatzes 2.4.1 angeordnet sein; davon ausgenommen sind querschiffs liegende Rohrleitungen von Ladungsübergabestationen, die auf See keinem Innendruck ausgesetzt sind, oder Rohrleitungssysteme für das Überbordgeben von Ladung im Notfall.

5.2.2.2 Es müssen geeignete Einrichtungen zur Druckentlastung und zum Entfernen der flüssigen Ladung aus den Be- und Entladeverteilern, gleichermaßen aus jeglichen Rohrleitungen zwischen den äußersten Ventilen der Ladungsübergabestation (Manifold) und den Ladearmen oder Ladungsschläuchen zu den Ladetanks oder zu einer anderen verwendbaren Stelle vor dem Abkoppeln vorgesehen sein.

5.2.2.3 Rohrleitungssysteme, die Flüssigkeiten für eine unmittelbare Beheizung oder Kühlung der Ladung befördern, dürfen nicht außerhalb des Ladungsbereichs verlegt sein, sofern nicht eine geeignete Einrichtung zur Verhinderung oder zum Aufspüren der Ausbreitung von Ladungsdampf außerhalb des Ladungsbereichs vorhanden ist (siehe Absatz 13.6.2.6).

5.2.2.4 Flüssige Ladung, die durch die Sicherheitsventile aus dem Rohrleitungssystem austritt, muss in die Ladetanks abgeführt werden. Alternativ kann die flüssige Ladung auch in den Abblasesmast abgegeben werden, wenn Einrichtungen vorhanden sind, flüssige Ladung, die in das Abblasesystem fließen kann, aufzuspielen und zu beseitigen. Soweit es erforderlich ist, Überdruck in abgehenden Rohrleitungen zu verhindern, müssen Sicherheitsventile von Ladepumpen in die Saugleitung der Pumpen abblasen.

### **5.3 Anordnungen für Ladeleitungen außerhalb des Ladungsbereichs**

#### **5.3.1 *Überbordgeben von Ladung im Notfall.***

Sofern eingebaut, muss ein Rohrleitungssystem für das Überbordgeben von Ladung im Notfall Absatz 5.2.2 entsprechen, soweit anwendbar, und kann nach achtern, außerhalb von Unterkunftsräumen, Wirtschaftsräumen, Kontrollstationen oder Maschinenräumen verlegt sein; es darf jedoch nicht durch diese Räume hindurchführen. Wenn ein Rohrleitungssystem für das Überbordgeben von Ladung im Notfall ständig eingebaut ist, muss innerhalb des Ladungsbereichs eine geeignete Einrichtung zum Absperren des Rohrleitungssystems von der Ladeleitung vorgesehen sein.

#### **5.3.2 *Bug- und Heckladeeinrichtungen***

5.3.2.1 Vorbehaltlich der Anforderungen des Abschnitts 3.8, dieses Abschnitts und Absatzes 5.10.1, können Ladeleitungen angeordnet werden, um das Be- und Entladen über Bug oder Heck zu ermöglichen

5.3.2.2 Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, mit denen das Spülen und Gasfreimachen solcher Leitungen nach Gebrauch ermöglicht wird. Wenn diese nicht in Betrieb sind, müssen die Trennstücke entfernt und die Rohrleitungsenden blind geflanscht werden. Die Lüftungsleitungen, die mit der Spüleinrichtung verbunden sind, müssen im Ladungsbereich liegen.

#### **5.3.3 *Drehkranzmodul-Ladungsumschlagsysteme***

Für den Umschlag von flüssiger oder dampfförmiger Ladung durch eine interne Drehkranzmodul-Einrichtung, die außerhalb des Ladungsbereichs liegt, müssen die Rohrleitungen Absatz 5.2.2, soweit anwendbar, Absatz 5.10.2 und das Folgende erfüllen:

- .1 Die Rohrleitungen müssen oberhalb des Wetterdecks angeordnet sein; davon ausgenommen sind die Verbindungen zum Drehkranzmodul,
- .2 tragbare Einrichtungen sind nicht zulässig, und
- .3 es müssen Einrichtungen vorhanden sein, mit denen das Spülen und Gasfreimachen solcher Leitungen nach Gebrauch ermöglicht wird. Wenn diese nicht in Betrieb sind, müssen die Trennstücke für die Trennung von der Ladeleitung entfernt und die Rohrleitungsenden blind geflanscht werden. Die Lüftungsleitungen, die mit der Spüleinrichtung verbunden sind, müssen im Ladungsbereich liegen.

#### 5.3.4 *Rohrleitungssysteme für gasförmigen Brennstoff*

Rohrleitungen für gasförmigen Brennstoff in Maschinenräumen müssen zusätzlich zu den Anforderungen des Kapitels 16 alle anwendbaren Abschnitte dieses Kapitels erfüllen.

### 5.4 Entwurfsdruck

5.4.1 Der Entwurfsdruck  $P_0$ , der zur Bestimmung der Mindestabmessungen der Rohrleitungen und der Einzelteile des Rohrleitungssystems verwendet wird, darf nicht geringer sein als der höchste Druck, mit dem das System im Betrieb beaufschlagt wird. Der verwendete Mindest-Entwurfsdruck darf nicht geringer sein als 1,0 MPa, davon ausgenommen sind offene Rohrleitungen oder Abblaseleitungen von Sicherheitsventilen, bei denen der Druck nicht geringer sein darf als der niedrigere Wert von 0,5 MPa oder zehnmal dem Einstelldruck des Sicherheitsventils.

5.4.2 Rohrleitungen, Rohrleitungssysteme und Rohrleitungszubehör sind nach der härtesten der folgenden Entwurfsbedingungen, die auf den beförderten Ladungen beruhen, zu bemessen:

- .1 dem Sättigungsdampfdruck (der Ladung) bei einer Entwurfstemperatur von 45 °C bei Dampfrohrleitungssystemen oder Zubehörteilen, die von ihren Sicherheitsventilen getrennt werden können und etwas Flüssigkeit enthalten können. Höhere oder niedrigere Werte können verwendet werden (siehe Absatz 4.13.2.2); oder
- .2 dem überhitzten Dampfdruck (der Ladung) bei 45 °C bei Systemen oder Zubehörteilen, die von ihren Sicherheitsventilen getrennt werden können und die jederzeit nur Dampf enthalten. Höhere oder niedrigere Werte können verwendet werden (siehe Absatz 4.13.2.2), dabei ist als Ausgangsbedingung anzunehmen, dass sich im System ein Dampf im Sättigungszustand bei Betriebsdruck und Betriebstemperatur des Systems befindet; oder
- .3 MARVS der Ladetanks oder der Ladeprozesssysteme; oder
- .4 dem Einstelldruck des Sicherheitsventils der angeschlossenen Pumpe oder des Kompressors; oder
- .5 dem größten Druck, dem das Ladeleitungssystem während des Be- oder Entladens ausgesetzt ist, unter Berücksichtigung aller möglichen Pumpenanordnungen oder dem Einstelldruck des Sicherheitsventils eines Rohrleitungssystems.

5.4.3 Diejenigen Teile der flüssigkeitsführenden Rohrleitungssysteme, die Druckschlägen ausgesetzt sein können, müssen so ausgelegt sein, dass sie diesem Druck widerstehen.

5.4.4 Der Entwurfsdruck des äußeren Rohres oder Kanals von Gas-Brennstoff-Systemen darf nicht geringer sein als der höchste Arbeitsdruck des inneren Gasrohres. Alternativ darf bei Gas-Brennstoff-Systemen mit einem höheren Arbeitsdruck als 1,0 MPa der Entwurfsdruck des äußeren Kanals nicht geringer sein als der höchste aufgebaute Druck, der sich im ringförmigen Raum unter Berücksichtigung des örtlichen unmittelbaren Spitzendrucks infolge eines Bruchs und der Lüftungseinrichtungen ergibt.

### **5.5 Anforderungen an die Absperrventile des Ladungssystems**

5.5.1.1 Jeder Ladetank und jedes Rohrleitungssystem muss mit handbetätigten Ventilen zum Absperrn ausgerüstet sein, wie es in diesem Abschnitt angegeben ist.

5.5.1.2 Ferner müssen auch fernbedienbare Ventile, sofern erforderlich, als Teil des Not-Abschaltsystems (ESD) für den Zweck eingebaut sein, den Ladungsfluss oder eine Leckage in einem Notfall zu stoppen, wenn ein Ladungsumschlag von Flüssigkeiten oder Dämpfen durchgeführt wird. Das Not-Abschaltsystem ist dafür vorgesehen, das Ladungssystem in einen sicheren statischen Zustand zurückzuführen, sodass Abhilfemaßnahmen vorgenommen werden können. Der Entwurf des Not-Abschaltsystems ist sorgfältig auszuführen, um die Erzeugung von Druckschlägen innerhalb des Ladungsumschlag-Rohrleitungssystems zu vermeiden. Die Einrichtungen, die nach Auslösung durch das Not-Abschaltsystem schnell zu schließen sind, umfassen die Ventile der Ladungsübergabestation während des Be- oder Entladens, jede Pumpe oder jeden Kompressor, die Ladung intern oder extern umschlagen (z. B. an Land oder zu einem anderen Schiff/Barge) und Ladetankventile, wenn MARVS 0,07 MPa übersteigt.

#### **5.5.2 Ladetankanschlüsse**

5.5.2.1 Alle Anschlüsse für Flüssigkeiten und Dämpfe, mit Ausnahme der Sicherheitsventile und Flüssigkeits-Füllstandsanzeiger, müssen Absperrventile haben, die so dicht wie praktisch durchführbar am Ladetank angeordnet sind. Diese Ventile müssen ein vollständiges Schließen ermöglichen und müssen vor Ort per Hand betätigt werden können. Sie können auch fernbedienbar sein.

5.5.2.2 Bei Ladetanks mit einem MARVS von mehr als 0,07 MPa müssen die vorstehend genannten Anschlüsse auch mit fernbedienbaren Not-Abschaltventilen ausgerüstet sein. Diese Ventile müssen so dicht wie praktisch durchführbar am Ladetank angeordnet sein. Anstelle der beiden getrennten Ventile kann ein einzelnes Ventil unter der Voraussetzung verwendet werden, dass das Ventil den Anforderungen des Absatzes 18.10.2 entspricht und ein vollständiges Schließen des Rohrstranges ermöglicht.

#### **5.5.3 Anschlüsse der Ladungsübergabestation**

5.5.3.1 An jedem benutzten Ladungsumschlagsanschluss muss ein fernbedienbares Not-Abschaltventil eingebaut sein, um den Flüssigkeits- und Dampfumschlag zum oder vom Schiff zu unterbrechen. Nicht benutzte Umschlagsanschlüsse sind mit geeigneten Blindflanschen abzusperren.

5.5.3.2 Wenn MARVS des Ladetanks 0,07 MPa übersteigt, muss für jeden benutzten Ladungsumschlagsanschluss ein zusätzliches handbetätigtes Ventil vorgesehen sein; dieses kann vor oder hinter dem Not-Abschaltventil angeordnet sein, um zum Schiffsentwurf zu passen.

5.5.4 Anstelle der Not-Abschaltventile können Strombegrenzungsventile verwendet werden, wenn der Durchmesser der geschützten Rohrleitung 50 mm nicht übersteigt.

Strombegrenzungsventile müssen bei der vom Hersteller angegebenen Nennschließströmung für Dämpfe oder Flüssigkeiten selbsttätig schließen. Die Rohrleitungen einschließlich Fittings, Ventile und Zubehör, die durch ein Strombegrenzungsventil abgesichert sind, müssen für einen größeren Volumenstrom bemessen sein, als er für die Nennschließströmung des Strombegrenzungsventils erforderlich ist. Strombegrenzungsventile können mit einer Umgehungsleitung versehen sein, deren Querschnitt nicht größer als der einer kreisförmigen Öffnung von 1 mm Durchmesser ist, um einen Druckausgleich nach einem Schließvorgang zu ermöglichen.

5.5.5 Anschlüsse an Ladetanks für Füllstandsanzeiger und Messgeräte brauchen nicht mit Strombegrenzungsventilen oder Not-Abschaltventilen ausgerüstet zu sein, vorausgesetzt, dass die Einrichtungen so konstruiert sind, dass der Ausfluss des Tankinhalts nicht größer sein kann als die Menge, die durch ein Loch von 1,5 mm Durchmesser fließt.

5.5.6 Alle Rohrleitungen oder Zubehörteile, die im flüssigkeitsvollen Zustand abgesperrt werden können, müssen mit Sicherheitsventilen für thermisch bedingte Ausdehnung und Verdampfung abgesichert sein.

5.5.7 Alle Rohrleitungen oder Zubehörteile, die infolge eines Brandes mit einem eingeschlossenen Flüssigkeitsvolumen von mehr als 0,05 m<sup>3</sup> selbsttätig abgesperrt werden können, müssen mit Sicherheitsventilen ausgerüstet sein, die für einen Brandfall ausgelegt sind.

## 5.6 Ladungsumschlagsvorkehrungen

5.6.1 Erfolgt der Ladungsumschlag mit Ladepumpen, die nicht für Reparaturzwecke zugänglich sind, wenn die Tanks in Betrieb sind, müssen mindestens zwei voneinander unabhängige Einrichtungen für den Ladungsumschlag aus jedem Ladetank vorgesehen sein, und die Bauart muss derart sein, dass das Versagen einer einzigen Pumpe oder Umschlageinrichtung nicht den Ladungsumschlag mittels einer anderen Pumpe oder anderer Pumpen oder anderer Ladungsumschlageinrichtungen verhindert.

5.6.2 Das Verfahren für den Ladungsumschlag mittels Gasdruckerzeugung muss ein Ansprechen der Sicherheitsventile während des Umschlags ausschließen. Die Gasdruckerzeugung kann als Mittel für den Ladungsumschlag für diejenigen Tanks anerkannt werden, bei denen der Sicherheitsbeiwert der Bemessung unter den während des Ladungsumschlags herrschenden Bedingungen nicht herabgesetzt ist. Wenn die Ladetank-Sicherheitsventile oder der Einstelldruck für diesen Zweck geändert werden, wie es in Übereinstimmung mit den Absätzen 8.2.7 und 8.2.8 zulässig ist, darf der neue Einstelldruck den in Absatz 4.13.2 definierten Dampfdruck  $P_h$  nicht übersteigen.

### 5.6.3 *Dampfdruckgabelanschlüsse*

Es müssen Anschlüsse für Dampfdruckgabelleitungen zur Landanlage vorgesehen sein.

### 5.6.4 *Entlüftungs-Rohrleitungssysteme von Ladetanks*

Das Druckentlastungssystem muss an ein Entlüftungs-Rohrleitungssystem angeschlossen sein, das baulich so ausgeführt ist, dass die Möglichkeit einer Ansammlung von Ladungsdampf auf den Decks oder eines Eindringens in Unterkunftsräume, Wirtschaftsräume, Kontrollstationen und Maschinenräume oder sonstige Räume, in denen der Ladungsdampf einen gefährlichen Zustand herbeiführen kann, minimiert ist.

### 5.6.5 *Anschlüsse für Ladungsprobenahmen*

5.6.5.1 Anschlüsse an Ladeleitungssystemen für die Entnahme von flüssigen Ladungsproben müssen deutlich gekennzeichnet sein und müssen baulich so ausgeführt sein, dass die Freisetzung von Ladungsdämpfen minimiert ist. Bei Schiffen, die giftige Stoffe befördern dürfen, muss das Probenahmesystem von der Bauart eines geschlossenen Kreislaufs sein, um sicherzustellen, dass Ladungsflüssigkeiten und Ladungsdämpfe nicht in die Atmosphäre gelangen.

5.6.5.2 Bei Probenahmesystemen für Flüssigkeiten müssen am Probeneinlass zwei Ventile angebracht sein. Eines dieser Ventile muss ein Handrad-Ventil sein, um ein versehentliches Öffnen zu vermeiden, und sie müssen weit genug voneinander entfernt sein, um sicherzustellen, dass sie die Leitung isolieren können, wenn es eine Blockierung gibt, beispielsweise durch Eis oder Hydrate.

5.6.5.3 Bei Systemen mit geschlossenem Kreislauf muss das Ventil in der Rücklaufleitung ebenfalls Absatz 5.6.5.2 entsprechen.

5.6.5.4 Der Anschluss an den Probenbehälter muss anerkannten Normen entsprechen und so abgestützt sein, dass er das Gewicht eines Probenbehälters tragen kann. Gewindeanschlüsse müssen (per Schweißung) geheftet oder anderweitig festgesetzt sein, um zu verhindern, dass sie sich während des normalen Anschließens oder Entfernens der Probenbehälter losschrauben. Der Probenahmeanschluss muss mit einem Verschlussstopfen oder Verschlussflansch versehen sein, um eine Leckage zu verhindern, wenn der Anschluss nicht benutzt wird.

5.6.5.5 Probenahmeanschlüsse, die nur für Dampfproben benutzt werden, können mit einem einzigen Ventil entsprechend den Absätzen 5.5, 5.8 und 5.13 ausgerüstet sein, und sie müssen ebenfalls mit einem Verschlussstopfen oder Verschlussflansch versehen sein.

5.6.5.6 Probenentnahmen sind so vorzunehmen, wie es in Abschnitt 18.9 vorgeschrieben ist.

### 5.6.6 *Ladungsfilter*

Die Systeme der Ladungsflüssigkeiten und Ladungsdämpfe müssen mit Filtern ausgerüstet werden können, um vor einer Beschädigung durch fremde Objekte zu schützen. Solche Filter können ständig oder zeitweise eingebaut sein, und die Anforderungen der Filterung müssen passend zum Risiko von Fremdkörpern usw. sein, die in das Ladungssystem eindringen. Es müssen Einrichtungen vorgesehen sein, die anzeigen, dass Filter verstopft werden, und welche die Filter sicher isolieren, drucklos machen und reinigen.

## 5.7 **Einbauanforderungen**

### 5.7.1 *Bauausführung bei Ausdehnung und Schrumpfung*

Es sind Vorkehrungen zu treffen, um Rohrleitungen, Rohrleitungssysteme und das Rohrleitungszubehör sowie die Ladetanks gegen unzulässige Spannungen infolge thermisch bedingter Bewegungen und gegen Bewegungen des Tanks und der Schiffsverbände zu schützen. Das bevorzugte Verfahren außerhalb der Ladetanks ist die Verwendung von Ausgleichsstücken, Bögen oder Schleifen; wenn Ausgleichsstücke, Bögen oder Schleifen nicht zweckmäßig sind, können allerdings Mehrschichten-Faltenbälge verwendet werden.

### 5.7.2 *Vorkehrungen gegen Tieftemperatur*

Tieftemperatur-Rohrleitungen müssen, wo erforderlich, von den angrenzenden Schiffsverbänden thermisch isoliert sein, damit die Temperatur der Schiffsverbände nicht unter die

Entwurfstemperatur des Werkstoffes der Schiffsverbände absinken kann. Wo Flüssigkeit führende Leitungen regelmäßig auseinandergenommen werden oder an Stellen, an denen Leckagen erwartet werden können, wie z. B. an Ladungsübergabestellen und Pumpendichtungen, müssen Schutzvorrichtungen für die darunter liegenden Schiffsverbände vorgesehen sein.

### 5.7.3 *Wasservorhang*

Bei Ladungstemperaturen unterhalb von  $-110\text{ °C}$  muss im Bereich der Schiffsverbände unter den Ladungsübergabestationen ein Wasser-Verteilungssystem eingebaut sein, um einen Niederdruck-Wasservorhang als zusätzlichen Schutz für den Stahl der Schiffsverbände und der Seitenkonstruktion des Schiffes zur Verfügung zu stellen. Dieses System ist zusätzlich zu den Anforderungen des Absatzes 11.3.1.4 vorzusehen und muss in Betrieb sein, wenn ein Ladungsumschlag durchgeführt wird.

### 5.7.4 *Erdung*

Werden Tanks oder Laderohrleitungen und Rohrleitungszubehör vom Schiffskörper durch thermische Isolierung getrennt, sind sowohl die Rohrleitungen als auch die Tanks elektrisch zu erden. Alle mit Dichtungen versehenen Rohrverbindungen und Schlauchanschlussstellen sind elektrisch zu erden. Mit Ausnahme der Fälle, bei denen Erdungsleiter verwendet werden, muss nachgewiesen werden, dass der elektrische Widerstand jeder Verbindung und jedes Anschlusses weniger als  $1\text{ M}\Omega$  beträgt.

## 5.8 **Herstellung der Rohrleitungen und Einzelheiten der Verbindungen**

### 5.8.1 *Allgemeines*

Die Anforderungen dieses Abschnitts gelten für Rohrleitungen innerhalb und außerhalb der Ladetanks. Eine Erleichterung von diesen Anforderungen kann in Übereinstimmung mit anerkannten Normen für Rohrleitungen innerhalb von Ladetanks und für offene Rohrleitungen anerkannt werden.

### 5.8.2 *Direkte Verbindungen*

Die folgenden direkten Verbindungen von Rohrlängen ohne Flansche können berücksichtigt werden:

- .1 Stumpfnahverbindungen mit vollständig durchgeschweißter Wurzel können für alle Anwendungsbereiche verwendet werden. Bei Entwurfstemperaturen unter  $-10\text{ °C}$  müssen Stumpfnähte entweder doppelseitig geschweißt sein oder einer doppelseitigen Schweißverbindung gleichwertig sein. Dieses kann durch die Verwendung eines Unterleggrings, einer aufschmelzenden Einlage (Schmelzverbindung) oder eines inneren Formier-Gasschutzes für die erste Lage erreicht werden. Bei Entwurfsdrücken über  $1,0\text{ MPa}$  und Entwurfstemperaturen von  $-10\text{ °C}$  oder darunter müssen die Unterlegringe entfernt werden;
- .2 Muffenschweißverbindungen und die zugehörige Schweißung, die Abmessungen entsprechend anerkannten Normen haben, dürfen nur für Rohrleitungen von Instrumenten und offene Rohrleitungen mit einem Außendurchmesser von  $50\text{ mm}$  oder weniger und Entwurfstemperaturen nicht unter  $-55\text{ °C}$  verwendet werden; und
- .3 Schraubverbindungen, die anerkannten Normen entsprechen, dürfen nur für Hilfsleitungen und Leitungen für Messinstrumente mit Außendurchmessern von  $25\text{ mm}$  oder weniger verwendet werden.



### 5.8.3 *Flanschverbindungen*

5.8.3.1 Flansche in Flanschverbindungen dürfen nur Vorschweißflansche, Überschiebflansche oder Einsteckschweißflansche sein.

5.8.3.2 Flansche müssen hinsichtlich ihres Typs, der Herstellung und der Prüfung anerkannten Normen entsprechen. Für alle Rohrleitungen gelten mit Ausnahme von offenen Rohrleitungen die folgenden Einschränkungen:

- .1 Bei Entwurfstemperaturen unter  $-55\text{ °C}$  dürfen nur Vorschweißflansche verwendet werden; und
- .2 bei Entwurfstemperaturen unter  $-10\text{ °C}$  dürfen bei Nennweiten über 100 mm keine Überschiebflansche und bei Nennweiten über 50 mm keine Einsteckschweißflansche verwendet werden.

### 5.8.4 *Ausdehnungsverbindungen*

Wenn Faltenbälge und Ausdehnungsverbindungen entsprechend Absatz 5.7.1 vorgesehen sind, gelten die folgenden Anforderungen:

- .1 Falls erforderlich, sind Faltenbälge gegen Eisbildung zu schützen; und
- .2 Schiebstopfbuchsen-Verbindungen dürfen nur innerhalb von Ladetanks verwendet werden.

### 5.8.5 *Andere Rohrverbindungen*

Rohrverbindungen sind entsprechend den Absätzen 5.8.2 bis 5.8.4 zu verbinden, die Verwaltung kann jedoch für sonstige Ausnahmefälle alternative Maßnahmen berücksichtigen.

## 5.9 **Schweißung, Wärmebehandlung nach dem Schweißen und zerstörungsfreie Prüfung**

### 5.9.1 *Allgemeines*

Die Schweißung ist entsprechend Abschnitt 6.5 auszuführen.

### 5.9.2 *Wärmebehandlung nach dem Schweißen*

Eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen ist für alle Stumpfnähte an Rohren aus Kohlenstoff- und Kohlenstoffmangan-Stählen und niedrig legierten Stählen erforderlich. Die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation kann unter Berücksichtigung der Entwurfstemperatur und des Druckes des betreffenden Rohrleitungssystems auf die Forderung nach Spannungsarmglühen der Rohre bei Wanddicken von weniger als 10 mm verzichten.

### 5.9.3 *Zerstörungsfreie Prüfung*

Zusätzlich zu den normalen Kontrollen vor und während des Schweißens und zur Sichtprüfung der fertiggestellten Schweißverbindungen sind die folgenden Prüfungen zwecks Gewährleistung, dass die Schweißung fehlerlos und den Anforderungen dieses Absatzes entsprechend durchgeführt worden ist, erforderlich:

- .1 Eine 100%ige Durchstrahlungsprüfung oder Ultraschallprüfung der Stumpfnahverbindungen bei Rohrleitungssystemen mit Entwurfstemperaturen unter  $-10\text{ °C}$  oder mit Innendurchmessern von mehr als 75 mm oder Wanddicken von mehr als 10 mm;
- .2 wenn solche Stumpfnahverbindungen von Rohrleitungsabschnitten mittels automatischer Schweißverfahren, die von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation zugelassen sind, gefertigt werden, dann kann einer schrittweisen Herabsetzung des Umfangs der Durchstrahlungsprüfung oder der Ultraschallprüfung zugestimmt werden, jedoch in keinem Falle auf weniger als 10% einer jeden Verbindung. Werden Fehler festgestellt, muss der Umfang der Prüfung auf 100% angehoben werden und muss auch die Prüfung bereits akzeptierter Schweißnähte umfassen. Diese Genehmigung kann nur erteilt werden, wenn gut dokumentierte Qualitätssicherungsmaßnahmen und Berichte verfügbar sind, deren Auswertung die Leistungsfähigkeit des Herstellers nachweist, dass er durchgehend zufriedenstellende Schweißverbindungen herstellt; und
- .3 bei anderen stumpfnahgeschweißten Rohrverbindungen, die nicht durch die Absätze 5.9.3.1 und 5.9.3.2 erfasst sind, ist eine stichprobenweise Durchstrahlungsprüfung oder Ultraschallprüfung oder andere zerstörungsfreie Prüfungen in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen, der Lage und dem Werkstoff durchzuführen. Im Allgemeinen sind mindestens 10% der Stumpfnahverbindungen von Rohren einer Durchstrahlungsprüfung oder Ultraschallprüfung zu unterziehen.

## **5.10 Einbauanforderungen für Ladeleitungen außerhalb des Ladungsbereichs**

### **5.10.1 *Bug- und Heckladeeinrichtungen***

Die folgenden Anforderungen gelten für Ladeleitungen und Rohrleitungszubehör, die außerhalb des Ladungsbereichs angeordnet sind:

- .1 Ladeleitungen und die zugehörige Rohrleitungsausrüstung außerhalb des Ladungsbereichs dürfen nur geschweißte Verbindungen haben. Außerhalb des Ladungsbereichs müssen die Rohrleitungen auf dem Wetterdeck verlegt sein und müssen sich 0,8 m innenbords befinden, davon ausgenommen sind querschiffs verlegte Rohrleitungen von Ladungsübergabestationen. Solche Rohrleitungen müssen deutlich gekennzeichnet sein, und an ihren Verbindungen zum Ladeleitungssystem innerhalb des Ladungsbereichs muss ein Absperrventil eingebaut sein. Wenn die Rohrleitungen nicht in Betrieb sind, müssen diese auch an dieser Stelle durch ein herausnehmbares Trennstück und Blindflansche absperrbar sein; und
- .2 die Rohrleitungen müssen voll durchgeschweißte Stumpfnähte haben und, unabhängig von Rohrdurchmesser und Entwurfstemperatur, einer vollständigen Durchstrahlungsprüfung oder Ultraschallprüfung unterzogen werden. Flanschverbindungen in den Rohrleitungen dürfen nur innerhalb des Ladungsbereichs und an der Ladeübergabestation zugelassen werden.

### **5.10.2 *Drehkranzmodul-Ladungsumschlagsysteme***

Die folgenden Anforderungen gelten für Ladeleitungen von flüssiger und dampfförmiger Ladung, die außerhalb des Ladungsbereichs verlaufen:

- .1 Ladeleitungen und die zugehörige Rohrleitungsausrüstung außerhalb des Ladungsbereichs dürfen nur geschweißte Verbindungen haben; und
- .2 die Rohrleitungen müssen voll durchgeschweißte Stumpfnähte haben und, unabhängig von Rohrdurchmesser und Entwurfstemperatur, einer vollständigen Durchstrahlungsprüfung oder Ultraschallprüfung unterzogen werden. Flanschverbindungen in den Rohrleitungen dürfen nur innerhalb des Ladungsbereichs und an den Anschlüssen zu Ladeschläuchen und zu den Verbindungen des Drehkranzmoduls zugelassen werden.

### 5.10.3 *Rohrleitungen für gasförmigen Brennstoff*

Rohrleitungen für gasförmigen Brennstoff müssen, soweit praktisch durchführbar, geschweißte Verbindungen haben. Diejenigen Teile der Rohrleitungen für gasförmigen Brennstoff, die nicht von einem belüfteten Rohr oder Kanal entsprechend Absatz 16.4.3 umschlossen sind und auf dem Wetterdeck außerhalb des Ladungsbereichs verlegt sind, müssen voll durchgeschweißte Stumpfnahverbindungen haben und müssen einer vollständigen Durchstrahlungsprüfung oder Ultraschallprüfung unterzogen werden.

## 5.11 Anforderungen an Komponenten des Rohrleitungssystems

5.11.1 Rohrleitungsabmessungen: Rohrleitungssysteme müssen in Übereinstimmung mit anerkannten Normen ausgelegt sein.

5.11.2.1 Zur Bestimmung der Rohr-Wanddicke sind die folgenden Kriterien anzuwenden.

5.11.2.2 Die Wanddicke von Rohrleitungen darf nicht geringer sein als:

$$t = \frac{t_0 + b + c}{1 - \frac{a}{100}} \quad (\text{mm})$$

Dabei sind:

$t_0$  = theoretische Dicke, bestimmt nach folgender Formel:

$$t_0 = \frac{P \cdot D}{2K \cdot e + P} \quad (\text{mm})$$

mit

$P$  = Entwurfsdruck (MPa) entsprechend Abschnitt 5.4;

$D$  = Außendurchmesser (mm);

$K$  = zulässige Spannung ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) entsprechend Absatz 5.11.3;

$e$  = Gütefaktor, gleich 1,0 für nahtlose Rohre und für längsgeschweißte oder spiralförmig geschweißte Rohre, die von für die Herstellung geschweißter Rohre zugelassenen Firmen ausgeliefert werden und die als gleichwertig mit nahtlosen Rohren angesehen werden, wenn eine zerstörungsfreie Prüfung der Schweißungen in

Übereinstimmung mit anerkannten Normen ausgeführt wird. In anderen Fällen kann ein Gütefaktor von weniger als 1,0 in Übereinstimmung mit anerkannten Normen in Abhängigkeit vom Herstellungsverfahren gefordert werden;

$b$  = Zuschlag für Bögen (mm). Der Wert von  $b$  ist so zu wählen, dass die nur infolge Innendrucks errechnete Spannung in dem Bogen nicht die zulässige Spannung überschreitet. Wenn ein solcher Nachweis nicht durchgeführt wird, ist  $b$  wie folgt zu bestimmen:

$$b = \frac{D \cdot t_0}{2,5r} \quad (\text{mm})$$

mit

$r$  = mittlerer Radius des Bogens (mm);

$c$  = Korrosionszuschlag (mm). Wenn Korrosion oder Erosion erwartet wird, ist die Wanddicke der Rohrleitung über die nach anderen Entwurfsanforderungen ermittelte Dicke zu erhöhen. Dieser Zuschlag muss der erwarteten Lebensdauer der Rohrleitung entsprechen;

$a$  = Herstellungs-Minustoleranz für die Wanddicke (%).

5.11.2.3 Die Mindestwanddicke muss anerkannten Normen entsprechen.

5.11.2.4 Die Wanddicke ist über das in Absatz 5.11.2.2 bestimmte Maß hinaus zu verstärken, wenn es aus Festigkeitsgründen erforderlich ist, um Beschädigung, Zusammenbruch, übermäßiges Durchhängen oder Beulen der Rohrleitungen infolge von überlagerten Belastungen zu verhindern; falls dieses nicht durchführbar ist oder zu unzulässig hohen örtlichen Spannungen führen würde, können diese Belastungen durch andere bauliche Maßnahmen verringert oder ausgeschaltet werden oder es sind Schutzvorkehrungen gegen diese Belastungen zu treffen. Solche überlagerten Belastungen können durch Auflagerkonstruktionen, Schiffsdurchbiegungen, den plötzlichen Flüssigkeits-Druckanstieg während Umschlagsvorgängen, das Gewicht abgesperrter Ventile, Reaktionen auf Ladearm-Verbindungen oder andere Ursachen entstehen.

### 5.11.3 *Zulässige Spannungen*

5.11.3.1 Für Rohrleitungen berechnet sich die in der Formel nach Absatz 5.11.2 anzusetzende zulässige Spannung  $K$  nach dem kleineren der beiden folgenden Werte:

$$\frac{R_m}{A} \quad \text{oder} \quad \frac{R_e}{B}$$

Dabei sind:

$R_m$  = Mindestnennzugfestigkeit bei Raumtemperatur ( $\text{N/mm}^2$ ); und

$R_e$  = Mindestnennstreckgrenze bei Raumtemperatur ( $\text{N/mm}^2$ ).  
Falls das Spannungs-Dehnungsdiagramm keine ausgeprägte Streckgrenze zeigt, ist die 0,2%-Dehngrenze maßgeblich.

Die Werte für A und B sind in dem Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut nach Absatz 1.4.4 anzugeben und müssen folgende Mindestwerte haben: A = 2,7 und B = 1,8.

### 5.11.4 *Abmessungen der äußeren Rohrleitungen oder Kanäle für gasförmigen Brennstoff unter Hochdruck*

In Rohrleitungssystemen für gasförmigen Brennstoff mit einem Entwurfsdruck, der größer ist als der kritische Druck, darf die tangentielle Membranspannung eines geraden Rohr- oder Kanalabschnitts die Nennzugfestigkeit geteilt durch 1,5 ( $R_m/1,5$ ) nicht überschreiten, wenn dieser Abschnitt dem in Abschnitt 5.4 angegebenen Entwurfsdruck ausgesetzt wird. Die Nenndrücke aller anderen Rohrleitungs-Zubehöerteile müssen das gleiche Festigkeitsniveau haben wie die geraden Rohrleitungen.

### 5.11.5 *Spannungsnachweis*

Wenn die Entwurfstemperatur  $-110\text{ °C}$  oder weniger beträgt, muss der Verwaltung für jeden Zweig des Rohrleitungssystems ein vollständiger Spannungsnachweis vorgelegt werden, wobei alle Spannungen infolge des Gewichts der Rohrleitungen einschließlich Beschleunigungslasten, falls von Einfluss, des Innendrucks, thermisch bedingter Schrumpfung und der Belastungen infolge Durchbiegung des Schiffskörpers (Hogging und Sagging) zu berücksichtigen sind. Bei Temperaturen oberhalb von  $-110\text{ °C}$  kann von der Verwaltung ein Spannungsnachweis in Bezug auf Auslegung oder Steifigkeit des Rohrleitungssystems und auf die Werkstoffauswahl gefordert werden. In jedem Falle sind die thermisch bedingten Spannungen zu berücksichtigen, auch wenn keine Berechnungen eingereicht werden. Der Nachweis kann nach einem von der Verwaltung genehmigten Verfahren durchgeführt werden.

### 5.11.6 *Flansche, Ventile und Zubehör*

5.11.6.1 Flansche, Ventile und andere Zubehöerteile müssen anerkannten Normen unter Berücksichtigung der Werkstoffauswahl und des in Abschnitt 5.4 angegebenen Entwurfsdrucks entsprechen. Für Faltenbalgverbindungen, die für die Gasphase benutzt werden, kann ein niedrigerer Mindest-Entwurfsdruck anerkannt werden.

5.11.6.2 Bei Flanschen, die anerkannte Normen nicht erfüllen, müssen die Abmessungen der Flansche und der zugehörigen Bolzen den Anforderungen der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation entsprechen.

5.11.6.3 Alle Not-Abschaltventile müssen „bei Brand schließende“ Ventile sein (siehe Absätze 5.13.1.1 und 18.10.2)

5.11.6.4 Die Bauart und der Einbau von Faltenbälgen muss anerkannten Normen entsprechen, und sie müssen mit Sicherungselementen ausgerüstet sein, um eine Beschädigung durch übermäßige Ausdehnung oder übermäßiges Zusammendrücken zu verhindern.

### 5.11.7 *Bor-eigene Ladeschläuche*

5.11.7.1 Schläuche für Flüssigkeiten und Dämpfe, die für den Ladungsumschlag benutzt werden, müssen mit der Ladung verträglich und für die Ladungstemperatur geeignet sein.

5.11.7.2 Schläuche, die dem Tankdruck oder dem Lösch-Druck von Pumpen oder Dampfkompressoren ausgesetzt sind, müssen für einen Berstdruck von nicht weniger als dem 5-fachen des größten Druckes ausgelegt sein, dem der Schlauch während des Ladungsumschlags ausgesetzt ist.

5.11.7.3 Jeder neue Typ eines Ladeschlauchs einschließlich Armaturen ist einer Baumusterprüfung bei normaler Umgebungstemperatur mit 200 Druck-Zyklen von 0 bis mindestens dem 2-fachen maximalen Nennbetriebsdruck zu unterziehen. Nach Durchführung dieser Zyklus-Prüfung ist im Rahmen der Baumusterprüfung ein Berstdruckversuch mit mindestens dem 5-fachen maximalen Nennbetriebsdruck bei der höchsten und niedrigsten Betriebstemperatur durchzuführen. Die für eine Baumusterprüfung benutzten Schläuche dürfen anschließend nicht für den Ladungsbetrieb benutzt werden. Danach muss jede neu produzierte Länge eines Ladeschlauches vor Inbetriebnahme hydrostatisch bei Umgebungstemperatur mit einem Druck von nicht weniger als dem 1,5-fachen des größten Nennbetriebsdruckes, jedoch nicht mit mehr als dem 0,4-fachen seines Berstdrucks, geprüft werden. Der Schlauch ist mit dem Datum der Prüfung, seinem höchstzulässigen Betriebsdruck und, falls er im Betrieb bei anderen Temperaturen als der Umgebungstemperatur benutzt werden soll, der höchsten bzw. niedrigsten Betriebstemperatur zu beschriften oder in anderer Weise zu markieren. Der größte Nennbetriebsdruck darf nicht geringer als 1,0 MPa Überdruck sein.

## 5.12 Werkstoffe

5.12.1 Die Auswahl und Prüfung der in Rohrleitungssystemen verwendeten Werkstoffe müssen den Anforderungen des Kapitels 6 unter Berücksichtigung der niedrigsten Entwurfstemperatur entsprechen. Bestimmte Erleichterungen in Bezug auf die Werkstoffgüte können jedoch für offene Abblaseleitungen zugestanden werden, vorausgesetzt, dass die Ladungstemperatur beim Einstelldruck des Sicherheitsventils nicht geringer ist als 55 °C und dass keine Flüssigkeitsentleerung in die Abblaseleitungen erfolgen kann. Ähnliche Erleichterungen können unter den gleichen Temperaturbedingungen für offene Rohrleitungen innerhalb von Ladetanks genehmigt werden; davon ausgenommen sind Entladerohrleitungen und alle Rohrleitungen innerhalb von Membran- und Semi-Membrantanks.

5.12.2 Werkstoffe mit einem Schmelzpunkt unter 925 °C dürfen nicht für Rohrleitungen außerhalb der Ladetanks benutzt werden; davon ausgenommen sind kurze, an den Ladetanks angebaute Längen von Rohrleitungen, die in einem solchen Fall feuerwiderstandsfähig isoliert sein müssen.

### 5.12.3 *Isoliersystem für Ladeleitungen*

5.12.3.1 Ladeleitungssysteme müssen mit einem thermischen Isoliersystem ummantelt sein, das erforderlich ist, um einen Wärmeübergang in die Ladung während des Ladungsumschlags zu minimieren und um Personen vor einem unmittelbaren Kontakt mit kalten Oberflächen zu schützen.

5.12.3.2 Sofern wegen der Lage und der Umgebungsbedingungen zutreffend, muss der Isolierwerkstoff geeignete Widerstandseigenschaften gegen Brand und Flammenausbreitung haben und muss gegen das Eindringen von Wasserdampf und vor mechanischer Beschädigung angemessen geschützt sein.

5.12.3.3 Wenn das Ladeleitungssystem aus einem Werkstoff besteht, der in Gegenwart einer salzhaltigen Atmosphäre für Spannungsrisskorrosion anfällig ist, müssen angemessene Maßnahmen zwecks Vermeidung dieses Auftretens durch Berücksichtigung der Werkstoffauswahl, des Schutzes vor dem Ausgesetztsein gegenüber salzigem Wasser und/oder einer leichten Zugänglichkeit für Besichtigungen getroffen werden.

### 5.13 Prüfanforderungen

#### 5.13.1 *Typenprüfungen für Rohrleitungszubehör*

##### 5.13.1.1 Ventile<sup>7</sup>

Jeder Typ eines Ventils, das für den Einsatz bei einer Betriebstemperatur unterhalb von -55 °C vorgesehen ist, muss den folgenden Typenprüfungen unterzogen werden:

- .1 Jede Größe und jeder Typ ist einer Dichtheitsprüfung des Ventilsitzes über den vollen Bereich der Temperaturen und der Betriebsdrücke für den Durchfluss in jeder Richtung (bidirektional) in Abständen bis zur Nennentwurfstemperatur des Ventils zu unterziehen. Die zulässigen Leckraten müssen den Anforderungen der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation genügen. Während der Prüfung muss das zufriedenstellende Funktionieren des Ventils nachgewiesen werden;
- .2 der Volumendurchfluss oder Volumenstrom ist nach einer anerkannten Norm für jede Größe und jeden Typ des Ventils zu zertifizieren;
- .3 unter Druck stehende Komponenten sind einer Druckprüfung mit mindestens dem 1,5fachen Nenndruck zu unterziehen; und
- .4 bei Not-Abschaltventilen, deren Werkstoffe eine Schmelztemperatur von weniger als 925 °C haben, muss die Typenprüfung eine Brandprüfung nach einer für die Verwaltung akzeptierbaren Norm umfassen.

##### 5.13.1.2 Faltenbälge

Die folgenden Typenprüfungen sind für jeden Faltenbalgtyp, der für die Verwendung in Laderohrleitungen außerhalb von Ladetanks vorgesehen ist und, falls von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation gefordert, für solche Faltenbälge, die in Ladetanks eingebaut sind, durchzuführen:

- .1 Elemente der Faltenbälge, die nicht vorgespannt sind, sind mit einem Druck von nicht weniger als dem 5-fachen Entwurfsdruck zu prüfen, ohne dass sie dabei zerbersten. Die Prüfdauer darf nicht geringer als 5 Minuten sein;
- .2 der Typ einer vollständigen Ausgleichsverbindung einschließlich Zubehör wie Flansche, Halterungsbolzen und Gelenke ist einer Druckprüfung bei der niedrigsten Entwurfstemperatur und beim 2-fachen Entwurfsdruck bei den vom Hersteller empfohlenen äußersten Ausdehnungsbedingungen zu unterziehen, ohne dass dabei bleibende Verformungen auftreten;
- .3 mit einer vollständigen Ausgleichsverbindung ist eine Lastwechselprüfung (thermisch bedingte Verschiebungen) durchzuführen, wobei diese unter den Verhältnissen von Druck, Temperatur, axialer Verschiebung, Drehbewegung und Querverschiebung mindestens so vielen Lastwechseln standhalten muss, wie sie im wirklichen Betrieb zu erwarten sind. Eine Prüfung bei Umgebungstemperatur ist zulässig, wenn diese Prüfung mindestens so streng wie eine Prüfung bei der Betriebstemperatur ist; und

---

<sup>7</sup> Es wird auf die SIGTTO-Veröffentlichung „The Selection and Testing of Valves for LNG Applications“ verwiesen.

- .4 mit einer vollständigen Ausgleichsverbindung ist ein zyklischer Ermüdungstest (Schiffsverformung) ohne Innendruck durchzuführen, wobei die Bewegungen des Faltenbalges entsprechend der auszugleichenden Rohrleitungslänge für mindestens 2.000.000 Lastwechsel bei einer Frequenz von nicht mehr als 5 Hz zu simulieren sind. Diese Prüfung ist nur dann erforderlich, wenn bei der Rohrleitungsanordnung Belastungen infolge Verformung des Schiffskörpers tatsächlich erwartet werden.

### 5.13.2 *Prüfanforderungen für Systeme*

5.13.2.1 Die Anforderungen dieses Abschnitts gelten für Rohrleitungen innerhalb und außerhalb der Ladetanks.

5.13.2.2 Nach dem Zusammenbau sind alle Lade- und Prozessrohrleitungen einer Festigkeitsprüfung mit einer geeigneten Flüssigkeit zu unterziehen. Der Prüfdruck muss bei Rohrleitungen für Flüssigkeiten mindestens das 1,5-fache des Entwurfsdrucks (das 1,25-fache des Entwurfsdrucks, wenn die Prüfflüssigkeit kompressibel ist) und bei Rohrleitungen für Dämpfe mindestens das 1,5fache des höchsten System-Betriebsdrucks (das 1,25-fache des höchsten System-Betriebsdrucks, wenn die Prüfflüssigkeit kompressibel ist) betragen. Wenn jedoch Rohrleitungssysteme oder Teile von Systemen vollständig beim Hersteller gefertigt und mit allen Zubehörteilen ausgerüstet sind, kann die Prüfung auch vor dem Einbau an Bord des Schiffes erfolgen. An Bord geschweißte Verbindungen müssen mit einem Druck von mindestens dem 1,5-fachen Entwurfsdruck geprüft werden.

5.13.2.3 Nach dem Zusammenbau an Bord muss jedes Ladeleitungssystem und jedes Prozessrohrleitungssystem einer Dichtheitsprüfung unter Benutzung von Luft oder einem anderen geeigneten Medium unterzogen werden, wobei der Druck in Abhängigkeit vom angewandten Verfahren für die Leckentdeckung zu wählen ist.

5.13.2.4 In doppelwandigen Rohrleitungssystemen für gasförmigen Brennstoff muss das äußere Rohr oder der äußere Kanal ebenfalls einer Druckprüfung unterzogen werden, um nachzuweisen, dass das Rohr oder der Kanal dem zu erwartenden maximalen Druck bei einem Bruch der Gasleitung standhalten kann.

5.13.2.5 Alle Rohrleitungssysteme einschließlich Ventile, Fittinge und der zugehörigen Ausrüstung für den Umschlag von Ladungen oder Dämpfen sind unter normalen Betriebsbedingungen spätestens bei der ersten Ladungsübernahme in Übereinstimmung mit anerkannten Normen einer Funktionsprüfung zu unterziehen.

### 5.13.3 *Not-Abschaltventile*

Das Schließverhalten der Not-Abschaltventile, die in Rohrleitungssystemen für Flüssigkeiten verwendet werden, muss geprüft sein, um die Einhaltung des Absatzes 18.10.2.1.3 nachzuweisen. Diese Prüfung kann an Bord nach dem Einbau durchgeführt werden.



## KAPITEL 6

### KONSTRUKTIONSWERKSTOFFE UND QUALITÄTSKONTROLLE

#### **Zielsetzung**

*Ermittlung der geforderten Eigenschaften, der Prüfnormen und der Festigkeit metallischer und nichtmetallischer Werkstoffe sowie der Herstellungsverfahren, die bei der Konstruktion von Ladungsbehälter- und Rohrleitungssystemen angewendet werden, um sicherzustellen, dass sie die Funktionen erfüllen, für die sie entsprechend den Anforderungen der Kapitel 4 und 5 ausgewählt worden sind.*

#### 6.1 Begriffsbestimmungen

6.1.1 Wenn in diesem Kapitel auf Schiffbaustähle der Gütegrade A, B, D, E, AH, DH, EH und FH verwiesen wird, handelt es sich bei diesen Gütegraden um Schiffbaustähle, die anerkannten Normen entsprechen.

6.1.2 Ein *Stück* ist ein Walzerzeugnis, das aus einer einzigen Bramme, einem einzigen Knüppel oder einem einzigen Block unmittelbar in Bleche, Bänder, Formstähle oder Stabstähle ausgewalzt wird.

6.1.3 Ein *Prüflos* ist die Anzahl von Elementen oder Stücken, die aufgrund der durchzuführenden Prüfungen auf der Basis einer Probenentnahme zusammen zu akzeptieren oder auszusortieren sind. Der Umfang eines Prüfloses ist in den anerkannten Normen angegeben.

6.1.4 *Kontrolliertes Walzen* ist ein Walzverfahren, bei dem die Endumformung in einem normalisierenden Temperaturbereich durchgeführt wird, das zu einem Werkstoffzustand führt, der dem nach einem Normalglühen im Allgemeinen gleichwertig ist.

6.1.5 *Thermomechanisch kontrolliertes Verfahren* ist ein Verfahren, welches eine sorgfältige Überwachung sowohl der Stahltemperatur als auch der Stichabnahme umfasst. Im Gegensatz zum kontrollierten Walzen können die beim thermomechanisch kontrollierten Verfahren erzeugten Eigenschaften durch nachträgliches Normalglühen oder andere Wärmebehandlungen nicht neu erzeugt werden. Vorbehaltlich der Zulassung durch die Verwaltung kann die Anwendung eines beschleunigten Abkühlens nach Abschluss des thermomechanisch kontrollierten Verfahrens ebenfalls anerkannt werden. Das Gleiche gilt für die Anwendung des Temperns bzw. Anlassens nach Abschluss des thermomechanisch kontrollierten Verfahrens.

6.1.6 *Beschleunigtes Abkühlen* ist ein Verfahren, welches darauf abzielt, die mechanischen Eigenschaften durch kontrolliertes Abkühlen mit höheren Geschwindigkeitsraten als Luftabkühlung unmittelbar nach dem letzten Arbeitsvorgang des thermomechanisch kontrollierten Verfahrens zu verbessern. Unmittelbares Abschrecken ist vom beschleunigten Abkühlen ausgenommen. Die Werkstoffeigenschaften, die beim thermomechanisch kontrollierten Verfahren und beim beschleunigten Abkühlen erzeugt wurden, können durch nachträgliches Normalglühen oder andere Wärmebehandlungen nicht neu erzeugt werden.

#### 6.2 Anwendungsbereich und allgemeine Anforderungen

6.2.1 Dieses Kapitel enthält die Anforderungen an metallische und nichtmetallische Werkstoffe, die zur Herstellung des Ladungssystems verwendet werden. Dieses schließt Anforderungen an Zusammenfügeverfahren, das Herstellungsverfahren, die Qualifikation der Mitarbeiter, die

zerstörungsfreie Prüfung und Sichtprüfung sowie Erprobungsprüfungen einschließlich Fertigungskontrolle mit ein. Die Anforderungen an Walzmaterial, Schmiedeteile und Gussstücke sind in Abschnitt 6.4 und in den Tabellen 6.1 bis 6.5 enthalten. Die Anforderungen an Schweißungen sind in Abschnitt 6.5 enthalten, und die Anwendungsrichtlinie für nichtmetallische Werkstoffe ist in Anhang 4 wiedergegeben. Es ist ein Qualitätssicherungs-/Qualitätskontrollprogramm einzuführen, um sicherzustellen, dass die Anforderungen des Abschnitts 6.2 eingehalten werden.

6.2.2 Herstellung, Prüfung, Sichtprüfung und Dokumentation müssen anerkannten Normen und den besonderen Anforderungen dieses Codes entsprechen.

6.2.3 Wenn eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen angegeben oder gefordert ist, sind die Eigenschaften des Grundwerkstoffs im wärmebehandelten Zustand in Übereinstimmung mit der anwendbaren Tabelle dieses Kapitels zu bestimmen, und die Eigenschaften der Schweißung im wärmebehandelten Zustand sind nach Abschnitt 6.5 zu bestimmen. In Fällen, in denen eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen angewendet wird, können die Prüfanforderungen nach dem Ermessen der Verwaltung geändert werden.

### 6.3 Allgemeine Prüfanforderungen und technische Bedingungen

#### 6.3.1 Zugversuch

6.3.1.1 Zugversuche sind in Übereinstimmung mit anerkannten Normen durchzuführen.

6.3.1.2 Zugfestigkeit, Streckgrenze und Dehnung müssen den Anforderungen der Verwaltung entsprechen. Für Kohlenstoff-Manganstähle und andere Werkstoffe mit ausgeprägter Streckgrenze ist eine Begrenzung des Verhältnisses Streckgrenze zu Zugfestigkeit in Betracht zu ziehen.

#### 6.3.2 Zähigkeitsversuch

6.3.2.1 Zulassungsprüfungen für metallische Werkstoffe müssen Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuche einschließen, sofern die Verwaltung nichts anderes bestimmt. Die festgelegten Kennwerte der Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuche sind Mindestmittelwerte der Schlagarbeit für drei Proben mit vollen Abmessungen (10 mm x 10 mm) und Mindesteinzelwerte der Schlagarbeit für Einzelproben. Abmessungen und Toleranzen der Charpy-V-Kerbproben müssen anerkannten Normen entsprechen. Die Prüfung und Anforderungen für Probestücke, die eine Größe von weniger als 5,0 mm haben, müssen anerkannten Normen entsprechen. Folgende Mindestmittelwerte gelten für Kleinproben:

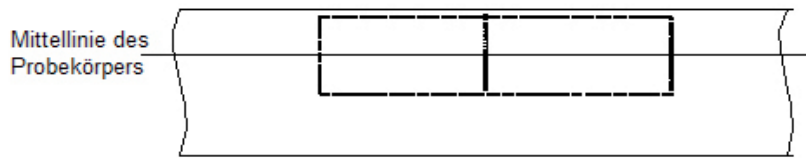
Abmessungen der Charpy-V-Kerbproben (mm)	Mindestmittelwert der Schlagarbeit von drei Proben
10 x 10	KV
10 x 7,5	5/6 KV
10 x 5,0	2/3 KV

dabei ist KV = die in den Tabellen 6.1 bis 6.4 angegebene Schlagarbeit (J).

Es darf nur ein Einzelwert unter dem angegebenen Nennmittelwert liegen, sofern dieser Einzelwert nicht geringer als 70% des Nennmittelwerts ist.

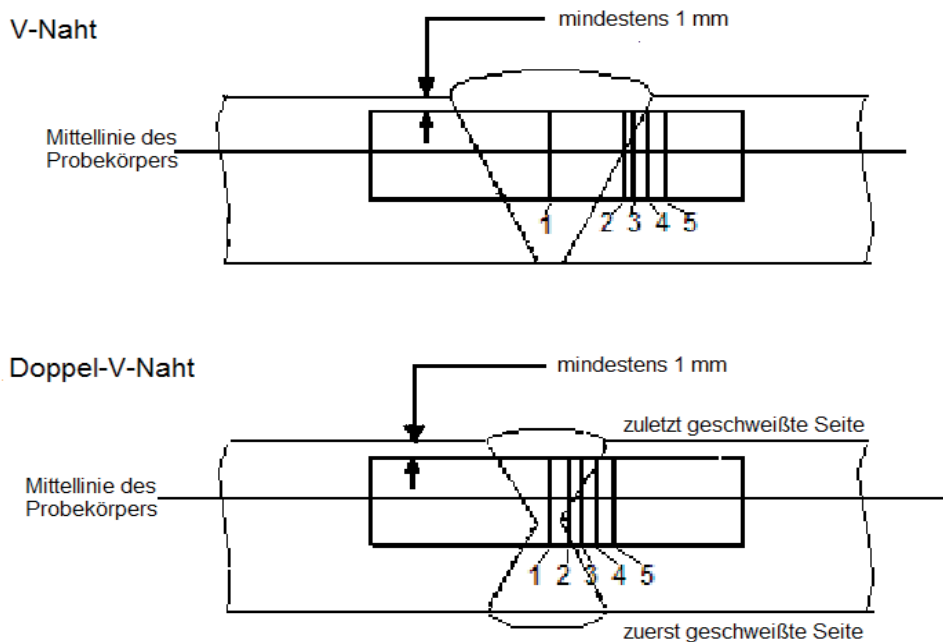
6.3.2.2 Für den Grundwerkstoff sind die für die Werkstoffdicke größtmöglichen Charpy-V-Proben so herauszuarbeiten, dass die Proben so nahe wie möglich an einem Punkt auf halber Strecke zwi-

schen der Oberfläche und der Mitte der Werkstoffdicke liegen und die Länge des Kerbs rechtwinklig zur Oberfläche angeordnet ist, so wie es in Abbildung 6.1 dargestellt ist.



**Abbildung 6.1 – Lage und Anordnung des Grundwerkstoff-Probekörpers**

6.3.2.3 Für eine Schweißprobe sind die für die Werkstoffdicke größtmöglichen Charpy-V-Proben so herauszuarbeiten, dass die Proben so nahe wie möglich an einem Punkt auf halber Strecke zwischen der Oberfläche und der Mitte der Werkstoffdicke liegen. In allen Fällen muss der Abstand zwischen der Werkstoffoberfläche und der Außenkante des Probestücks etwa 1 mm oder mehr betragen. Darüber hinaus sind bei Doppel-V-Nähten die Probestücke näher zur Oberfläche des zuletzt geschweißten Bereichs herauszuarbeiten. Die Probestücke sind grundsätzlich an jeder der folgenden in Abbildung 6.2 dargestellten Stellen zu entnehmen: auf der Mittellinie der Schweißung, der Schmelzlinie und 1,0 mm, 3,0 mm und 5,0 mm von der Schmelzlinie entfernt.



**Abbildung 6.2 – Lage und Anordnung des Schweiß-Probekörpers**

Anordnung der Kerbe in Abbildung 6.2:

- .1 Mittellinie der Schweißnaht,
- .2 Schmelzlinie,
- .3 in der Wärmeinflusszone, 1 mm von der Schmelzlinie entfernt,
- .4 in der Wärmeinflusszone, 3 mm von der Schmelzlinie entfernt,
- .5 in der Wärmeinflusszone, 5 mm von der Schmelzlinie entfernt,

6.3.2.4 Falls der Mittelwert der drei ersten Charpy-V-Proben nicht die angegebenen Anforderungen erfüllt oder der Wert von mehr als einer Probe unter dem geforderten Mittelwert liegt oder wenn der Wert einer Probe unterhalb des für eine Einzelprobe zulässigen Mindestwertes liegt, können drei weitere Proben von demselben Werkstoff geprüft werden, und die Ergebnisse können mit denen der vorangegangenen Versuche zusammengefasst werden, um einen neuen Mittelwert zu bilden. Wenn dieser neue Mittelwert den Anforderungen entspricht, wenn nicht mehr als zwei Einzelergebnisse geringer als der geforderte Mittelwert sind und wenn nicht mehr als ein Einzelergebnis geringer als der für eine Einzelprobe geforderte Wert ist, kann das Stück oder das Prüflös anerkannt werden.

### 6.3.3 *Biegeversuch*

6.3.3.1 Auf den Biegeversuch kann bei einer Werkstoffabnahmeprüfung verzichtet werden, er ist jedoch bei Prüfungen von Schweißungen erforderlich. Wird ein Biegeversuch durchgeführt, ist dieser in Übereinstimmung mit anerkannten Normen durchzuführen.

6.3.3.2 Die Biegeversuche müssen Querbiegeversuche sein, die nach dem Ermessen der Verwaltung oberseitige, wurzelseitige oder Seitenbiege-Prüfungen sein können. Anstelle der Querbiegeversuche können jedoch Längsbiegeversuche gefordert werden, wenn der Grundwerkstoff und das Schweißgut unterschiedliche Festigkeiten haben.

### 6.3.4 *Schliffbegutachtung und sonstige Prüfungen*

Von der Verwaltung kann auch eine Begutachtung von Makroschliffen und Mikroschliffen sowie Härteprüfungen gefordert werden; diese sind gegebenenfalls in Übereinstimmung mit anerkannten Normen durchzuführen.

## 6.4 **Anforderungen an metallische Werkstoffe**

### 6.4.1 *Allgemeine Anforderungen an metallische Werkstoffe*

6.4.1.1 Die Anforderungen an die Konstruktionswerkstoffe sind in den Tabellen wie folgt angegeben:

- .1 Tabelle 6.1: Bleche, Rohre (nahtlos und geschweißt), Formstähle und Schmiedestücke für Ladetanks und Prozessdruckbehälter für Entwurfstemperaturen nicht unter 0 °C.
- .2 Tabelle 6.2: Bleche, Formstähle und Schmiedestücke für Ladetanks, zweite Barrieren und Prozessdruckbehälter für Entwurfstemperaturen unter 0 °C bis -55 °C.
- .3 Tabelle 6.3: Bleche, Formstähle und Schmiedestücke für Ladetanks, zweite Barrieren und Prozessdruckbehälter für Entwurfstemperaturen unter -55 °C bis -165 °C.
- .4 Tabelle 6.4: Rohre (nahtlos und geschweißt), Schmiedestücke und Gussteile für Lade- und Prozessrohrleitungen für Entwurfstemperaturen unter 0 °C bis -165 °C.
- .5 Tabelle 6.5: Bleche und Formstähle für den Schiffskörper entsprechend den Anforderungen der Absätze 4.19.1.2 und 4.19.1.3.

Tabelle 6.1

<b>Bleche, Rohre (nahtlos und geschweißt) <sup>siehe 1 und 2</sup>, Formstähle und Schmiedestücke für Lade-tanks und Prozessdruckbehälter für Entwurfstemperaturen nicht unter 0 °C</b>		
<b>Chemische Zusammensetzung und Wärmebehandlung</b>		
◆ Kohlenstoff-Manganstahl		
◆ Vollberuhigter Feinkornstahl		
◆ Geringe Legierungszusätze mit Genehmigung der Verwaltung		
◆ Von der Verwaltung zu genehmigenden Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung		
◆ Normalgeglüht oder vergütet <sup>siehe 4</sup>		
<b>Prüfanforderungen für Zug- und Zähigkeitversuche (Kerbschlagbiegeversuche)</b>		
<b>Häufigkeit der Probenahme</b>		
◆ Bleche	stückweise Prüfung	
◆ Formstähle und Schmiedeteile	losweise Prüfung	
<b>Mechanische Eigenschaften</b>		
◆ Zugeigenschaften	Der Nennwert der Mindeststreckgrenze darf 410 N/mm <sup>2</sup> nicht überschreiten <sup>siehe 5</sup>	
<b>Zähigkeit (Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch)</b>		
◆ Bleche	Querprobestücke, Mindestmittelwert der Schlagarbeit (KV) 27 J	
◆ Formstähle und Schmiedeteile	Längsprobestücke, Mindestmittelwert der Schlagarbeit (KV) 41 J	
◆ Prüftemperatur	Dicke t (mm)	Prüftemperatur (°C)
	$t \leq 20$	0
	$20 < t \leq 40$ <sup>siehe 3</sup>	-20
Anmerkungen		
1 Für nahtlose Rohre und Fittings gilt das übliche Verfahren. Die Verwendung von längsnaht- oder spiralnahtgeschweißten Rohren muss von der Verwaltung oder der in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation besonders genehmigt werden.		
2 Für Rohre werden Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuche nicht gefordert.		
3 Diese Tabelle ist allgemein gültig für Werkstoffdicken bis 40 mm. Anträge für größere Werkstoffdicken müssen von der Verwaltung oder der in ihrem Namen handelnden Organisation genehmigt werden.		
4 Als Alternative kann ein kontrolliertes Walzverfahren oder ein thermomechanisch kontrolliertes Verfahren verwendet werden.		
5 Werkstoffe, deren Nennwert der Mindeststreckgrenze über 410 N/mm <sup>2</sup> liegt, können von der Verwaltung oder der in ihrem Namen handelnden Organisation genehmigt werden. Bei diesen Werkstoffen ist besonders auf die Aufhärtung der geschweißten Zone und der Wärmeeinflusszone zu achten.		

Tabelle 6.2

<b>Bleche, Formstähle und Schmiedestücke<sup>siehe 1</sup> für Ladetanks, zweite Barrieren und Prozessdruckbehälter für Entwurfstemperaturen unter 0 °C bis -55 °C Größte Werkstoffdicke 25 mm<sup>siehe 2</sup></b>					
<b>Chemische Zusammensetzung und Wärmebehandlung</b>					
◆ Kohlenstoff-Manganstahl					
◆ Vollberuhigter Aluminium-behandelter Feinkornstahl					
◆ Chemische Zusammensetzung (Schmelzanalyse)					
C	Mn	Si	S	P	
0,16% max <sup>siehe 3</sup>	0,70 - 1,60%	0,10 - 0,50%	0,025% max.	0,025% max.	
Wahlweise Zusätze: Legierungsbestandteile und feinkornbildende Elemente können im Allgemeinen den folgenden Angaben entsprechen:					
Ni	Cr	Mo	Cu	Nb	V
0,80% max.	0,25% max.	0,08% max.	0,35% max.	0,05% max.	0,10% max.
Al-Gehalt gesamt 0,02% min. (säurelöslich 0,015% min.)					
◆ Normalgeglüht oder vergütet <sup>siehe 4</sup>					
<b>Prüfanforderungen für Zug- und Zähigkeitversuche (Kerbschlagbiegeversuche)</b>					
<i>Häufigkeit der Probenahme</i>					
◆ Bleche			stückweise Prüfung		
◆ Formstähle und Schmiedeteile			losweise Prüfung		
<i>Mechanische Eigenschaften</i>					
◆ Zugeigenschaften			Der Nennwert der Mindeststreckgrenze darf 410 N/mm <sup>2</sup> nicht überschreiten <sup>siehe 5</sup>		
<i>Zähigkeit (Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch)</i>					
◆ Bleche			Querprobstücke, Mindestmittelwert der Schlagarbeit (KV) 27 J		
◆ Formstähle und Schmiedeteile			Längsprobstücke, Mindestmittelwert der Schlagarbeit (KV) 41 J		
◆ Prüftemperatur			5 °C unter der Entwurfstemperatur oder -20 °C, je nachdem, welcher Wert niedriger ist		
Anmerkungen					
1 Die Anforderungen an die Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuche und an die chemische Zusammensetzung von Schmiedestücken können von der Verwaltung besonders festgelegt werden.					
2 Für Werkstoffdicken von mehr als 25 mm sind die Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuche wie folgt durchzuführen:					
Werkstoffdicke (mm)	Prüftemperatur (°C)				
25 < t ≤ 30	10 °C unter Entwurfstemperatur oder -20 °C, je nachdem, welcher Wert niedriger ist				
30 < t ≤ 35	15 °C unter Entwurfstemperatur oder -20 °C, je nachdem, welcher Wert niedriger ist				
35 < t ≤ 40	20 °C unter Entwurfstemperatur				
40 < t	Von der Verwaltung oder der in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation genehmigte Temperatur				

Der Kerbschlagwert der Schlagarbeit muss der Tabelle für die jeweils zutreffende Probenart entsprechen. Werkstoffe für Tanks oder Tankteile, die nach dem Schweißen vollständig spannungsarm gegläht werden, können bei einer Temperatur von 5 °C unterhalb der Entwurfstemperatur oder bei -20 °C geprüft werden, je nachdem, welche Temperatur niedriger ist.

Für spannungsarm geglähte Verstärkungen und andere Bauteile muss die Prüftemperatur die gleiche sein wie für die angrenzende Tankmanteldicke.

3 Mit besonderer Genehmigung der Verwaltung kann der Kohlenstoffgehalt auf maximal 0,18% angehoben werden, vorausgesetzt, die Entwurfstemperatur liegt nicht unter -40 °C.

4 Als Alternative kann ein kontrolliertes Walzverfahren oder ein thermomechanisch kontrolliertes Verfahren verwendet werden.

5 Werkstoffe, deren Nennwert der Mindeststreckgrenze über 410 N/mm<sup>2</sup> liegt, können von der Verwaltung oder der in ihrem Namen handelnden Organisation genehmigt werden. Bei diesen Werkstoffen ist besonders auf die Aufhärtung der geschweißten Zone und der Wärmeeinflusszone zu achten.

Hinweis  
Für Werkstoffe von mehr als 25 mm Dicke, deren Prüftemperatur -60 °C oder niedriger ist, kann die Anwendung besonders behandelter Stähle oder Stähle nach Tabelle 6.3 erforderlich sein.

**Tabelle 6.3**

<b>Bleche, Formstähle und Schmiedestücke <sup>siehe 1</sup> für Ladetanks, zweite Barrieren und Prozessdruckbehälter für Entwurfstemperaturen unter -55 °C bis -165 °C <sup>siehe 2</sup></b> <b>Größte Werkstoffdicke 25 mm <sup>siehe 3 und 4</sup></b>		
Niedrigste Entwurfstemperatur (°C)	Chemische Zusammensetzung <sup>siehe 5</sup> und Wärmebehandlung	Temperatur für Kerbschlagbiegeversuch (°C)
-60	1,5% Nickelstahl – normalgeglüht oder normalgeglüht und angelassen oder vergütet oder thermomechanisch kontrolliertes Verfahren <sup>siehe 6</sup>	-65
-65	2,25% Nickelstahl – normalgeglüht oder normalgeglüht und angelassen oder vergütet oder thermomechanisch kontrolliertes Verfahren <sup>siehe 6 und 7</sup>	-70
-90	3,5% Nickelstahl – normalgeglüht oder normalgeglüht und angelassen oder vergütet oder thermomechanisch kontrolliertes Verfahren <sup>siehe 6 und 7</sup>	-95
-105	5% Nickelstahl – normalgeglüht oder normalgeglüht und angelassen oder vergütet <sup>siehe 6, 7 und 8</sup>	-110
-165	9% Nickelstahl – doppelt normalgeglüht und angelassen oder vergütet <sup>siehe 6</sup>	-196
-165	Austenitische Stähle, wie z. B Typ 304, 304L, 316, 316L, 321 und 347 lösungsgeglüht <sup>siehe 9</sup>	-196
-165	Aluminiumlegierungen, wie z. B Typ 5083 entspannt	nicht gefordert
-165	Austenitische Fe-Ni-Legierung (36% Nickel), Wärmebehandlung nach Vereinbarung	nicht gefordert
<b>Prüfanforderungen für Zug- und Zähigkeitversuche (Kerbschlagbiegeversuche)</b>		
<b>Häufigkeit der Probenahme</b>		
◆ Bleche	stückweise Prüfung	
◆ Formstähle und Schmiedeteile	losweise Prüfung	
<b>Zähigkeit (Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch)</b>		
◆ Bleche	Querprobestücke, Mindestmittelwert der Schlagarbeit (KV) 27 J	
◆ Formstähle und Schmiedeteile	Längsprobestücke, Mindestmittelwert der Schlagarbeit (KV) 41 J	

## Anmerkungen

- 1 Die Kerbschlagbiegeversuche für Schmiedestücke in kritischen Anwendungsbereichen sind von der Verwaltung besonders zu prüfen.
- 2 Die Anforderungen für Entwurfstemperaturen unter -165 °C sind mit der Verwaltung besonders zu vereinbaren.
- 3 Bei Werkstoffen 1,5% Ni, 2,25% Ni, 3,5% Ni und 5% Ni von mehr als 25 mm Dicke sind die Kerbschlagbiegeversuche wie folgt durchzuführen.:

Werkstoffdicke (mm)	Prüftemperatur (°C)
25 < t ≤ 30	10 °C unter Entwurfstemperatur
30 < t ≤ 35	15 °C unter Entwurfstemperatur
35 < t ≤ 40	20 °C unter Entwurfstemperatur

Der Wert der Schlagarbeit muss der Tabelle für die jeweils zutreffende Probenart entsprechen. Für Werkstoffe von mehr als 40 mm Dicke müssen die Kerbschlagbiegewerte besonders festgelegt werden.

- 4 Bei Anwendung von 9% Ni-Stählen, nichtrostenden austenitischen Stählen und Aluminiumlegierungen können größere Werkstoffdicken als 25 mm verwendet werden.
- 5 Die Grenzwerte für die chemische Zusammensetzung müssen anerkannten Normen entsprechen.
- 6 Nickelstähle nach dem thermomechanisch kontrollierten Verfahren unterliegen der Zustimmung der Verwaltung.
- 7 Eine niedrigere Mindestentwurfstemperatur für vergütete Stähle kann mit der Verwaltung besonders vereinbart werden.
- 8 Ein besonders wärmebehandelter 5% Nickelstahl, z. B. ein dreifach wärmebehandelter 5 % Nickelstahl, kann bis -165 °C benutzt werden, vorausgesetzt, die Kerbschlagbiegeversuche werden bei -196 °C ausgeführt.
- 9 Der Kerbschlagbiegeversuch kann nach Vereinbarung mit der Verwaltung entfallen.

Tabelle 6.4

<b>Rohre (nahtlos und geschweißt) <sup>siehe 1</sup>, Schmiedestücke <sup>siehe 2</sup> und Gussteile <sup>siehe 2</sup> für Lade- und Prozessrohrleitungen für Entwurfstemperaturen unter 0 °C bis -165 °C <sup>siehe 3</sup></b> <b>Größte Werkstoffdicke 25 mm</b>			
Niedrigste Entwurfstemperatur (°C)	Chemische Zusammensetzung <sup>siehe 5</sup> und Wärmebehandlung	Kerbschlagversuch	
		Prüftemperatur (°C)	Minstdurchschnittswert der Schlagarbeit (KV) (J)
-55	Kohlenstoff-Manganstahl – voll beruhigter Feinkornstahl, normalgeglüht oder wie vereinbart <sup>siehe 6</sup>	siehe 4	27
-65	2,25% Nickelstahl – normalgeglüht, normalgeglüht und angelassen oder vergütet <sup>siehe 6</sup>	-70	34
-90	3,5% Nickelstahl – normalgeglüht, normalgeglüht und angelassen oder vergütet <sup>siehe 6</sup>	-95	34
-165	9% Nickelstahl <sup>siehe 7</sup> – doppelt normalgeglüht und angelassen oder vergütet	-196	41
	Austenitische Stähle, wie z. B Typ 304, 304L, 316, 316L, 321 und 347 lösungsgeglüht <sup>siehe 8</sup>	-196	41
	Aluminiumlegierungen, wie z. B Typ 5083 entspannt	--	nicht gefordert



<b>Prüfanforderungen für Zug- und Zähigkeitversuche (Kerbschlagbiegeversuche)</b>	
<i>Häufigkeit der Probenahme</i>	
♦ losweise Prüfung	
<i>Zähigkeit (Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuch)</i>	
♦ Kerbschlagbiegeprüfung: Längsprobestücke	
Anmerkungen	
1	Die Verwendung längsnaht- oder spiralnahtgeschweißter Rohre muss von der Verwaltung besonders genehmigt werden.
2	Die Anforderungen an Schmiedestücke und Gussteile können einer besonderen Überprüfung durch die Verwaltung unterliegen.
3	Die Anforderungen für Entwurfstemperaturen unter -165 °C sind mit der Verwaltung besonders zu vereinbaren.
4	Die Prüftemperatur muss 5 °C unter der Entwurfstemperatur oder bei -20 °C liegen, je nachdem, welcher Wert niedriger ist.
5	Die Grenzwerte für die chemische Zusammensetzung müssen anerkannten Normen entsprechen.
6	Für vergütete Werkstoffe kann eine niedrigere Entwurfstemperatur mit der Verwaltung besonders vereinbart werden.
7	Diese chemische Zusammensetzung ist für Gussteile nicht geeignet.
8	Die Kerbschlagbiegeversuche können nach Vereinbarung mit der Verwaltung entfallen.

**Tabelle 6.5**

<b>Bleche und Profile für den Schiffskörper nach den Absätzen 4.19.1.2 und 4.19.1.3</b>								
Niedrigste Entwurfstemperatur für den Schiffskörper (°C)	Größte Dicke (mm) für die Stahlgütegrade							
	A	B	D	E	AH	DH	EH	FH
0 und darüber <sup>siehe 1</sup> -5 und darüber <sup>siehe 2</sup>	Anerkannte Normen							
bis -5	15	25	30	50	25	45	50	50
bis -10	X	20	25	50	20	40	50	50
bis -20	X	X	20	50	X	30	50	50
bis -30	X	X	X	40	X	20	40	50
unter -30	In Übereinstimmung mit Tabelle 6.2; es gelten jedoch nicht die in Tabelle 6.2 und in der Anmerkung 2 zu dieser Tabelle angegebenen Dickenbegrenzungen.							
Anmerkungen								
X	bedeutet, dass der Gütegrad nicht zu verwenden ist.							
1	im Sinne des Absatzes 4.19.1.3.							
2	im Sinne des Absatzes 4.19.1.2.							

## 6.5 Schweißung metallischer Werkstoffe und zerstörungsfreie Prüfung

### 6.5.1 Allgemeines

6.5.1.1 Dieser Abschnitt gilt nur für erste und zweite Barrieren einschließlich der inneren Schiffshülle, wo diese die zweite Barriere bildet. Die Abnahmeprüfung ist für Kohlenstoff- und Kohlenstoffmanganstähle sowie nickellegierte und nichtrostende Stähle festgelegt, aber diese Prüfungen können auch für andere Werkstoffe angepasst verwendet werden. Nach dem Ermessen der Verwaltung können Kerbschlagbiegeversuche für Schweißungen von rostfreien Stählen und Aluminiumlegierungen entfallen, und andere Prüfungen können für jeden Werkstoff besonders gefordert werden.

### 6.5.2 Schweißzusatzwerkstoffe

6.5.2.1 Zusatzwerkstoffe, die für Schweißungen an Ladetanks vorgesehen sind, müssen anerkannten Normen entsprechen. Für alle Zusatzwerkstoffe sind Schweißgutprüfungen und Stumpfnahtrprüfungen erforderlich. Die Ergebnisse von Zug- und Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuchen müssen anerkannten Normen entsprechen. Die chemische Zusammensetzung des eingebrachten Schweißgutes ist für Informationszwecke zu dokumentieren.

### 6.5.3 Schweißverfahrensprüfungen für Ladetanks und Prozessdruckbehälter

6.5.3.1 Schweißverfahrensprüfungen für Ladetanks und Prozessdruckbehälter werden für alle Stumpfnahtrverbindungen gefordert.

6.5.3.2 Die Probeplatten müssen repräsentativ sein für:

- .1 Jeden Grundwerkstoff,
- .2 jede Art von Schweißzusatzwerkstoff und Schweißverfahren, und
- .3 jede Schweißposition.

6.5.3.3 Bei Stumpfnähten von Blechen sind die Probeplatten so herzurichten, dass die Walzrichtung parallel zur Schweißnahttrichtung liegt. Der Blechdickenbereich, der durch jede Schweißverfahrensprüfung abgedeckt wird, muss anerkannten Normen entsprechen. Durchstrahlungs- oder Ultraschallprüfungen können auf Verlangen des Herstellers durchgeführt werden.

6.5.3.4 Die folgenden Schweißverfahrensprüfungen für Ladetanks und Prozessdruckbehälter sind in Übereinstimmung mit Abschnitt 6.3 mit Proben aus jeder Probeplatte durchzuführen:

- .1 Zugversuche quer zur Schweißnaht,
- .2 Stumpfnahtr-Längsbiegeprüfung, sofern durch anerkannte Normen vorgeschrieben,
- .3 Querbiegeversuche, diese können oberseitige, wurzelseitige oder Seitenbiegeprüfungen sein. Jedoch können Längsbiegeversuche anstelle der Querbiegeversuche gefordert werden, wenn Grundwerkstoff und Schweißgut unterschiedliche Festigkeiten haben,

- .4 im Allgemeinen an jeder der folgenden Stellen, wie in Abbildung 6.2 angegeben, je ein Satz aus drei Charpy-V-Kerbschlagbiegeproben:
  - .1 Mittellinie der Schweißnaht,
  - .2 Schmelzlinie,
  - .3 1 mm von der Schmelzlinie entfernt,
  - .4 3 mm von der Schmelzlinie entfernt,
  - .5 5 mm von der Schmelzlinie entfernt, und
- .5 es können auch Makroschliffe, Mikroschliffe und eine Prüfung des Härteverlaufs gefordert werden.

6.5.3.5 Jede Prüfung muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

- .1 Zugversuche: Die Zugfestigkeit quer zur Schweißnaht darf nicht geringer sein als die festgelegte Nennzugfestigkeit des entsprechenden Grundwerkstoffes. Bei Aluminiumlegierungen ist hinsichtlich der Anforderungen an die Festigkeit des Schweißgutes von unangepassten Schweißnähten (wo das Schweißgut eine geringere Bruchfestigkeit als der Grundwerkstoff hat) ein Hinweis auf Absatz 4.18.1.3 vorzunehmen. In jedem Falle ist die Lage des Bruchs für Informationszwecke zu dokumentieren;
- .2 Biegeversuche: Nach Biegung um 180° über einen Dorn mit einem Durchmesser von 4-facher Dicke des Probestücks darf kein Bruch eintreten; und
- .3 Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuche: Die Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuche sind bei der für den zu verbindenden Grundwerkstoff vorgeschriebenen Temperatur durchzuführen. Die Ergebnisse der Kerbschlagbiegeversuche des Schweißgutes (Mindestmittelwerte der Schlagarbeit (KV)) dürfen nicht geringer als 27 J sein. Die Anforderungen an das Schweißgut für Kleinproben und an die Einzelwerte der Schlagarbeit müssen Absatz 6.3.2 entsprechen. Die Ergebnisse von Kerbschlagbiegeversuchen im Bereich der Schmelzlinie und der Wärmeeinflusszone müssen einen Mindestmittelwert der Schlagarbeit (KV) aufweisen, der den jeweiligen Quer- oder Längsanforderungen des Grundwerkstoffes entspricht; für Kleinproben muss der Mindestmittelwert der Schlagarbeit (KV) Absatz 6.3.2 entsprechen. Falls die Werkstoffdicke die Herstellung von Proben in voller Größe oder von genormten Kleinproben nicht zulässt, müssen das Prüfverfahren und die Beurteilungsmaßstäbe anerkannten Normen entsprechen.

6.5.3.6 Verfahrensprüfungen für Kehlnahtschweißungen müssen anerkannten Normen entsprechen. In solchen Fällen müssen derartige Zusatzwerkstoffe ausgewählt werden, die zufriedenstellende Kerbschlagzähigkeitseigenschaften aufweisen.

### 6.5.4 *Schweißverfahrensprüfungen für Rohrleitungen*

Die Schweißverfahrensprüfungen für Rohrleitungen sind in Anlehnung an die für Ladetanks in Absatz 6.5.3 ausführlich beschriebenen Prüfungen durchzuführen.

### 6.5.5 Produktionsschweißprüfungen

6.5.5.1 Für alle Ladetanks und Prozessdruckbehälter, mit Ausnahme von Integral- und Membrantanks, sind generell an Stumpfstoßen alle 50 m Produktionsschweißprüfungen auszuführen, und diese müssen repräsentativ sein für jede Schweißposition. Für zweite Barrieren sind Produktionsprüfungen in der gleichen Art auszuführen, wie sie für Primärtanks gefordert werden, mit der Ausnahme, dass die Anzahl der Prüfungen mit Zustimmung der Verwaltung verringert werden kann. Für Ladetanks oder zweite Barrieren können andere als die in den Absätzen 6.5.5.2 bis 6.5.5.5 angegebenen Prüfungen gefordert werden.

6.5.5.2 Die Produktionsprüfungen für unabhängige Typ A- und Typ B-Tanks und für Semi-Membrantanks müssen Biegeversuche und, falls für die Verfahrensprüfung erforderlich, einen Satz von drei Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuchen umfassen. Die Versuche sind für jeweils 50 m Schweißnaht zu machen. Die Charpy-V-Kerbschlagbiegeversuche sind mit Proben durchzuführen, deren Kerbe wechselweise in der Mittellinie der Schweißung und in der Wärmeeinflusszone liegt (kritischste Stelle aufgrund der Ergebnisse der Verfahrensprüfung). Bei austenitischen nichtrostenden Stählen müssen alle Kerbe in der Mittellinie der Schweißnaht liegen.

6.5.5.3 Für unabhängige Typ C-Tanks und für Prozessdruckbehälter sind zusätzlich zu den in Absatz 6.5.5.2 aufgeführten Prüfungen Zugversuche quer zur Schweißnaht erforderlich. Die Zugversuche müssen die Anforderungen des Absatzes 6.5.3.5 erfüllen.

6.5.5.4 Das Qualitätssicherungs- bzw. Qualitätsüberwachungs-Programm muss die im Werkstoff-Qualitätshandbuch des Herstellers festgelegte kontinuierliche Konformität der Produktionsschweißnähte sicherstellen.

6.5.5.5 Die Prüfanforderungen für Integral- und Membrantanks sind die gleichen wie die in Absatz 6.5.3 aufgeführten maßgeblichen Prüfanforderungen.

### 6.5.6 Zerstörungsfreie Prüfung

6.5.6.1 Alle Prüfverfahren und Abnahmeanforderungen müssen anerkannten Normen entsprechen, außer wenn der Konstrukteur eine höhere Anforderung festlegt, um Entwurfsannahmen einzuhalten. Es sind grundsätzlich Durchstrahlungsprüfungen einzusetzen, um innere Fehler aufzuspüren. Anstelle einer Durchstrahlungsprüfung kann jedoch eine genehmigte Ultraschallprüfung durchgeführt werden, aber zusätzlich muss eine ergänzende Durchstrahlungsprüfung an ausgewählten Stellen durchgeführt werden, um die Messwerte nachzuprüfen. Die Aufzeichnungen der Durchstrahlungsprüfungen und Ultraschallprüfungen müssen aufbewahrt werden.

6.5.6.2 Bei unabhängigen Typ A-Tanks und bei Semi-Membrantanks, bei denen die Entwurfstemperatur unter  $-20\text{ °C}$  liegt, und bei unabhängigen Typ B-Tanks ohne Berücksichtigung der Temperatur sind alle voll durchgeschweißten Stumpfnahten der Ladetankwandungen einer zerstörungsfreien Prüfung zu unterziehen, die geeignet ist, innere Fehler über ihrer vollen Länge aufzuspüren. Anstelle einer Durchstrahlungsprüfung kann eine Ultraschallprüfung unter den gleichen Bedingungen, wie sie in Absatz 6.5.6.1 beschrieben sind, durchgeführt werden.

6.5.6.3 Liegt die Entwurfstemperatur höher als  $-20\text{ °C}$ , so sind alle voll durchgeschweißten Stumpfnahten im Bereich von Nahtkreuzungen und mindestens 10 v. H. aller übrigen voll durchgeschweißten Stumpfnahten an Tankbauteilen einer Durchstrahlungsprüfung oder einer Ultraschallprüfung unter den gleichen Bedingungen, wie sie in Absatz 6.5.6.1 beschrieben sind, zu unterziehen.

6.5.6.4 In jedem Fall sind die übrigen Tankbauteile einschließlich der Schweißungen von Steifen, anderen Fittings und Anbauten durch Magnetpulver- oder Farbeindringverfahren zu untersuchen, soweit es für erforderlich gehalten wird.

6.5.6.5 Für unabhängige Typ C-Tanks muss der Umfang der zerstörungsfreien Prüfung entsprechend anerkannten Normen vollständig oder teilweise sein, die durchzuführenden Überprüfungen dürfen jedoch nicht geringer sein als im Folgenden angegeben:

- .1 Vollständige zerstörungsfreie Prüfung entsprechend Absatz 4.23.2.1.3:

Durchstrahlungsprüfung:

- .1 alle Stumpfnähte über ihre volle Länge.

Zerstörungsfreie Prüfung für das Auffinden von Oberflächenrissen:

- .2 alle Schweißnähte über 10 v. H. ihrer Länge,
- .3 Verstärkungsringe um Ausschnitte, Stutzen usw. über ihre volle Länge.

Als Alternative kann die in Absatz 6.5.6.1 beschriebene Ultraschallprüfung als teilweiser Ersatz der Durchstrahlungsprüfung anerkannt werden. Zusätzlich kann die Verwaltung eine vollständige Ultraschallprüfung von Schweißungen an Verstärkungsringen um Ausschnitte, Stutzen usw. fordern.

- .2 Teilweise zerstörungsfreie Prüfung entsprechend Absatz 4.23.2.1.3:

Durchstrahlungsprüfung:

- .1 alle stumpf geschweißten Nahtkreuzungen und mindestens 10 v. H. der vollen Länge der Stumpfnähte an ausgewählten gleichmäßig verteilten Stellen.

Zerstörungsfreie Prüfung für das Auffinden von Oberflächenrissen:

- .2 Verstärkungsringe um Ausschnitte, Stutzen usw. über ihre volle Länge.

Ultraschallprüfung:

- .3 wie von der Verwaltung oder der in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation in jedem Einzelfall gefordert.

6.5.6.6 Das Qualitätssicherungs- bzw. Qualitätsüberwachungs-Programm muss die im Werkstoff-Qualitätshandbuch des Herstellers festgelegte kontinuierliche Konformität der zerstörungsfreien Prüfung der Schweißnähte sicherstellen.

6.5.6.7 Die Untersuchungen an Rohrleitungen sind entsprechend den Anforderungen des Kapitels 5 durchzuführen.

6.5.6.8 Soweit es für erforderlich gehalten wird, ist die zweite Barriere zerstörungsfrei auf innere Fehler zu überprüfen. Bildet die Außenhaut des Schiffes einen Teil der zweiten Barriere, so sind alle Stumpfnähte des Scheergangs und alle Kreuzungen von Stößen und Nähten der Außenhautbeplattung einer Durchstrahlungsprüfung zu unterziehen.

## 6.6 Sonstige Anforderungen an Konstruktionen metallischer Werkstoffe

### 6.6.1 Allgemeines

6.6.1.1 Die Sichtprüfung und zerstörungsfreie Prüfung von Schweißnähten müssen den Anforderungen der Absätze 6.5.5 und 6.5.6 entsprechen. Wenn im Entwurf höhere Anforderungen oder Toleranzen angenommen werden, müssen sie ebenfalls erfüllt werden.

### 6.6.2 Unabhängige Tanks

6.6.2.1 Bei Typ C-Tanks und Typ B-Tanks, die hauptsächlich aus Rotationskörpern bestehen, müssen die Bautoleranzen in Bezug auf die Fertigung, wie beispielsweise Unrundheit, örtliche Abweichungen von der eigentlichen Form, Ausrichtung der Schweißverbindungen und Abstufung der Platten bei unterschiedlichen Plattendicken, anerkannten Normen entsprechen. Die Toleranzen müssen auch den in den Absätzen 4.22.3.2 und 4.23.3.2 angegebenen Beuluntersuchungen entsprechen.

6.6.2.2 Bei Typ C-Tanks aus Kohlenstoff- und Kohlenstoffmangan-Stahl ist die Wärmebehandlung nach dem Schweißen durchzuführen, wenn die Entwurfstemperatur unter  $-10\text{ °C}$  liegt. In allen anderen Fällen und bei anderen als den vorgenannten Werkstoffen muss eine Wärmebehandlung nach dem Schweißen anerkannten Normen entsprechen. Die Haltetemperatur und die Haltezeit müssen den anerkannten Normen entsprechen.

6.6.2.3 Im Fall von Typ C-Tanks und großen Ladungs-Druckbehältern aus Kohlenstoff- oder Kohlenstoffmangan-Stahl, für die es schwierig ist, die Wärmebehandlung durchzuführen, kann als Alternative zur Wärmebehandlung eine mechanische Entspannung durch Abdrücken durchgeführt werden, die den folgenden Anforderungen entspricht:

- .1 Komplizierte geschweißte Teile von Druckbehältern, wie beispielsweise Sumpfe oder Dome mit Stutzen, mit den anschließenden Mantelblechen müssen wärmebehandelt sein, bevor sie zu größeren Teilen des Druckbehälters verschweißt werden;
- .2 der Prozess des mechanischen Spannungsabbaus ist möglichst während der nach Absatz 4.23.6 vorgeschriebenen hydrostatischen Druckprüfung durch Anwendung eines höheren Drucks als des Prüfdrucks nach Absatz 4.23.6.1 durchzuführen. Als Druckmedium ist Wasser zu verwenden;
- .3 für die Wassertemperatur gilt Absatz 4.23.6.2;
- .4 der Spannungsabbau des Tanks ist durchzuführen, während er auf seinen Sattellagern oder seiner Lagerkonstruktion aufliegt; wenn der Spannungsabbau nicht an Bord ausgeführt werden kann, ist er derart durchzuführen, dass sich die gleichen Spannungen und die gleiche Spannungsverteilung ergeben, wie wenn er auf seinen Sattellagern oder seiner Lagerkonstruktion aufliegt;
- .5 der größte Druck während des Spannungsabbaus ist für die Dauer von 2 Stunden für je 25 mm Manteldicke, keinesfalls aber weniger als 2 Stunden, zu halten;
- .6 die Obergrenzen der für den Spannungsabbau berechneten Spannungswerte müssen wie folgt sein:

- .1 Vergleichswert der allgemeinen primären Membranspannung:  $0,9 R_e$ ,
- .2 Vergleichsspannung zusammengesetzt aus primärer Biegespannung plus Membranspannung:  $1,35 R_e$ ,  
dabei ist  $R_e$  die Mindest-Nennstreckgrenze oder die 0,2%-Dehngrenze des für den Tank verwendeten Stahls bei Prüftemperatur;
- .7 im Allgemeinen sind Dehnungsmessungen erforderlich, um die Einhaltung dieser Spannungsgrenzen für mindestens den ersten Tank einer Serie baugleicher, nacheinander gebauter Tanks nachzuweisen. Die Lage der Dehnungsmessstreifen ist in das entsprechend Absatz 6.6.2.3 einzureichende Verfahren für die mechanische Entspannung einzubeziehen;
- .8 das Prüfverfahren muss aufzeigen, dass am Ende des Spannungsabbau-Prozesses, wenn der Druck wieder auf den Entwurfsdruck angehoben wird, eine lineare Beziehung zwischen Druck und Dehnung erreicht wird;
- .9 nach dem mechanischen Spannungsabbau sind Zonen hoher Spannungsspitzen in Bereichen geometrischer Unstetigkeiten, wie beispielsweise Stützen und andere Öffnungen, auf Risse nach dem Magnetpulver- oder Farbeindringverfahren zu untersuchen. Insofern sind Platten mit einer Dicke von mehr als 30 mm besonders zu beachten;
- .10 Stähle, deren Verhältnis Streckgrenze zu Bruchfestigkeit über 0,8 liegt, dürfen generell nicht mechanisch spannungsfrei gemacht werden. Wenn jedoch die Streckgrenze durch ein Verfahren erhöht wird, das eine hohe Zähigkeit des Stahls erbringt, können nach Abwägung im Einzelfall geringfügig höhere Verhältniswerte anerkannt werden;
- .11 ein mechanischer Spannungsabbau kann nicht durch Wärmebehandlung kalt verformter Tankteile ersetzt werden, wenn der Grad der Kaltverformung den Grenzwert überschreitet, oberhalb dessen eine Wärmebehandlung vorgeschrieben ist;
- .12 die Manteldicke und die Dicke der Böden des Tanks darf 40 mm nicht überschreiten. Größere Dicken können für die Teile anerkannt werden, die thermisch entspannt werden;
- .13 es müssen Vorkehrungen gegen örtliches Beulen getroffen werden, besonders bei Verwendung von Klöpperböden für Tanks und Dome; und
- .14 das Verfahren für einen mechanischen Spannungsabbau muss einer anerkannten Norm entsprechen.

### 6.6.3 *Zweite Barrieren*

Während der Konstruktion müssen die Anforderungen für Prüfung und Sichtkontrolle von zweiten Barrieren von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation zugelassen oder genehmigt sein (siehe Absätze 4.6.2.5 und 4.6.2.6).

### 6.6.4 *Semi-Membrantanks*

Bei Semi-Membrantanks gelten die zutreffenden Anforderungen in Abschnitt 6.6 für unabhängige Tanks oder Membrantanks, soweit anwendbar.

### 6.6.5 *Membrantanks*

Das Qualitätssicherungs-/Qualitätskontrollprogramm muss eine ständige Übereinstimmung mit der Schweißverfahrensprüfung, den Entwurfseinzelheiten, den Werkstoffen, der Konstruktion, der Sichtprüfung und der Fertigungsprüfung der Komponenten sicherstellen. Diese Normen und Verfahren sind während des Prototyp-Prüfprogramms zu entwickeln.

## 6.7 Nichtmetallische Werkstoffe

### 6.7.1 *Allgemeines*

Die Angaben im beigefügten Anhang 4 gelten als Anleitung für die Auswahl und die Verwendung dieser Werkstoffe; sie basieren auf den bisherigen Erfahrungen.

## KAPITEL 7

### DRUCK- UND TEMPERATURREGELUNG DER LADUNG

#### *Zielsetzung*

*Aufrechterhaltung des Ladetank-Drucks und der Ladetank-Temperatur innerhalb der Auslegungsgrenzwerte des Ladungsbehältersystems und/oder der Beförderungsbedingungen der Ladung.*

#### 7.1 Maßnahmen der Regelung

7.1.1 Mit Ausnahme von Tanks, die so ausgelegt sind, dass sie dem vollen Dampfdruck der Ladung unter den Bedingungen der oberen Entwurfswerte der Umgebungstemperaturen widerstehen, müssen der Druck und die Temperatur der Ladetanks jederzeit innerhalb ihres Auslegungsbereichs durch entweder eine oder eine Kombination der folgenden Maßnahmen aufrechterhalten werden:

- .1 Rückverflüssigung der Ladungsdämpfe,
- .2 thermische Oxidation der Dämpfe,
- .3 Druckanstieg, und
- .4 Kühlung der flüssigen Ladung.

7.1.2 Soweit nach Kapitel 17 erforderlich, muss das Ladungsbehältersystem bei bestimmten Ladungen in der Lage sein, dem vollen Dampfdruck der Ladung unter den Bedingungen der oberen Entwurfswerte der Umgebungstemperaturen standzuhalten, und zwar unabhängig von jedem vorgesehenen System, das mit ausdampfendem Gas arbeitet.

7.1.3 Eine Belüftung der Ladung, um Druck und Temperatur der Ladetanks aufrechtzuerhalten, ist außer in Notfällen nicht zulässig. Die Verwaltung kann gestatten, dass die Druck- und Temperaturregelung bestimmter Ladungen durch Abblasen von Ladungsdämpfen in die Atmosphäre auf See erfolgen kann. Dieses kann auch im Hafen mit Genehmigung der Hafenverwaltung gestattet werden.



### 7.2 Auslegung der Systeme

Für den Normalbetrieb sind folgende obere Entwurfswerte der Umgebungstemperatur anzusetzen:

- Seewasser: 32 °C
- Luft: 45 °C

Für den Betrieb in besonders warmen oder kalten Zonen sind diese Entwurfstemperaturen entsprechend den Anforderungen der Verwaltung zu erhöhen oder herabzusetzen. Die Gesamtleistung des Systems muss so ausgelegt sein, dass es den Druck innerhalb der Entwurfsanforderungen ohne Entlüftung in die Atmosphäre regeln kann.

### 7.3 Rückverflüssigung von Ladungsdämpfen

#### 7.3.1 Allgemeines

Das Rückverflüssigungssystem kann nach einer der folgenden Methoden gestaltet sein:

- .1 Einem direkten System, bei dem die verdampfte Ladung verdichtet, kondensiert und den Ladetanks wieder zugeführt wird;
- .2 einem indirekten System, bei dem Ladung oder verdampfte Ladung durch ein Kältemittel gekühlt oder kondensiert wird, ohne verdichtet zu werden;
- .3 einem kombinierten System, bei dem verdampfte Ladung verdichtet und in einem Ladungs-/Kältemittelwärmetauscher kondensiert wird und den Ladetanks wieder zugeführt wird; und
- .4 wenn das Rückverflüssigungssystem einen Rückstandsstrom erzeugt, der während des Druckregelungsvorgangs innerhalb der Entwurfsanforderungen Methan enthält, sind diese Rückstandsgase, soweit wie praktisch durchführbar, ohne Entlüftung in die Atmosphäre zu entsorgen.

Anmerkung:

Die Anforderungen der Kapitel 17 und 19 können die Verwendung eines oder mehrerer dieser Systeme ausschließen oder können die Verwendung eines bestimmten Systems vorgeben.

#### 7.3.2 Verträglichkeit

Kältemittel, die für eine Rückverflüssigung verwendet werden, müssen mit der Ladung verträglich sein, mit der sie in Kontakt kommen können. Außerdem müssen die Kältemittel miteinander verträglich sein, wenn mehrere Kältemittel eingesetzt werden und in Kontakt kommen können.

### 7.4 Thermische Oxidation von Dämpfen

#### 7.4.1 Allgemeines

Die Aufrechterhaltung des Ladetank-Drucks und der Ladetank-Temperatur durch thermische Oxidation von Ladungsdämpfen, wie in Absatz 1.2.52 und Abschnitt 16.2 definiert, darf nur für

LNG-Ladungen gestattet werden. Im Allgemeinen gilt:

- .1 Thermische Oxidationsanlagen dürfen keine außen sichtbare Flamme zeigen und müssen die Abgastemperatur im Abzugsschacht unterhalb von 535 °C halten;
- .2 die Einrichtung von Räumen, in denen sich Oxidationsanlagen befinden, muss Abschnitt 16.3 entsprechen, und Versorgungssysteme müssen Abschnitt 16.4 entsprechen; und
- .3 wenn von anderen Systemen kommende Abgase zu verbrennen sind, muss die Oxidationsanlage so ausgelegt sein, dass alle voraussichtlichen Zusammensetzungen der zugeführten Gase aufgenommen werden.

#### 7.4.2 *Thermische Oxidationsanlagen*

Thermische Oxidationsanlagen müssen folgendes erfüllen:

- .1 Jede thermische Oxidationsanlage muss einen eigenen Abzugsschacht haben;
- .2 jede thermische Oxidationsanlage muss ein zweckbestimmtes Druckgebläse haben; und
- .3 Feuerräume und Abzugsschächte der thermischen Oxidationsanlagen müssen so gebaut sein, dass jede Ansammlung von Gas verhindert wird.

#### 7.4.3 *Brenner*

Brenner müssen so gebaut sein, dass unter allen vorgesehenen Feuerungszuständen eine stabile Verbrennung aufrechterhalten wird.

#### 7.4.4 *Sicherheit*

7.4.4.1 Es müssen geeignete Vorrichtungen installiert und angeordnet sein, um sicherzustellen, dass der Gasstrom zum Brenner unterbrochen wird, wenn eine ausreichende Zündung nicht vorhanden ist und aufrechterhalten werden kann.

7.4.4.2 Jede Oxidationsanlage muss eine Einrichtung zur manuellen Abschaltung seiner Brenngaszufuhr von einer sicher zugänglichen Stelle aus haben.

7.4.4.3 Es müssen Vorrichtungen für eine selbsttätige Spülung der Gaszuführungsleitungen zu den Brennern mit einem Inertgas nach dem Verlöschen dieser Brenner vorhanden sein.

7.4.4.4 Im Fall eines Flammenausfalls aller in Betrieb befindlichen Brenner für Gas oder Öl oder eine Kombination von beiden müssen die Feuerräume der Oxidationsanlage automatisch vor Wiederaufstart der Brenner gespült werden.

7.4.4.5 Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, mit denen der Feuerraum per Hand gespült werden kann.

#### 7.5 *Druckanstiegs-Systeme*

Die Isolierung des Ladungsbehältersystems, der Entwurfsdruck oder beide müssen ausreichend sein, um eine angemessene Spanne für die Betriebszeit und die vorhandenen Temperaturen zu

gewährleisten. Es ist kein zusätzliches Druck- und Temperatur-Regelungssystem erforderlich. Die Bedingungen für eine Genehmigung sind in das Internationale Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut nach Abschnitt 1.4.4 einzutragen.

### 7.6 Kühlung der flüssigen Ladung

Die Massengut-Ladungsflüssigkeit kann mit einem Kühlmittel gekühlt werden, das durch Rohrschlangen zirkuliert, die entweder innerhalb des Ladetanks oder auf der äußeren Seite des Ladetanks befestigt sind.

### 7.7 Ladungs-Trennung

Werden zwei oder mehrere Ladungen, die chemisch gefährlich miteinander reagieren können, gleichzeitig befördert, müssen für jede Ladung getrennte Systeme entsprechend Absatz 1.2.47 vorhanden sein, von denen jedes die Verfügbarkeits-Kriterien entsprechend Abschnitt 7.8 erfüllt. Bei gleichzeitiger Beförderung von zwei oder mehreren Ladungen, die nicht miteinander reagieren, aber bei denen wegen der Eigenschaften ihrer Dämpfe getrennte Systeme erforderlich sind, kann die Trennung mittels Absperrventilen erfolgen.

### 7.8 Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit des Systems und seiner unterstützenden Hilfseinrichtungen müssen so ausgelegt sein, dass

- .1 im Fall eines einzigen Defektes einer mechanischen nichtstatischen Komponente oder einer Komponente der Regelungssysteme der Druck und die Temperatur der Ladetanks innerhalb ihres Auslegungsbereichs ohne Beeinträchtigung anderer wesentlicher Einrichtungen aufrechterhalten werden können;
- .2 redundante Rohrleitungssysteme nicht erforderlich sind;
- .3 Wärmetauscher, die für die Aufrechterhaltung des Drucks und der Temperatur der Ladetanks innerhalb ihres Auslegungsbereichs allein erforderlich sind, einen Bereitschafts-Wärmetauscher haben müssen, außer wenn sie eine Leistung von mehr als 25 v. H. der größten erforderlichen Leistung für die Druckregelung haben, und wenn sie an Bord ohne Hilfsmittel von außen repariert werden können. Wenn ein zusätzliches und unabhängiges System zur Druck- und Temperaturregelung des Ladetanks eingebaut ist, das nicht von dem einzigen Wärmetauscher abhängig ist, dann ist ein Bereitschafts-Wärmetauscher nicht erforderlich; und
- .4 für jedes Wärme- oder Kühlmittel der Ladung Vorkehrungen getroffen werden, um die Leckage von giftigen oder entzündbaren Dämpfen in einen sonst ungefährlichen Bereich oder über Bord entsprechend Abschnitt 13.6 aufzuspüren. Jeder Entlüftungsausstritt von dieser Leck-Aufspüreinrichtung muss zu einem ungefährlichen Bereich führen und mit einem Flammensieb ausgerüstet sein.

## KAPITEL 8

### ABBLASESYSTEME FÜR DAS LADUNGSBEHÄLTERSYSTEM

#### **Zielsetzung**

*Schutz des Ladungsbehältersystems vor gefährlichem Überdruck oder Unterdruck zu jeder Zeit.*

#### **8.1 Allgemeines**

Alle Ladetanks müssen entsprechend der Bauart des Ladungsbehältersystems und der beförderten Ladung mit einem Druckentlastungssystem versehen sein. Laderäume und Zwischenbarrierenräume, die Drücken von mehr als den Entwurfswerten ausgesetzt sein können, müssen ebenfalls mit einem geeigneten Druckentlastungssystem ausgerüstet sein. Die in Kapitel 7 angegebenen Druckregelungssysteme müssen von den Druckentlastungssystemen unabhängig sein.

#### **8.2 Druckentlastungssysteme**

8.2.1 Ladetanks einschließlich Decktanks müssen mit mindestens zwei Sicherheitsventilen ausgerüstet sein, von denen jedes von gleicher Größe innerhalb der Toleranzen des Herstellers ist und dessen Auslegung und Bauart für den vorgesehenen Betrieb geeignet sind.

8.2.2 Zwischenbarrierenräume müssen mit Druckentlastungseinrichtungen ausgerüstet sein<sup>8</sup>. Für Membransysteme hat der Konstrukteur eine ausreichende Dimensionierung der Sicherheitsventile der Zwischenbarrierenräume nachzuweisen.

8.2.3 Der Einstelldruck der Sicherheitsventile darf nicht größer sein als der Dampfdruck, der bei der Tankbemessung zugrunde gelegt wurde. Werden jedoch zwei oder mehr Sicherheitsventile eingebaut, können Ventile von nicht mehr als 50 v. H. der gesamten Abblaseleistung auf einen Druck von bis zu 5 v. H. oberhalb MARVS eingestellt werden, um ein sequenzielles Anheben zu ermöglichen und dadurch eine unnötige Freisetzung von Dampf zu minimieren.

8.2.4 Die folgenden Temperaturanforderungen gelten für Sicherheitsventile, die in Druckentlastungssysteme eingebaut sind:

- .1 Die Sicherheitsventile von Ladetanks, deren Entwurfstemperatur unter 0 °C liegt, sind so zu konstruieren und anzuordnen, dass sie nicht infolge Eisbildung ihre Funktionsfähigkeit verlieren;
- .2 die Auswirkungen der Eisbildung aufgrund von Umgebungstemperaturen sind bei der Bauart und der Anordnung der Sicherheitsventile zu berücksichtigen;
- .3 die Sicherheitsventile müssen aus Werkstoffen mit einem Schmelzpunkt über 925 °C hergestellt sein. Werkstoffe mit niedrigerem Schmelzpunkt können für innere Bauteile und Dichtungen anerkannt werden, vorausgesetzt, dass die betriebssichere Funktion des Sicherheitsventils nicht beeinträchtigt wird, und
- .4 Mess- und Abblaseleitungen von pilotgesteuerten Sicherheitsventilen müssen von geeigneter robuster Bauart sein, um Beschädigungen zu vermeiden.

<sup>8</sup> Auf die IACS Einheitliche Interpretation GC9 mit dem Titel „Guidance for sizing pressure relief systems for interbarrier spaces“, 1988, wird verwiesen.

### 8.2.5 Ventilprüfung

8.2.5.1 Sicherheitsventile müssen typgeprüft sein. Die Typprüfungen müssen folgendes umfassen:

- .1 Nachprüfung der Abblaseleistung,
- .2 Tieftemperaturprüfung, wenn bei Entwurfstemperaturen unter -55 °C in Betrieb,
- .3 Prüfung der Sitz-Dichtheit, und
- .4 druckführende Teile sind einer Druckprüfung mit mindestens dem 1,5-fachen Entwurfsdruck zu unterziehen.

Sicherheitsventile sind in Übereinstimmung mit anerkannten Normen zu prüfen<sup>9</sup>.

8.2.5.2 Jedes Sicherheitsventil ist zu prüfen, um sicherzustellen, dass

- .1 es bei dem vorgeschriebenen Einstelldruck mit einer Toleranz von nicht mehr als  $\pm 10\%$  für Drücke von 0 bis 0,15 MPa,  $\pm 6\%$  für Drücke von 0,15 bis 0,3 MPa,  $\pm 3\%$  für Drücke von 0,3 MPa und darüber öffnet,
- .2 die Sitz-Dichtheit akzeptierbar ist, und
- .3 die druckführenden Teile mindestens dem 1,5-fachen Entwurfsdruck widerstehen.

8.2.6 Sicherheitsventile müssen von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation eingestellt und verplombt werden, und es ist ein Bericht darüber einschließlich der Angabe der Einstelldrücke der Ventile an Bord des Schiffes mitzuführen.

8.2.7 In den folgenden Fällen kann für Ladetanks mehr als ein Einstelldruck der Sicherheitsventile zugelassen werden:

- .1 Einbau von zwei oder mehr ordnungsgemäß eingestellten und verplombten Sicherheitsventilen, wobei im notwendigen Umfang für die nicht in Betrieb befindlichen Ventile vom Ladetank Absperrrichtungen einzubauen sind, oder
- .2 Einbau von Sicherheitsventilen, deren Einstelldrücke durch die Verwendung einer vorher zugelassenen Vorrichtung verändert werden können, die keine Druckprüfung zur Bestätigung des neuen Einstelldruckes erfordert. Alle anderen Ventiljustierungen müssen verplombt sein.

---

<sup>9</sup> ISO 21013-1:2008 – Cryogenic vessels – Pressure-relief accessories for cryogenic service – part 1: Recloseable pressure-relief valves, und  
ISO 4126-1:2013 – Safety devices for protection against excessive pressure -- Part 1: Safety valves,  
ISO 4126-4:2013 – Safety devices for protection against excessive pressure -- Part 4: Pilot operated safety valves  
(DIN EN ISO 4126-1:2013-12 - Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck - Teil 1:  
Sicherheitsventile (ISO 4126-1:2013); Deutsche Fassung EN ISO 4126-1:2013  
DIN EN ISO 4126-4:2013-12 - Sicherheitseinrichtungen gegen unzulässigen Überdruck - Teil 4: Pilotgesteuerte Sicherheitsventile  
(ISO 4126-4:2013); Deutsche Fassung EN ISO 4126-4:2013)

8.2.8 Die Änderung des Einstelldruckes nach den Vorschriften des Absatzes 8.2.7 und der zugehörigen Neueinstellung des Alarms nach Absatz 13.4.2 sind unter Aufsicht des Kapitäns in Übereinstimmung mit genehmigten Verfahren, die im Betriebshandbuch des Schiffes festgelegt sind, vorzunehmen. Änderungen der Einstelldrücke müssen in das Logbuch des Schiffes eingetragen werden, und im Ladekontrollraum, falls vorhanden, und an jedem Sicherheitsventil ist ein Hinweis anzubringen, der den Einstelldruck angibt bzw. anzeigt.

8.2.9 Im Fall des Versagens eines am Ladetank installierten Sicherheitsventils muss eine sichere Nottrenneinrichtung verfügbar sein:

- .1 Es sind Maßnahmen vorzusehen und in das Ladungsbetriebs-Handbuch aufzunehmen (siehe Abschnitt 18.2).
- .2 Die Maßnahmen dürfen zulassen, dass nur ein einziges der am Ladetank installierten Sicherheitsventile getrennt wird.
- .3 Die Trennung des Sicherheitsventils ist unter Aufsicht des Kapitäns vorzunehmen. Dieser Vorgang ist in das Logbuch des Schiffes einzutragen, und im Ladekontrollraum, falls vorhanden, und am Sicherheitsventil ist ein Hinweis anzubringen.
- .4 Der Tank darf nicht beladen werden, bis die vollständige Abblaseleistung wiederhergestellt ist.

8.2.10 Jedes auf einem Ladetank installierte Sicherheitsventil muss an ein Abblasesystem angeschlossen sein, das

- .1 so gebaut ist, dass die Ausströmung am Austritt ungehindert und senkrecht nach oben gerichtet erfolgt,
- .2 so angeordnet ist, dass die Möglichkeit des Eindringens von Wasser und Schnee in das Abblasesystem minimiert wird,
- .3 so angeordnet ist, dass die Höhe der Ventilaustritte über dem Wetterdeck nicht kleiner ist als der größere der beiden Werte  $B/3$  oder 6 m, und
- .4 sich 6 m über Arbeitsbereichen und Laufbrücken befindet.

8.2.11.1 Die Austrittsöffnungen der Abblaseleitungen der Ladungs-Sicherheitsventile müssen in einem Abstand, der mindestens dem kleineren der beiden Werte  $B$  oder 25 m entspricht, von der nächsten Lufteintrittsöffnung, Austrittsöffnung oder Öffnung zu Unterkunftsräumen, Wirtschaftsräumen, Kontrollstationen oder zu anderen ungefährdeten Bereichen angeordnet sein. Für Schiffe mit einer Länge von weniger als 90 m können kleinere Abstände genehmigt werden.

8.2.11.2 Alle anderen mit dem Ladungsbehältersystem verbundenen Austrittsöffnungen der Abblaseleitungen müssen mindestens in einem Abstand von 10 m von der nächsten Lufteintrittsöffnung, Austrittsöffnung oder Öffnung zu Unterkunftsräumen, Wirtschaftsräumen, Kontrollstationen oder zu anderen ungefährdeten Bereichen angeordnet sein.

8.2.12 Alle sonstigen nicht in anderen Kapiteln behandelten Ladungs-Entlüftungsöffnungen sind entsprechend den Absätzen 8.2.10, 8.2.11.1 und 8.2.11.2 anzuordnen. Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die einen Flüssigkeitsüberlauf aus Austrittsöffnungen des Abblasemastes infolge hydrostatischen Drucks aus Räumen, mit denen sie verbunden sind, verhindern.

8.2.13 Wenn Ladungen, die in gefährlicher Weise aufeinander reagieren, gleichzeitig befördert werden, muss für jede Ladung ein getrenntes Druckentlastungssystem vorgesehen sein.

8.2.14 Im Abblaseleitungssystem müssen an Stellen, an denen sich Flüssigkeit ansammeln kann, Einrichtungen zum Abführen der Flüssigkeit vorhanden sein. Die Sicherheitsventile und die Rohrleitungen müssen so angeordnet sein, dass sich unter keinen Umständen Flüssigkeit in den Sicherheitsventilen oder in ihrer Nähe ansammeln kann.

8.2.15 An den Austrittsöffnungen der Abblaseleitungen müssen geeignete Schutzsiebe mit einer quadratischen Maschenweite von nicht mehr als 13 mm eingebaut sein, um das Eindringen von Fremdkörpern zu verhindern, ohne die Durchströmung nachteilig zu beeinflussen. Andere Anforderungen für Schutzsiebe gelten, wenn besondere Ladungen befördert werden (siehe Abschnitte 17.9 und 17.21).

8.2.16 Alle Abblaseleitungen müssen so bemessen und angeordnet sein, dass sie durch Temperaturschwankungen, denen sie ausgesetzt sein können, Belastungen infolge Durchströmung oder durch Schiffsbewegungen nicht beschädigt werden können.

8.2.17 Die Sicherheitsventile müssen am höchsten über Deck liegenden Teil des Ladetanks angebracht sein. Die Sicherheitsventile müssen auf dem Ladetank so angeordnet sein, dass sie bei der in Kapitel 15 definierten Füllgrenze (FL) in der Dampfphase verbleiben, wenn die Krängung 15° und der Trimm 0,015 L beträgt, wobei L der Begriffsbestimmung des Absatzes 1.2.31 entspricht.

8.2.18 Die Eignung des Abblasesystems von Tanks, die entsprechend Absatz 15.5.2 beladen werden, ist unter Berücksichtigung der von der Organisation<sup>10</sup> entwickelten Empfehlungen von der Verwaltung nachzuweisen. Ein entsprechendes Zeugnis ist dauernd an Bord des Schiffes mitzuführen. Im Sinne dieses Absatzes bedeutet Abblasesystem:

- .1 Der Tankauslass und die Rohrleitung zum Sicherheitsventil,
- .2 das Sicherheitsventil, und
- .3 die Rohrleitungen von den Sicherheitsventilen bis zum Ort des Austritts in die Atmosphäre einschließlich aller Zwischenverbindungen und Rohrleitungen, die andere Tanks verbinden.

### 8.3 Schutzsystem gegen Unterdruck

8.3.1 Ladetanks, die nicht dafür ausgelegt sind, einem maximalen äußeren Differenzdruck von 0,025 MPa standzuhalten oder Tanks, die nicht dem maximalen äußeren Differenzdruck standhalten können, der bei den größten Entladungsraten ohne Dampfrückleitung in die Ladetanks, bei Betrieb eines Ladungskühlsystems oder bei thermischer Oxidation erreicht werden kann, müssen mit folgenden Einrichtungen versehen sein:

- .1 Zwei voneinander unabhängige Druckschalter, die sequenziell einen Alarm auslösen und anschließend alle Saugleitungen von Ladungsflüssigkeit oder -dampf aus dem Ladetank und die Kühleinrichtungen, falls vorhanden, durch geeignete Einrichtungen bei einem Druck, der ausreichend unter dem größten Entwurfswert des äußeren Differenzdruckes liegt, absperren bzw. abschalten; oder

---

<sup>10</sup> Auf die „Guidelines for the evaluation of the adequacy of type C tank vent systems (resolution A.829(19))“ wird verwiesen.

- .2 Unterdruckbegrenzungsventile mit einer Gas-Durchflussleistung, die mindestens der größten Ladungs-Entladerate je Ladetank entspricht, und die so eingestellt sind, dass sie bei einem Druck öffnen, der ausreichend unter dem Entwurfswert des äußeren Differenzdruckes liegt.

8.3.2 Vorbehaltlich der Anforderungen in Kapitel 17 müssen Unterdruckbegrenzungsventile das Zuströmen von Inertgas, Ladungsdampf oder Luft in den Ladetank zulassen und so angeordnet sein, dass die Möglichkeit des Eintretens von Wasser oder Schnee minimiert wird. Falls Ladungsdampf zugelassen ist, muss dieser aus einer anderen Quelle als den Rohrleitungen für Ladungsdämpfe kommen.

8.3.3 Das Schutzsystem gegen Unterdruck muss geprüft werden können, um sicherzustellen, dass es bei dem vorgeschriebenen Druck arbeitet.

## 8.4 Bemessung des Druckentlastungssystems

### 8.4.1 Bemessung der Druckentlastungsventile

Für jeden Ladetank müssen die Sicherheitsventile eine gemeinsame Abblaseleistung haben, um die größere der folgenden Mengen abzublasen, ohne dass dabei der Druck im Ladetank um mehr als 20 % über MARVS ansteigt:

8.4.1.1 Die größte Fördermenge des Ladetank-Inertisierungssystems, sofern der größte erreichbare Betriebsdruck des Ladetank-Inertisierungssystems den MARVS der Ladetanks überschreitet; oder

8.4.1.2 Die Dampfmengen, die bei Brandeinwirkung erzeugt werden, sind unter Verwendung der folgenden Formel zu berechnen:

$$Q = F G A^{0,82} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

Dabei sind:

$Q$  = erforderlicher Mindestwert der Abblaseleistung für Luft unter Normbedingungen von 273,15 Kelvin (K) und 0,1013 MPa,

$F$  = Brandeinwirkungsfaktor für verschiedene Ladetanktypen wie folgt:

- 1,0 für nicht isolierte, auf dem Deck angeordnete Tanks;
- 0,5 für an Deck angeordnete Tanks mit von der Verwaltung zugelassener Isolierung. Die Zulassung basiert auf der Verwendung von feuerbeständigem Werkstoff, der thermischen Leitfähigkeit der Isolierung und ihrer Festigkeit unter Brandeinwirkung;
- 0,5 für nicht isolierte unabhängige Tanks, in Laderäumen angeordnet;
- 0,2 für isolierte unabhängige Tanks in Laderäumen (oder für nicht isolierte unabhängige Tanks in isolierten Laderäumen);
- 0,1 für isolierte unabhängige Tanks in inertisierten Laderäumen (oder für nicht isolierte unabhängige Tanks in inertisierten isolierten Laderäumen);
- 0,1 für Membran- und Semi-Membrantanks.



Für unabhängige Tanks, die teilweise über das Wetterdeck hinausragen, ist der Brandeinwirkungsfaktor nach dem Verhältnis der über und unter Deck liegenden Tankoberflächen zu bestimmen.

$G$  = Gasfaktor nach der Formel:

$$G = \frac{12,4}{LD} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

mit

$T$  = Temperatur in Grad Kelvin bei Abblasebedingungen, d. h. bei 120 v. H. des Druckes, auf den das Sicherheitsventil eingestellt ist;

$L$  = Verdampfungswärme des Stoffes, der unter Abblasebedingungen verdampft wird, in kJ/kg;

$D$  = eine Konstante, die auf dem Verhältnis der spezifischen Wärmen  $k$  basiert und wie folgt berechnet wird:

$$D = \sqrt{k \left( \frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

Dabei ist:

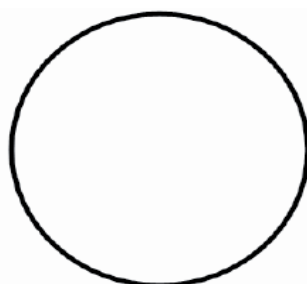
$k$  = Isentropenkoeffizient unter Abblasebedingungen, und dessen Wert zwischen 1,0 und 2,2 liegt. Wenn  $k$  nicht bekannt ist, ist  $D = 0,606$  zu setzen.

$Z$  = Kompressibilitätsfaktor des Gases bei Abblasebedingungen. Wenn  $Z$  nicht bekannt ist, ist  $Z = 1,0$  zu setzen; und

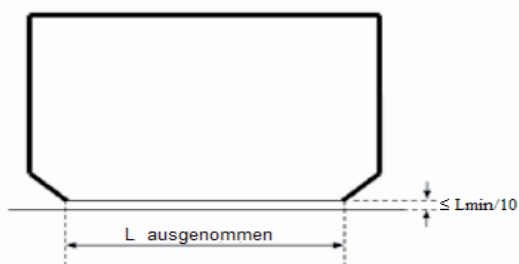
$M$  = Molekülmasse des Stoffes.

Von jeder zu befördernden Ladung ist der Gasfaktor zu bestimmen, und für die Bemessung von Sicherheitsventilen ist der größte Wert zu verwenden.

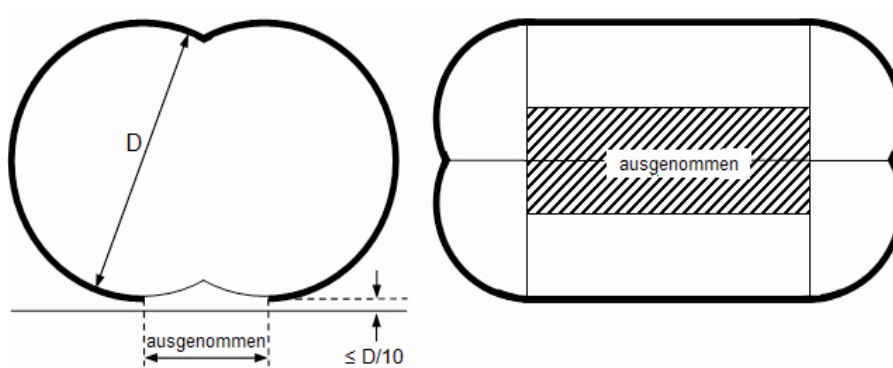
$A$  = äußere Tankoberfläche (m<sup>2</sup>), wie in Absatz 1.2.14 definiert, für verschiedene in Abbildung 8.1 dargestellte Tanktypen.



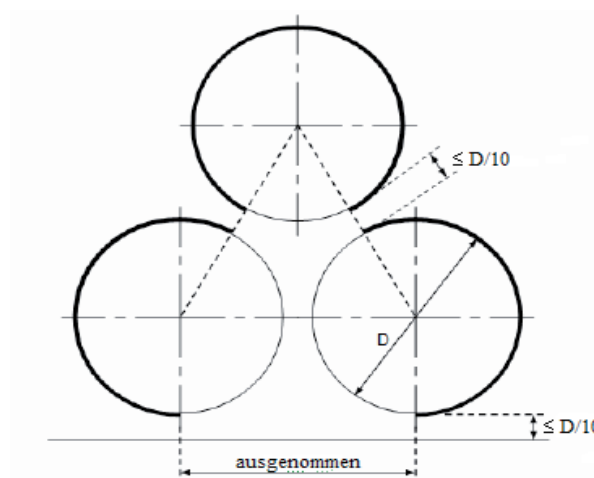
Zylindrische Tanks mit kugelförmig gewölbten Böden, Kalottenböden oder halb-ellipsenförmigen Böden oder kugelförmige Tanks



Prismatische Tanks



Bilobe Tanks



Anordnung horizontaler zylindrischer Tanks

**Abbildung 8.1**

8.4.1.3 Der erforderliche Massenstrom der Luft bei Abblasebedingungen wird durch die folgende Formel bestimmt:

$$M_{Luft} = Q \rho_{Luft} \quad (\text{kg/s}),$$

Dabei ist:

$$\text{Luftdichte } (\rho_{Luft}) = 1,293 \text{ kg/m}^3 \text{ (Luft bei 273,15 K, 0,1013 MPa).}$$

### 8.4.2 *Bemessung des Abblase-Rohrleitungssystems*

Die Druckverluste im Zustrom und Abstrom der Sicherheitsventile sind zu berücksichtigen, wenn ihre Größe bestimmt wird, um die nach Absatz 8.4.1 vorgeschriebene Durchflussleistung zu gewährleisten.

#### 8.4.3 *Druckverluste im Zustrom*

8.4.3.1 Der Druckabfall in der Abblaseleitung vom Tank bis zum Eintritt in das Sicherheitsventil darf 3% des Ventil-Einstelldruckes bei der berechneten Durchflussmenge entsprechend Absatz 8.4.1 nicht übersteigen.

8.4.3.2 Pilotgesteuerte Sicherheitsventile müssen sicher gegen Druckverluste in der Eingangsleitung sein, wenn die Pilotsteuerung ihre Abfrage direkt vom Tankdom erhält.

8.4.3.3 Druckverluste in ferngesteuerten, flüssigkeitsbeaufschlagten Pilotsteuerleitungen müssen beachtet werden.

#### 8.4.4 *Druckverluste im Abstrom*

8.4.4.1 Sind gemeinsame Lüfterköpfe und Lüftungsmasten eingebaut, müssen die Berechnungen den Durchfluss aller angeschlossenen Sicherheitsventile berücksichtigen.

8.4.4.2 Der aufgebaute Gegendruck in der Abblaseleitung vom Austritt des Sicherheitsventils bis zu der Stelle, an der in die Atmosphäre abgeblasen wird, einschließlich etwaiger Abblaseleitungs-Verbindungen, die zu anderen Tanks führen, darf die folgenden Werte nicht überschreiten:

- .1 Für nicht druckausgeglichene Sicherheitsventile: 10% des MARVS,
- .2 für druckausgeglichene Sicherheitsventile: 30% des MARVS, und
- .3 für pilotgesteuerte Sicherheitsventile: 50% des MARVS.

Vom Hersteller des Sicherheitsventils vorgesehene alternative Werte können anerkannt werden.

8.4.5 Um einen stabilen Betrieb des Sicherheitsventils zu gewährleisten, darf das Abblasen nicht geringer sein als die Summe der Eintrittsdruckverluste und 0,02 des MARVS bei Nennleistung.

---

## KAPITEL 9

### ÜBERWACHUNG DER ATMOSPHÄRE IM LADUNGSBEHÄLTERSYSTEM

#### **Zielsetzung**

*Ermöglichung der Überwachung der Unversehrtheit des Behältersystems und Sicherstellung, dass die Atmosphäre innerhalb des Systems und der Laderäume in einem sicheren Zustand gehalten wird zu jeder Zeit, während das Schiff in Betrieb ist.*

#### **9.1 Überwachung der Atmosphäre im Ladungsbehältersystem**

9.1.1 Es muss ein Rohrleitungssystem vorhanden sein, mit dem jeder Ladetank sicher gasfrei gemacht und nach dem Zustand der Gasfreiheit mit Ladungsdämpfen sicher gefüllt werden kann. Das System muss so angeordnet sein, dass die Möglichkeit der Bildung von Gas- oder Luftansammlungen, die nach einem Atmosphärenwechsel zurückbleiben können, so gering wie möglich gehalten wird.

9.1.2 Für entzündbare Ladungen muss das System so beschaffen sein, dass die Möglichkeit des Vorhandenseins eines entzündbaren Gemisches im Ladetank während jeder Stufe des Vorganges des Atmosphärenwechsels durch Verwendung eines inertisierenden Mittels als Zwischenstufe ausgeschlossen wird.

9.1.3 Rohrleitungssysteme, die entzündbare Ladungen enthalten können, müssen die Absätze 9.1.1 und 9.1.2 erfüllen.

9.1.4 Jeder Ladetank und jedes Rohrleitungssystem muss mit einer ausreichenden Anzahl von Gas-Probenahmestellen ausgerüstet sein, um den Verlauf des Atmosphärenwechsels ausreichend überwachen zu können. Anschlüsse von Gas-Probenahmestellen müssen mit einem Einzelventil über dem Hauptdeck versehen sein, das mit einer geeigneten Kappe oder einem geeigneten Blindflansch verschlossen ist (siehe Absatz 5.6.5.5).

9.1.5 Inertgas, das für diese Vorgänge verwendet wird, kann von Land bezogen oder vom Schiff geliefert werden.

#### **9.2 Überwachung der Atmosphäre in Laderäumen (Ladungsbehältersysteme mit Ausnahme von unabhängigen Typ C-Tanks)**

9.2.1 Zwischenbarrierenräume und Laderäume mit zugehörigen Ladungsbehältersystemen für entzündbare Gase, die vollständige oder teilweise zweite Barrieren erfordern, müssen mit einem geeigneten trockenen Inertgas inertisiert und in einem inertisierten Zustand mit einem aufbereiteten Gas gehalten werden; das Gas wird entweder mit einem bordeigenen Inertgassystem erzeugt oder an Bord gespeichert, wobei die Speichermenge mindestens für einen normalen 30-tägigen Verbrauch ausreichend sein muss.

9.2.2 Als Alternative und vorbehaltlich der in Kapitel 17 festgelegten Einschränkungen können die in Absatz 9.2.1 genannten Räume, für die nur eine teilweise zweite Barriere erforderlich ist, mit trockener Luft gefüllt werden, vorausgesetzt, dass das Schiff eine gespeicherte Inertgas-Füllmenge mitführt oder mit einem Inertgas-Erzeugungssystem ausgerüstet ist, die ausreichen, um den größten dieser Räume zu inertisieren, und vorausgesetzt, dass die Bauform der Räume und die entsprechenden Gasspürsysteme zusammen mit der Leistungsfähigkeit der Inertisierungseinrichtungen sicherstellen, dass jede Leckage der Ladetanks schnell aufgespürt und eine

Inertisierung bewirkt wird, bevor sich ein gefährlicher Zustand entwickeln kann. Es muss eine Anlage zur Lieferung ausreichender trockener Luft von geeigneter Qualität vorhanden sein, die den erwarteten Bedarf decken kann.

9.2.3 Für nicht entzündbare Gase können die in den Absätzen 9.2.1 und 9.2.2 angegebenen Räume unter einer aus geeigneter trockener Luft oder aus Inertgas bestehenden Atmosphäre gehalten werden.

### **9.3 Überwachung der Atmosphäre von Räumen, die unabhängige Typ C-Tanks umgeben**

Räume, die Ladetanks umgeben, die keine zweiten Barrieren haben, sind mit geeignetem trockenem Inertgas oder trockener Luft zu füllen und in diesem Zustand durch aufbereitetes Inertgas, das mit einem bordeigenen Inertgassystem erzeugt wird, durch an Bord gespeichertes Inertgas oder durch trockene Luft, die an Bord mittels geeigneter Lufttrockner erzeugt wird, zu halten. Wenn die Ladung bei Umgebungstemperatur befördert wird, finden die Anforderungen für trockene Luft oder Inertgas keine Anwendung.

### **9.4 Inertisieren**

9.4.1 Inertisieren bezeichnet den Vorgang, durch den eine nicht entflammbare Atmosphäre erzeugt wird. Die Inertgase müssen chemisch und verfahrensmäßig bei allen Temperaturen, die in den Räumen und in der Ladung voraussichtlich auftreten werden, verträglich sein. Die Taupunkte der Gase sind zu berücksichtigen.

9.4.2 Wenn Inertgas auch für Brandbekämpfungszwecke (an Bord) gelagert wird, muss es in separaten Behältern mitgeführt werden und darf nicht für den Ladungsbetrieb verwendet werden.

9.4.3 Wenn Inertgas bei Temperaturen unter 0 °C entweder als Flüssigkeit oder als Gas gelagert wird, müssen die Lagerungs- und Verteilungseinrichtungen so beschaffen sein, dass die Temperatur der Schiffsverbände nicht unter die für sie festgelegten Grenzwerte absinken kann.

9.4.4 Für die beförderte Ladung müssen geeignete Einrichtungen vorhanden sein, die einen Rückstrom von Ladungsdämpfen in das Inertgassystem verhindern. Wenn sich solche Anlagen im Maschinenraum oder anderen Räumen außerhalb des Ladungsbereichs befinden, müssen in der Inertgashauptleitung im Ladungsbereich zwei Rückschlagventile oder gleichwertige Vorrichtungen und zusätzlich ein herausnehmbares Trennstück eingebaut sein. Wenn das Inertgassystem nicht in Betrieb ist, muss es vom Ladesystem im Ladungsbereich mit Ausnahme für Anschlüsse zu den Laderäumen und Zwischenbarrierenräumen getrennt werden.

9.4.5 Die Einrichtungen müssen so beschaffen sein, dass jeder inertisierte Raum abgesperrt werden kann, und die zur Überwachung des Druckes in diesen Räumen notwendigen Regelgeräte, Sicherheitsventile usw. müssen vorhanden sein.

9.4.6 Wenn Isolierräume ständig mit einem Inertgas als Teil eines Leck-Aufspürsystems versorgt werden, müssen Einrichtungen vorhanden sein, mit denen die Menge des Gases, mit dem die einzelnen Räume versorgt werden, überwacht wird.

### **9.5 Bordeigene Inertgaserzeugung**

9.5.1 Vorbehaltlich der besonderen Anforderungen des Kapitels 17 muss das System ein Inertgas erzeugen können, dessen Sauerstoffgehalt zu keinem Zeitpunkt mehr als 5 Volumenprozent beträgt. Ein ständig aufzeichnendes Sauerstoffmessgerät ist an die Inertgasleitung des Systems

anzuschließen; vorbehaltlich der Anforderungen des Kapitels 17 muss das Messgerät mit einem Alarmgeber ausgerüstet sein, der auf einen maximalen Sauerstoffgehalt von 5 Volumenprozent eingestellt ist.

9.5.2 Ein Inertgassystem muss Druckregelungs- und Überwachungseinrichtungen haben, die für das Ladungsbehältersystem zweckmäßig sind.

9.5.3 Räume, in denen sich Inertgaserzeuger befinden, dürfen keinen unmittelbaren Zugang zu Unterkunftsräumen, Wirtschaftsräumen oder Kontrollstationen haben, sie dürfen aber in Maschinenräumen angeordnet sein. Inertgasrohrleitungen dürfen nicht durch Unterkunftsräume, Wirtschaftsräume oder Kontrollstationen führen.

9.5.4 Anlagen, die Inertgas durch Verbrennung erzeugen, dürfen nicht im Ladungsbereich liegen. Die Anordnung von Inertgaserzeugern, die nach dem katalytischen Verbrennungsprozess arbeiten, bedarf einer besonderen Abwägung.

## KAPITEL 10

### ELEKTRISCHE ANLAGEN

#### **Zielsetzung**

*Sicherstellung, dass elektrische Anlagen so beschaffen sind, dass die Brand- und Explosionsgefahr infolge entzündbarer Stoffe auf ein Mindestmaß beschränkt ist und dass Stromerzeugung und elektrische Verteilersysteme in Bezug auf sichere Beförderung, Umschlag und Konditionierung von Ladungsflüssigkeit und Ladungsdämpfen verfügbar sind.*

#### **10.1 Begriffsbestimmungen**

Soweit nicht ausdrücklich etwas anderes bestimmt ist, gelten im Sinne dieses Kapitels die folgenden Begriffsbestimmungen:

10.1.1 *Gefährdeter Bereich* ist ein Bereich, in dem eine explosionsfähige Gasatmosphäre in einem solchen Umfang vorhanden ist oder erwartet werden kann, der besondere Vorsichtsmaßnahmen für die Konstruktion, die Installation und die Benutzung von elektrischen Betriebsmitteln erfordert<sup>11</sup>.

10.1.1.1 *Gefährdeter Bereich der Zone 0* ist ein Bereich, in dem eine explosionsfähige Gasatmosphäre ständig oder über lange Zeiträume vorhanden ist.

10.1.1.2 *Gefährdeter Bereich der Zone 1* ist ein Bereich, in dem das Auftreten einer explosionsfähigen Gasatmosphäre im Normalbetrieb wahrscheinlich ist.

10.1.1.3 *Gefährdeter Bereich der Zone 2* ist ein Bereich, in dem das Auftreten einer explosionsfähigen Gasatmosphäre im Normalbetrieb unwahrscheinlich ist, und falls sie auftritt, ist es wahrscheinlich, dass sie selten und nur über einen kurzen Zeitraum auftritt.

<sup>11</sup> Beispiele für die Zoneneinteilung gefährdeter Bereich können in der Veröffentlichung der Internationalen Elektrotechnischen Kommission IEC 60092-502:1999 - Electrical Installation in Ships – Part 502: Tankers – Special features – gefunden werden.

10.1.2 *Nichtgefährdeter Bereich* ist ein Bereich, in dem das Vorhandensein einer explosionsfähigen Gasatmosphäre nicht in einem Umfang zu erwarten ist, der besondere Vorsichtsmaßnahmen für die Konstruktion, die Installation und die Benutzung von elektrischen Betriebsmitteln erfordert.

### 10.2 Allgemeine Anforderungen

10.2.1 Elektrische Anlagen müssen so beschaffen sein, dass die Brand- und Explosionsgefahr infolge entzündbarer Stoffe auf ein Mindestmaß beschränkt ist.

10.2.2 Elektrische Anlagen müssen anerkannten Normen entsprechen<sup>12</sup>.

10.2.3 Elektrische Betriebsmittel oder Verkabelungen dürfen in gefährdeten Bereichen nicht installiert werden, sofern nicht für betriebswichtige Zwecke oder eine Erhöhung der Sicherheit erforderlich.

10.2.4 Sind elektrische Betriebsmittel in gefährdeten Bereichen entsprechend Absatz 10.2.3 installiert, müssen sie in Übereinstimmung mit Normen ausgewählt, installiert und gewartet werden, die nicht minderwertiger sind, als die von der Organisation anerkannten Normen. Betriebsmittel für gefährdete Bereiche müssen durch eine akkreditierte Prüfanstalt oder eine von der Verwaltung anerkannte benannte Stelle bewertet und zertifiziert oder gelistet. Die selbsttätige Trennung von nicht zertifizierten Betriebsmitteln beim Aufspüren eines entzündbaren Gases darf nicht als eine Alternative für die Verwendung von zertifizierten Betriebsmitteln anerkannt werden.

10.2.5 Um die Auswahl geeigneter elektrischer Betriebsmittel und die Ausführung geeigneter elektrischer Anlagen zu erleichtern, sind gefährdete Bereiche in Übereinstimmung mit anerkannten Normen in Zonen unterteilt.

10.2.6 Stromerzeugung und elektrische Verteilersysteme sowie zugehörige Regelungssysteme müssen so ausgelegt sein, dass ein einziger Defekt nicht den Verlust der Fähigkeit zur Folge hat, die Drücke der Ladetanks nach Absatz 7.8.1 und die Temperatur der Schiffsverbände nach Absatz 4.19.1.6 innerhalb der normalen Betriebsgrenzen aufrechtzuerhalten. Fehlerzustandsarten und Auswirkungen sind entsprechend einer Norm zu analysieren und zu dokumentieren, die nicht minderwertiger ist, als die von der Verwaltung anerkannte Norm<sup>13</sup>.

10.2.7 Die Beleuchtungsanlage in gefährdeten Bereichen ist auf mindestens zwei Teilstromkreise aufzuteilen. Sämtliche Schalter und Schutzeinrichtungen müssen allpolig abschalten und in einem nicht gefährdeten Bereich angeordnet sein.

10.2.8 Elektrische Geräte von Echolot- oder Log-Anlagen und Anoden oder Elektroden von kathodischen Fremdstrom-Korrosionsschutzanlagen müssen sich in gasdichten Gehäusen befinden.

10.2.9 Tauch-Ladepumpenmotoren und ihre Speisekabel können in Ladungsbehältersystemen installiert werden. Es sind Vorkehrungen zu treffen, damit im Falle eines niedrigen Flüssigkeitsstandes die Motoren selbsttätig abgeschaltet werden. Dies kann durch Erfassung eines niedrigen Pumpen-Entladedruckes, eines niedrigen Motorstromes oder eines niedrigen Flüssigkeits-

---

<sup>12</sup> Auf die von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission veröffentlichte Empfehlung, insbesondere die Veröffentlichung IEC 60092-502:1999, wird verwiesen.

<sup>13</sup> IEC 60812, Edition 2.0, 2006-01 "Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)"  
(DIN EN 60812 – Analysetechniken für die Funktionsfähigkeit von Systemen - Verfahren für die Fehlzustandsart- und -auswirkungsanalyse (FMEA) (IEC 60812:2006); Deutsche Fassung EN 60812:2006)

---

Füllstandes erreicht werden. Dieses Abschalten muss im Ladekontrollraum einen Alarm auslösen. Während des Gasfreimachens müssen die Ladepumpenmotoren von ihrer Stromversorgung getrennt werden können.

## KAPITEL 11

### BRANDSCHUTZ UND FEUERLÖSCHUNG

#### *Zielsetzung*

*Sicherstellung, dass geeignete Systeme vorhanden sind, um das Schiff und die Besatzung vor einem Brand im Ladungsbereich zu schützen.*

#### **11.1 Brandsicherheitsvorschriften**

11.1.1 Die Vorschriften für Tankschiffe in Kapitel II-2 des SOLAS-Übereinkommens gelten für dem Code unterliegende Schiffe unabhängig von der Bruttoreaumzahl einschließlich für Schiffe mit einer Bruttoreumzahl von weniger als 500, jedoch mit folgenden Ausnahmen:

- .1 Die Regeln 4.5.1.6 und 4.5.10 sind nicht anzuwenden.
- .2 die Regeln 10.4 und 10.5 sind insoweit anzuwenden, als sie auf Tankschiffe mit einer Bruttoreumzahl von 2000 und mehr anzuwenden wären.
- .3 die Regel 10.5.6 ist auf Schiffe mit einer Bruttoreumzahl von 2000 und mehr anzuwenden.
- .4 die folgenden Regeln des Kapitels II-2 des SOLAS-Übereinkommens sind nicht anzuwenden und werden durch Kapitel und Abschnitte bzw. Absätze des Codes wie folgt ersetzt:

Regel:	Ersetzt durch:
10.10	Abschnitt 11.6
4.5.1.1 und 4.5.1.2	Kapitel 3
4.5.5	relevante Absätze im Code
10.8	Abschnitte 11.3 und 11.4
10.9	Abschnitt 11.5
10.2	Absätze 11.2.1 bis 11.2.4

- .5 Die Regeln 13.3.4 und 13.4.3 sind auf Schiffe mit einer Bruttoreumzahl von 500 und mehr anzuwenden.

11.1.2 Sofern in den Kapiteln 10 und 16 nichts anderes bestimmt ist, dürfen Räume, in denen entzündbare Dämpfe auftreten können, keine Zündquellen enthalten.

11.1.3 Die Vorschriften dieses Kapitels gelten in Verbindung mit Kapitel 3.



11.1.4 Für Zwecke der Brandbekämpfung sind Bereiche des Wetterdecks über Kofferdämmen, Ballasttanks oder Leerräumen am hinteren Ende des hintersten Laderaums oder am vorderen Ende des vordersten Laderaums in den Ladungsbereich mit einzubeziehen.

### 11.2 Feuerlöschleitungen und Anschlussstutzen

11.2.1 Schiffe, die diesem Code unterliegende Stoffe befördern, müssen ungeachtet ihrer Größe den auf Frachtschiffe anwendbaren Vorschriften der Regel II-2/10.2 des SOLAS-Übereinkommens entsprechen; mit der Ausnahme jedoch, dass der geforderte Volumenstrom der Feuerlöschpumpe und die geforderten Durchmesser der Feuerlöschleitung und der Wasserversorgungsleitung nicht durch die Vorschriften der Regeln II-2/10.2.2.4.1 und II-2/10.2.1.3 begrenzt werden, wenn eine Feuerlöschpumpe zur Versorgung des Wassersprühsystems eingesetzt wird, wie es nach Absatz 11.3.3 des Codes zulässig ist. Der Volumenstrom dieser Feuerlöschpumpe muss so bemessen sein, dass diese Bereiche geschützt werden können, wenn gleichzeitig zwei Wasserstrahlen aus Feuerlöschschläuchen mit Strahlrohren von 19 mm Durchmesser bei einem Druck von mindestens 0,5 MPa abgegeben werden.

11.2.2 Die Anordnungen müssen so sein, dass jeder Teil des Decks im Ladungsbereich und die über Deck befindlichen Teile des Ladungsbehältersystems und der Tankabdeckungen mindestens mit zwei Wasserstrahlen erreicht werden können. Die erforderliche Anzahl von Schlauchanschlussstutzen muss so angeordnet sein, dass die vorstehenden Anordnungen eingehalten werden und die Anforderungen der Regeln II-2/10.2.1.5.1 und II-2/10.2.3.3 des SOLAS-Übereinkommens mit den in Regel II-2/10.2.3.1.1 angegebenen Schlauchlängen erfüllt sind. Zusätzlich müssen die Anforderungen der Regel II-2/10.2.1.6 bei einem Druck von mindestens 0,5 MPa eingehalten sein.

11.2.3 In jeder Querverbindung und in der Feuerlöschleitung bzw. den Feuerlöschleitungen sind an einer geschützten Stelle Absperrventile einzubauen, bevor der Ladungsbereich erreicht wird und in Abständen, die eine Absperrung eines einzelnen beschädigten Abschnittes der Feuerlöschleitung sicherstellen, so dass Absatz 11.2.2 unter Einsatz von nicht mehr als zwei Schlauchlängen vom nächsten Schlauchanschlussstutzen aus eingehalten werden kann. Die Wasserversorgung der Feuerlöschleitung, die den Ladungsbereich versorgt, muss durch eine Ringleitung erfolgen, die durch die Hauptfeuerlöschpumpen oder eine einzelne Leitung, die durch Feuerlöschpumpen gespeist wird, die vor und hinter dem Ladungsbereich angeordnet sind und von denen eine einen unabhängigen Antrieb hat.

11.2.4 Strahlrohre müssen zugelassene Mehrzweck-Strahlrohre (d.h. Sprüh/Vollstrahlrohr) mit Absperrung sein.

11.2.5 Nach der Installation sind die Rohrleitungen, Absperrventile, Fittings und das zusammengebaute System einer Dichtheits- und Funktionsprüfung zu unterziehen.

### 11.3 Wassersprühsystem

11.3.1 Auf Schiffen, die entzündbare und/oder giftige Stoffe befördern, muss zur Kühlung, zur Brandverhütung und zum Schutz der Besatzung ein Wassersprühsystem eingebaut sein, das folgendes abdeckt:

- .1 Freiliegende Ladetankdome, alle freiliegenden Teile von Ladetanks und alle Teile von Ladetankabdeckungen, die der Hitze von Bränden in angrenzenden, Ladung enthaltenden Einrichtungen ausgesetzt sein können, wie z. B. auf dem Wetterdeck angeordnete frei aufgestellte Boosterpumpen, Vorwärmer, Rückvergasungs- oder Rückverflüssigungsanlagen, nachstehend als Gasprozess-Anlagen bezeichnet;

- .2 freiliegende, an Deck befindliche Lagerbehälter für entzündbare oder giftige Stoffe;
- .3 an Deck angeordnete Gasprozess-Anlagen;
- .4 Anschlüsse für das Ent- und Beladen von flüssiger oder dampfförmiger Ladung einschließlich des Übergabeflansches und der Bereich, in dem ihre Bedienungsventile angeordnet sind; der Bereich muss mindestens so groß sein wie der Bereich der vorgesehenen Auffangwannen;
- .5 alle freiliegenden Not-Abschaltventile in den Ladeleitungen für Flüssigkeiten und Dämpfe einschließlich Hauptventil für die Versorgung von Gasverbrauchern;
- .6 dem Ladungsbereich zugewandte freiliegende Begrenzungen wie z. B. Schotte von Aufbauten und Deckshäusern, die normalerweise besetzt sind, Lademaschinenräume, Lagerräume für die Aufbewahrung von Gegenständen mit hoher Brandgefahr und Ladekontrollräume. Freiliegende waagerechte Begrenzungen dieser Bereiche erfordern keinen Schutz, sofern nicht darüber oder darunter abnehmbare Ladeleitungsanschlüsse angeordnet sind. Begrenzungen von unbesetzten Räumen in der Back, die keine Gegenstände oder Ausrüstungsteile mit hoher Brandgefahr enthalten, brauchen nicht durch ein Wassersprühsystem geschützt zu werden;
- .7 freiliegende Rettungsboote, Rettungsinseln und Sammelplätze, die dem Ladungsbereich zugewandt sind, unabhängig von der Entfernung zum Ladungsbereich; und
- .8 alle halb geschlossenen Lademaschinenräume und halb geschlossenen Lademotorenräume.

Schiffe, die für einen Betrieb entsprechend Absatz 1.1.10 vorgesehen sind, unterliegen einer besonderen Betrachtung (siehe Absatz 11.3.3.2).

11.3.2.1 Das System muss in der Lage sein, alle in den Absätzen 11.3.1.1 bis 11.3.1.8 genannten Bereiche mit einer gleichmäßigen Wasserverteilungsrate von mindestens  $10 \text{ l/m}^2 \text{ min}$  für die größten waagerechten projizierten Oberflächen und  $4 \text{ l/m}^2 \text{ min}$  für senkrechte Oberflächen abzudecken. Für Konstruktionen, die keine eindeutig festgelegte, waagerechte oder senkrechte Oberfläche haben, darf die Leistung des Wassersprühsystems nicht geringer sein als die waagerechte projizierte Oberfläche multipliziert mit  $10 \text{ l/m}^2 \text{ min}$ .

11.3.2.2 An senkrechten Oberflächen kann bei der Festlegung des Abstandes der Düsen, die untere Bereiche schützen, das von höher gelegenen Bereichen zu erwartende, runterlaufende Wasser berücksichtigt werden. Zwecks Absperrung beschädigter Abschnitte sind in der Hauptversorgungsleitung/den Hauptversorgungsleitungen des Wassersprühsystems Absperrventile in Abständen von nicht mehr als 40 m einzubauen. Als Alternative kann das System in zwei oder mehr Abschnitte unterteilt sein, die unabhängig voneinander betrieben werden können, sofern die notwendigen Bedienungseinrichtungen an einer leicht zugänglichen Stelle außerhalb des Ladungsbereichs zusammengefasst angeordnet sind. Ein Abschnitt, der einen der in den Absätzen 11.3.1.1 und 11.3.1.2 angegebenen Bereiche schützt, muss mindestens die ganze querschiffs angeordnete Tankgruppe in diesem Bereich erfassen. Jede in Absatz 11.3.1.3 angegebene Gasprozess-Anlage oder Gasprozess-Anlagen können durch einen unabhängigen Abschnitt geschützt werden.

11.3.3 Die Leistung der Wassersprühpumpen muss ausreichen, um den gleichzeitigen Schutz der größeren der folgenden Bereiche gewährleisten zu können:

- .1 Zwei beliebige, vollständige, querschiffs angeordnete Tankgruppen einschließlich jeder Gasprozess-Anlage innerhalb dieser Bereiche; oder
- .2 für Schiffe, die für einen Betrieb entsprechend Absatz 1.1.10 vorgesehen sind, der erforderliche Schutz entsprechend besonderer Berücksichtigung nach Absatz 11.3.1 für jede zusätzliche Brandgefahr und die angrenzende, querschiffs angeordnete Tankgruppe,

zusätzlich zu den in den Absätzen 11.3.1.4 bis 11.3.1.8 angegebenen Oberflächen.

Als Alternative können die Hauptfeuerlöschpumpen für diesen Zweck verwendet werden, wenn ihre Gesamt-Förderleistung um den für das Wassersprühsystem erforderlichen Anteil erhöht wird. In jedem Fall ist zwischen der Feuerlöschleitung und der Hauptversorgungsleitung des Wassersprühsystems eine Verbindung durch ein Absperrventil außerhalb des Ladungsbereichs herzustellen.

11.3.4 Die Begrenzungen von Aufbauten und Deckshäusern, die normalerweise besetzt sind, und Bereiche von Rettungsbooten, Rettungsinseln und Sammelplätzen, die dem Ladungsbereich zugewandt sind, müssen ebenfalls durch eine der Feuerlöschpumpen oder die Notfeuerlöschpumpe versorgt werden können, wenn ein Brand in einer Abteilung beide Feuerlöschpumpen blockieren könnte.

11.3.5 Wasserpumpen, die normalerweise für andere Zwecke benutzt werden, können so angeschlossen sein, dass sie die Hauptversorgungsleitung des Wassersprühsystems versorgen.

11.3.6 Alle im Wassersprühsystem verwendeten Rohre, Absperrventile, Düsen und andere Fittinge müssen widerstandsfähig gegen Seewasserkorrosion sein. Rohrleitungen, Fittinge und zugehörige Komponenten innerhalb des Ladungsbereiches (ausgenommen Dichtungen) müssen so ausgelegt sein, dass sie einer Temperatur von 925 °C widerstehen. In das Wassersprühsystem müssen LeitungsfILTER eingebaut sein, um eine Verstopfung der Rohrleitungen und Düsen zu verhindern. Ferner müssen Einrichtungen vorhanden sein, mit denen das System mit Frischwasser rückgespült werden kann.

11.3.7 Die Fernstarteinrichtungen der Pumpen, die das Wassersprühsystem versorgen, und die Fernbetätigungseinrichtungen von normalerweise geschlossenen Ventilen im System müssen an geeigneten Stellen außerhalb des Ladungsbereiches, angrenzend an die Unterkunftsräume, angeordnet und im Falle eines Brandes in den geschützten Bereichen leicht zugänglich und bedienbar sein.

11.3.8 Nach der Installation sind die Rohrleitungen, Absperrventile, Fittinge und das zusammengebaute System einer Dichtheits- und Funktionsprüfung zu unterziehen.

## 11.4 Pulver-Feuerlöscheinrichtungen

11.4.1 Schiffe, die zur Beförderung entzündbarer Stoffe bestimmt sind, müssen mit fest eingebauten Pulver-Feuerlöscheinrichtungen ausgerüstet sein, die von der Verwaltung auf der Grundlage der von der Organisation<sup>14</sup> entwickelten Richtlinien zugelassen sind, zwecks

---

<sup>14</sup> Auf die „Richtlinien für die Zulassung von fest eingebauten Pulver-Feuerlöscheinrichtungen für den Schutz von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut“ (MSC.1/Rundschreiben 1315) wird verwiesen.

Brandbekämpfung an Deck im Ladungsbereich einschließlich der Anschlüsse für das Ent- und Beladen von flüssiger und dampfförmiger Ladung an Deck und gegebenenfalls in Bereichen der Bug- oder Heckladeeinrichtungen.

11.4.2 Die Einrichtung muss so beschaffen sein, dass Pulver von mindestens zwei Handschläuchen oder von einer Kombination Monitor/Handschläuche zu jedem Teil der freiliegenden Rohrleitungen für flüssige und dampfförmige Ladung, den Be-/Entladeanschlüssen und freistehenden Gasprozess-Anlagen befördert werden kann.

11.4.3 Die Pulver-Feuerlöscheinrichtung muss aus mindestens zwei eigenständigen Einheiten bestehen. Jeder Teil, der nach Absatz 11.4.2 zu schützen ist, muss von mindestens zwei unabhängigen Einheiten mit zugehörigen Bedienungseinrichtungen, fest eingebauten Druckrohrleitungen für das Treibmittel, Monitoren oder Handschläuchen erreicht werden können. Für Schiffe mit weniger als 1000 m<sup>3</sup> Ladungskapazität braucht nur eine solche Einheit eingebaut zu sein. Ein Monitor muss so aufgestellt sein, dass jeder Bereich für Be-/Entladeanschlüsse geschützt ist und dass er vor Ort und fernbedient ausgelöst und betrieben werden kann. Der Monitor braucht nicht fernbedient einstellbar zu sein, wenn er die notwendige Pulvermenge zu allen abzudeckenden Bereichen aus einer einzigen Stellung liefern kann. Je ein Handschlauch muss an Backbord- und Steuerbordseite am Ende des Ladungsbereichs, der den Unterküften zugewandt ist, angeordnet und von den Unterküften aus schnell einsetzbar sein.

11.4.4 Der Massenstrom eines Monitors darf nicht weniger als 10 kg/s betragen. Handschläuche müssen nicht knickbar und mit einer Düse versehen sein, die an- und abgeschaltet werden kann, und sie müssen einen Massenstrom von mindestens 3,5 kg/s haben. Der maximale Massenstrom muss einen Einmannbetrieb ermöglichen. Die Länge eines Handschlauches darf 33 m nicht überschreiten. Wenn eine fest eingebaute Rohrleitung zwischen dem Pulverbehälter und dem Handschlauch oder Monitor eingebaut ist, darf die Länge der Rohrleitung die Länge nicht überschreiten, die zur Aufrechterhaltung eines fließenden Zustands des Pulvers während stetiger oder unterbrochener Benutzung erforderlich ist und die vom Pulver gereinigt werden kann, wenn die Einrichtung abgeschaltet ist. Handschläuche und Düsen müssen wetterbeständig ausgeführt sein oder in wetterbeständigen Schränken oder unter entsprechenden Abdeckungen untergebracht und leicht zugänglich sein.

11.4.5 Bei Handschläuchen ist anzunehmen, dass sie eine maximale wirksame Wurfweite haben, die der Schlauchlänge entspricht. Besonders zu beachten sind zu schützende Bereiche, die erheblich höher liegen als der Standort der Monitore oder der Schlauchlängen-Haspeln.

11.4.6 Auf Schiffen, die mit Bug- oder Heckeinrichtungen zum Be- und Entladen ausgerüstet sind, muss eine unabhängige Pulvereinheit vorhanden sein, welche die Rohrleitungen für flüssige und dampfförmige Ladung, die hinter oder vor dem Ladungsbereich angeordnet sind, mittels Handschläuchen und einem Monitor, welche die Bug- oder Heckeinrichtungen zum Be- und Entladen abdecken, entsprechend den Anforderungen der Absätze 11.4.1 bis 11.4.5 schützt.

11.4.7 Schiffe, die für einen Betrieb entsprechend Absatz 1.1.10 vorgesehen sind, unterliegen einer besonderen Betrachtung.

11.4.8 Nach der Installation sind die Rohrleitungen, Absperrventile, Fittinge und das zusammengebaute System einer Dichtheitsprüfung und die Fern-Auslösestationen und Auslösestationen vor Ort einer Funktionsprüfung zu unterziehen. Die Erstprüfung muss auch eine Abgabe einer ausreichenden Menge von Löschpulver einschließen, um nachzuweisen, dass sich die Einrichtung in ordnungsgemäßem Betriebszustand befindet. Alle Verteilungsleitungen müssen mit trockener Luft durchgeblasen werden, um sicherzustellen, dass die Rohrleitungen frei von Fremdkörpern sind.

### 11.5 Geschlossene Räume mit Einrichtungen für den Ladungsumschlag

11.5.1 Geschlossene Räume, welche die Kriterien für Lademaschinenräume nach Absatz 1.2.10 erfüllen, und die Ladungs-Motorenräume innerhalb des Ladungsbereiches auf jedem Schiff müssen mit einem fest eingebauten Feuerlöschsystem ausgerüstet sein, das die Vorschriften des FSS-Codes erfüllt und die notwendigen Konzentrationen/Verteilungsraten berücksichtigt, die für die Löschung von Gasbränden erforderlich sind.

11.5.2 Geschlossene Räume, welche die Kriterien für Lademaschinenräume nach Abschnitt 3.3 erfüllen, innerhalb des Ladungsbereiches von Schiffen, die für die Beförderung einer eingeschränkten Anzahl von Ladungen bestimmt sind, müssen durch ein für die beförderte Ladung geeignetes Feuerlöschsystem geschützt sein.

11.5.3 Drehkranzmodule eines jeden Schiffes müssen durch ein inneres Wassersprühsystem mit einer Verteilungsrate von mindestens  $10 \text{ l/m}^2 \text{ min}$  für die größte waagerechte projizierte Oberfläche geschützt sein. Wenn der Druck des Gastromes durch das Drehkranzmodul 4 MPa übersteigt, ist die Verteilungsrate auf  $20 \text{ l/m}^2 \text{ min}$  zu erhöhen. Das System muss baulich so ausgeführt sein, dass alle innenliegenden Oberflächen geschützt sind.

### 11.6 Brandschutzausrüstung

11.6.1 Jedes Schiff, das entzündbare Stoffe befördert, muss Brandschutzausrüstungen entsprechend den Vorschriften der Regel II-2/10.10 des SOLAS-Übereinkommens in folgendem Umfang mitführen:

Gesamt-Ladekapazität	Anzahl der Ausrüstungen
5000 m <sup>3</sup> und weniger	4
mehr als 5000 m <sup>3</sup>	5

11.6.2 Zusätzliche Vorschriften für Sicherheitsausrüstung sind in Kapitel 14 angegeben.

11.6.3 Jedes Atemschutzgerät, das als Teil der Brandschutzausrüstung vorgeschrieben ist, muss ein umluftunabhängiger Pressluftatmer mit einer Frischluftkapazität von mindestens 1200 l sein.

## KAPITEL 12

### KÜNSTLICHE LÜFTUNG IM LADUNGSBEREICH

#### **Zielsetzung**

*Sicherstellung, dass für geschlossene Räume im Ladungsbereich Einrichtungen vorhanden sind, mit denen die Ansammlung von entzündbaren und/oder giftigen Dämpfen kontrolliert wird.*

#### **Anwendungsbereich**

Die Vorschriften dieses Kapitels ersetzen die Vorschriften der Regeln II-2/4.5.2.6 und 4.5.4.1 SOLAS in der jeweils geltenden Fassung.

## 12.1 Räume, die während des normalen Ladungsumschlags betreten werden müssen

12.1.1 Räume für Elektromotoren, Räume für Ladekompressoren und Ladepumpen, Räume, die Ausrüstung für den Ladungsumschlag enthalten, sowie andere geschlossene Räume, in denen sich Ladungsdämpfe ansammeln können, müssen mit fest eingebauten Systemen zur künstlichen Lüftung ausgerüstet sein, die von einer Stelle außerhalb solcher Räume gesteuert werden können. Die Lüftung muss zusammen mit einer einzubauenden und von der Verwaltung anerkannten Überwachungseinrichtung dauernd in Betrieb sein, um die Ansammlung von giftigen und/oder entzündbaren Dämpfen zu verhindern. Außerhalb des Raumes muss ein Warnschild mit dem Hinweis angebracht sein, dass die Lüftung vor dem Betreten eingeschaltet sein muss.

12.1.2 Die Ein- und Austrittsöffnungen der Systeme zur künstlichen Lüftung müssen so angeordnet sein, dass eine ausreichende Luftbewegung durch den Raum sichergestellt ist, um die Ansammlung entzündbarer, giftiger oder erstickender Dämpfe zu verhindern, und um eine sichere Arbeitsatmosphäre sicherzustellen.

12.1.3 Das Lüftungssystem muss eine Leistungsfähigkeit von mindestens 30 Luftwechsel je Stunde, bezogen auf das Gesamtvolumen des Raumes, haben. Ausnahmsweise dürfen ungefährdete Ladekontrollräume 8 Luftwechsel je Stunde haben.

12.1.4 Wenn ein Raum eine Öffnung zu einem gefährdeteren Raum oder Bereich hat, so muss er unter Überdruck gehalten werden. Er kann zu einem weniger gefährdeten Raum oder einem ungefährdeten Raum durch Überdruckschutz entsprechend anerkannten Normen gemacht werden.

12.1.5 Lüftungskanäle, Lufteintrittsöffnungen und Austrittsöffnungen, die zu Systemen zur künstlichen Lüftung gehören, sind in Übereinstimmung mit anerkannten Normen<sup>15</sup> anzuordnen.

12.1.6 Lüftungskanäle, die gefährdete Bereiche versorgen, dürfen nicht durch Unterkunfts- und Wirtschaftsräume, Maschinenräume oder Kontrollstationen geführt werden, sofern dieses nicht nach Kapitel 16 zulässig ist.

12.1.7 Elektromotoren, die Lüfter antreiben, müssen außerhalb der Lüftungskanäle, die entzündbare Dämpfe enthalten können, angeordnet sein. Die Lüfter dürfen weder im belüfteten Raum noch in dem an den Raum angeschlossenen Lüftungssystem eine Zündquelle bilden. Für gefährdete Bereiche müssen die Lüfter und die Lüftungskanäle, die an die Lüfter anschließen, von nicht funkenbildender Bauart sein, wie nachfolgend definiert:

- .1 Laufräder oder Gehäuse nichtmetallischer Bauart, wobei die Vermeidung elektrostatischer Elektrizität besonders zu beachten ist;
- .2 Laufräder und Gehäuse aus Nichteisen-Werkstoffen;
- .3 Laufräder und Gehäuse aus austenitischem nichtrostenden Stahl; und
- .4 Laufräder und Gehäuse aus Eisen mit einem Flügelspitzenabstand zum Gehäuse von mindestens 13 mm.

Jede Kombination eines festen oder sich drehenden Bauteils aus einer Aluminium- oder Magnesiumlegierung mit einem festen oder sich drehenden Bauteil aus Eisen ist, unabhängig vom

<sup>15</sup> Auf die von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission veröffentlichte Empfehlung, insbesondere die Veröffentlichung IEC 60092-502:1999, wird verwiesen.

Flügelspitzenabstand, als funkenbildende Gefährdung anzusehen und darf an diesen Stellen nicht verwendet werden.

12.1.8 Wenn nach diesem Kapitel Lüfter vorgeschrieben sind, muss die volle vorgeschriebene Leistungsfähigkeit der Lüftung für jeden Raum nach Ausfall eines einzelnen Lüfters verfügbar sein, oder es müssen Ersatzteile mitgeführt werden, die aus einem Motor, Ersatzteilen für Anlasseinrichtungen und einem vollständigen, sich drehenden Element einschließlich Lager jeden Typs bestehen.

12.1.9 An den äußeren Öffnungen von Lüftungskanälen müssen Schutzsiebe mit einer Maschenweite von nicht mehr als 13 mm angebracht sein.

12.1.10 Wenn Räume durch Unter-Druck-Setzung geschützt werden, muss die Lüftung in Übereinstimmung mit anerkannten Normen<sup>16</sup> entworfen und eingebaut sein.

### **12.2 Räume, die normalerweise nicht betreten werden**

12.2.1 Geschlossene Räume, in denen sich Ladungsdämpfe ansammeln können, müssen belüftet werden können, um eine sichere Atmosphäre zu schaffen, wenn ein Betreten der Räume erforderlich ist. Dieses muss ohne die Notwendigkeit eines vorherigen Betretens erreicht werden können.

12.2.2 Bei ständig eingebauten Lüftungssystemen muss die Leistungsfähigkeit 8 Luftwechsel je Stunde betragen, und transportable Lüftungsgeräte müssen eine Leistungsfähigkeit von 16 Luftwechsel je Stunde haben.

12.2.3 Lüfter oder Gebläse müssen in genügendem Abstand von Zugangsöffnungen für Personen sein, und sie müssen Absatz 12.1.7 entsprechen.

## **KAPITEL 13**

### **INSTRUMENTIERUNG UND AUTOMATIONSSYSTEME**

#### ***Zielsetzung***

*Sicherstellung, dass die Instrumentierung und die Automationsysteme die sichere Beförderung, sicheren Umschlag und Konditionierung von Ladungsflüssigkeiten und Ladungsdämpfen gewährleisten.*

#### **13.1 Allgemeines**

13.1.1 Jeder Ladetank muss mit einem Anzeigerät für Füllstand, Druck und Temperatur der Ladung ausgerüstet sein. Die Druck- und Temperaturanzeigeräte müssen in den flüssigkeits- und dampfführenden Rohrleitungen in den Ladungskühleinrichtungen eingebaut sein.

13.1.2 Wenn das Be- und Entladen des Schiffes mittels fernbedienbarer Absperrventile und Pumpen durchgeführt wird, müssen alle Überwachungs- und Anzeigeräte des betreffenden Ladetanks an einer einzigen Überwachungsstation zusammengefasst sein.

---

<sup>16</sup> Auf die von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission veröffentlichte Empfehlung, insbesondere die Veröffentlichung IEC 60092-502:1999, wird verwiesen.

13.1.3 Die Instrumente müssen geprüft sein, um die Zuverlässigkeit unter Betriebsbedingungen sicherzustellen, und sie müssen in regelmäßigen Abständen geeicht werden. Die Prüfverfahren für die Instrumente und die Abstände zwischen den Eichungen müssen den Empfehlungen des Herstellers entsprechen.

## 13.2 Füllstandsanzeiger für Ladetanks

13.2.1 Jeder Ladetank muss mit einem Füllstandsanzeiger (bzw. Füllstandsanzeigern) ausgerüstet sein, der so angeordnet ist, dass eine Füllstandsanzeige immer erhältlich ist, wenn der Ladetank betriebsfähig ist. Der Anzeiger (bzw. die Anzeiger) muss (müssen) so bemessen sein, dass er über den gesamten Entwurfsdruck-Bereich des Ladetanks und bei Temperaturen innerhalb des Betriebstemperatur-Bereichs der Ladung arbeitet.

13.2.2 Wenn nur ein einziger Füllstandsanzeiger eingebaut ist, muss er so angeordnet sein, dass er im Betriebszustand ohne die Notwendigkeit, den Tank zu leeren oder gasfrei zu machen, gewartet werden kann.

13.2.3 Vorbehaltlich besonderer Anforderungen für bestimmte Ladungen nach Spalte „g“ der Tabelle in Kapitel 19 können für Füllstandsanzeiger von Ladetanks die folgenden Arten eingesetzt werden:

- .1 Indirekte Anzeigergeräte, welche die Ladungsmenge durch Wiegen oder Inline-Durchflussmessung bestimmen;
- .2 geschlossene Anzeigergeräte, die den Ladetank nicht durchdringen, wie zum Beispiel Geräte, die mit Radioisotopen arbeiten, oder Ultraschallgeräte;
- .3 geschlossene Anzeigergeräte, die den Ladetank durchdringen, aber Teil eines geschlossenen Systems sind, so dass keine Ladung freigesetzt wird, wie zum Beispiel Schwimmersysteme, elektronische Sonden, magnetische Sonden und pneumatische Füllstandsmesseinrichtungen nach dem Ausperlverfahren (bubble tube). Wenn ein geschlossenes Anzeigergerät nicht unmittelbar auf dem Tank angebracht ist, muss es mit einem Absperrventil versehen sein, das so dicht wie möglich am Tank angebracht ist; und
- .4 teilweise geschlossene Anzeigergeräte, die den Ladetank durchdringen und bei Benutzung das Freisetzen einer geringen Menge flüssiger oder gasförmiger Ladung in die Atmosphäre erlauben, wie zum Beispiel feste Messrohrgeräte und Schiebemessrohrgeräte. Wenn die Geräte nicht benutzt werden, müssen sie vollständig geschlossen bleiben. Die Bauart und der Einbau müssen sicherstellen, dass beim Öffnen des Geräts kein gefährliches Entweichen von Ladung eintreten kann. Derartige Anzeigergeräte müssen so gebaut sein, dass die größte Öffnung keinen größeren Durchmesser als 1,5 mm hat oder einer gleichwertigen Fläche entspricht, sofern das Gerät nicht mit einem Rohrbruchventil versehen ist.

## 13.3 Überfüllsicherung

13.3.1 Vorbehaltlich der Vorschriften des Absatzes 13.3.4 muss jeder Ladetank mit einem Höchst-Füllstands-Alarmgeber ausgerüstet sein, der unabhängig von anderen Füllstandsanzeigern arbeitet und beim Ansprechen einen akustischen und optischen Alarm auslöst.

13.3.2 Ein zusätzlicher Sensor, der unabhängig vom Höchst-Füllstands-Alarmgeber arbeitet, muss selbsttätig ein Absperrventil in einer Weise betätigen, sodass sowohl ein unzulässig hoher



Flüssigkeitsdruck in der Ladeleitung vermieden wird als auch ein maximales Befüllen des Tanks mit Flüssigkeit verhindert wird.

13.3.3 Das in den Abschnitten 5.5 und 18.10 genannte Not-Abschaltventil kann für diesen Zweck benutzt werden. Falls für diesen Zweck ein anderes Ventil benutzt wird, müssen an Bord dieselben Unterlagen wie die in Absatz 18.10.2.1.3 angegebenen zur Verfügung stehen. Wenn die Benutzung dieser Ventile während des Ladens möglicherweise zu einem erheblichen Druckstoß im Ladeleitungssystem führt, sind alternative Maßnahmen, wie beispielsweise die Begrenzung der Laderate, zu verwenden.

13.3.4 Ein Höchst-Füllstands-Alarmgeber und ein selbsttätiges Absperren der Ladetank-Füllleitung braucht nicht vorgesehen zu sein, wenn der Ladetank

- .1 ein Drucktank mit einem Volumen von nicht mehr als 200 m<sup>3</sup> ist, oder
- .2 so bemessen ist, dass er dem größten möglichen Druck während der Ladungsarbeiten standhält, und dieser Druck unter dem Ansprechdruck des Ladetank-Sicherheitsventils liegt.

13.3.5 Der Einbauort der Sensoren im Tank muss vor Inbetriebnahme überprüft werden können. Bei der ersten Gelegenheit einer vollen Beladung nach der Ablieferung und nach jedem Eindocken muss eine Überprüfung der Höchst-Füllstands-Alarmgeber durch Erhöhen des Flüssigkeitsstandes der Ladung im Ladetank bis zum Alarmpunkt durchgeführt werden.

13.3.6 Alle Elemente der Füllstands-Alarmgeber einschließlich des Stromkreises und des Sensors bzw. der Sensoren des Höchstfüllstandsalarms und des Überfüllalarms müssen auf Funktion geprüft werden können. Die Systeme müssen vor dem Ladungsumschlag in Übereinstimmung mit Absatz 18.6.2 geprüft sein.

13.3.7 Wenn Einrichtungen für eine Überbrückung des Überlaufsicherungs-Systems vorgesehen sind, müssen diese so eingerichtet sein, dass eine unbeabsichtigte Betätigung verhindert wird. Wenn diese Überbrückung ausgelöst wird, muss eine ständige optische Anzeige an der relevanten Kontrollstation bzw. den Kontrollstationen und auf der Kommandobrücke erfolgen.

### 13.4 Drucküberwachung

13.4.1 Der Dampfraum eines jeden Ladetanks muss mit einem direkten Ablesegerät ausgerüstet sein. Zusätzlich muss eine indirekte Anzeige an der nach Absatz 13.1.2 vorgeschriebenen Überwachungsstation vorhanden sein. Die höchsten und niedrigsten zulässigen Drücke müssen deutlich angezeigt werden.

13.4.2 Ein Überdruckalarmgeber und, falls ein Schutz gegen Unterdruck erforderlich ist, ein Unterdruckalarmgeber müssen auf der Kommandobrücke und an der nach Absatz 13.1.2 vorgeschriebenen Überwachungsstation vorgesehen sein. Die Alarmer müssen vor Erreichen der Einstelldrücke ausgelöst werden.

13.4.3 Ladetanks, die mit Sicherheitsventilen ausgerüstet sind, die nach Absatz 8.2.7 auf mehr als einen Einstelldruck eingestellt werden können, müssen mit Überdruckalarmgebern für jeden Einstelldruck ausgerüstet sein.

13.4.4 Jede Ladepumpen-Druckleitung und jede Übergabestation für flüssige oder gasförmige Ladung muss mit mindestens einem Druckanzeiger ausgerüstet sein.

13.4.5 An der Übergabestation muss eine örtlich ablesbare Druckanzeige angeordnet sein, der den Druck zwischen den Absperrventilen der Übergabestation des Schiffes und den Schlauchverbindungen zum Land anzeigt.

13.4.6 Laderäume und Zwischenbarrierenräume ohne offene Verbindung zur Atmosphäre müssen eine Druckanzeige haben.

13.4.7 Alle eingebauten Druckanzeigen müssen den Betriebsdruck-Bereich durchgehend anzeigen können.

### **13.5 Temperaturanzeigeräte**

13.5.1 Jeder Ladetank muss mit mindestens zwei Geräten für die Anzeige der Ladungstemperaturen ausgerüstet sein, von denen eines am Boden des Ladetanks und das andere in der Nähe der Tankoberkante unterhalb des höchstzulässigen Flüssigkeitsstandes anzuordnen ist. Die niedrigste Temperatur, für die der Ladetank ausgelegt worden ist, und wie in dem nach Abschnitt 1.4.4. vorgeschriebenen Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut angegeben, muss deutlich mittels eines Hinweisschildes auf oder in der Nähe der Temperaturanzeigeräte angegeben sein.

13.5.2 Die Temperaturanzeigeräte müssen eine Temperaturanzeige über den erwarteten Ladungs-Betriebstemperatur-Bereich des Ladetanks gewährleisten können.

13.5.3 Wenn Tauchhülsen eingebaut sind, müssen diese baulich so ausgeführt sein, dass ein Ausfall infolge Ermüdung minimiert wird.

### **13.6 Aufspüren von Gasen**

13.6.1 Es muss ein Gasspürsystem eingebaut sein, um die Unversehrtheit der Ladungsbehältersysteme, Ladungsumschlagsysteme und Hilfssysteme in Übereinstimmung mit diesem Abschnitt zu überwachen.

13.6.2 Ein fest installiertes Gasspürsystem sowie akustische und optische Alarmgeber müssen eingebaut sein in:

- .1 Allen geschlossenen Lade- und Lademaschinenräumen (einschließlich Drehkranzmodule), die Gasrohrleitungen, Gaseinrichtungen oder Gasverbraucher enthalten;
- .2 anderen geschlossenen oder halb geschlossenen Räumen, in denen sich Ladungsdämpfe ansammeln können, einschließlich Zwischenbarrierenräumen und Laderäumen für unabhängige Tanks mit Ausnahme von Typ C-Tanks;
- .3 Gasschleusen;
- .4 Räume in Gas-Verbrennungsmotoren entsprechend Absatz 16.7.3.3;
- .5 Lüfterköpfen und Gasleitungs-Rohrtunneln nach Kapitel 16;
- .6 Kühl- und Wärmekreisläufen, wie nach Absatz 7.8.4 vorgeschrieben;
- .7 Versorgungs-Verteilern von Inertgas-Erzeugern; und
- .8 Motorenräumen für Maschinen für den Ladungsbetrieb;

13.6.3 Ein Gasspürsystem muss in Übereinstimmung mit anerkannten Normen<sup>17</sup> ausgelegt, installiert und geprüft sein, und es muss für die zu befördernden Ladungen entsprechend Spalte „f“ der Tabelle in Kapitel 19 geeignet sein.

13.6.4 Wenn in Spalte „f“ der Tabelle in Kapitel 19 Schiffe angegeben sind, die für die Beförderung von nicht entzündbaren Stoffen zertifiziert sind, dann muss eine Überwachung des Sauerstoffmangels in Lademaschinenräumen und Laderäumen von Ladetanks vorgesehen sein. Ferner müssen Anlagen zur Überwachung des Sauerstoffmangels in geschlossenen und halb geschlossenen Räumen eingebaut sein, die Einrichtungen enthalten, welche eine sauerstoffarme Atmosphäre verursachen können wie beispielsweise Stickstofferzeuger, Inertgaserzeuger oder Stickstoff-Kühlmittel- Kreislaufsysteme.

13.6.5 Im Fall von giftigen oder giftigen und entzündbaren Stoffen, außer wenn Spalte „i“ der Tabelle in Kapitel 19 auf Absatz 17.5.3 verweist, können tragbare Geräte für das Aufspüren giftiger Stoffe als Alternative zu einem fest installierten Gasspürsystem eingesetzt werden. Diese Geräte sind einzusetzen, bevor Personen die in Absatz 13.6.2 aufgeführten Räume betreten, und danach in Abständen von 30 Minuten, solange sie sich in dem Raum aufhalten.

13.6.6 Im Fall von Gasen, die als giftige Stoffe eingestuft sind, muss in Laderäumen und Zwischenbarrierenräumen ein fest installiertes Rohrleitungssystem zur Gasprobenentnahme aus den Räumen eingebaut sein. Gas aus diesen Räumen muss an jeder Probenentnahmestelle entnommen und analysiert werden.

13.6.7 Ein fest installiertes Gasspürsystem muss vom Typ der Dauerüberwachung mit einem sofortigen Ansprechverhalten sein. Wenn die nach Absatz 13.6.9 und Kapitel 16 vorgeschriebene Aktivierung der Sicherheits-Abschaltfunktionen nicht eingesetzt wird, kann ein Probenahme-Aufspürsystem anerkannt werden.

13.6.8 Wenn ein Probenahme-Aufspürsystem verwendet wird, müssen die folgenden Anforderungen erfüllt sein:

- .1 Das Gasspürsystem muss in der Lage sein, von jeder Probeentnahmestelle der Reihe nach in Abständen von nicht mehr als 30 Minuten Proben zu nehmen und zu analysieren;
- .2 von den Probenahmeköpfen zur Gasspüreinheit sind einzelne Probenahmeleitungen zu verlegen; und
- .3 Rohrstränge von den Probenahmeköpfen dürfen nicht durch ungefährdete Räume führen, außer wenn durch Absatz 13.6.9 zugelassen.

13.6.9 Die Gasspüreinheit kann in einem ungefährdeten Raum angeordnet sein, vorausgesetzt, dass sich die Anlagenteile wie Probenahme-Leitungen, Probenahme-Pumpen, Magnetschalter und Analysegeräte in einem vollständig geschlossenen Stahlschrank mit einer durch eine Dichtung abgedichteten Tür befinden. Die Atmosphäre innerhalb des Gehäuses muss ständig überwacht werden. Bei Gaskonzentrationen oberhalb von 30% der unteren Zündgrenze (LFL) innerhalb des Gehäuses muss sich das Gasspürsystem selbsttätig abschalten.

13.6.10 Wenn das Gehäuse nicht unmittelbar am vorderen Schott angebracht werden kann, müssen Probenahme-Rohre aus Stahl oder einem gleichwertigen Werkstoff bestehen und auf dem kürzesten

---

<sup>17</sup> IEC 60079-29-1 – Explosive atmospheres – Part 29-1: – Gas detectors – Performance requirements of detectors for flammable gases.

Weg verlegt sein. Lösbare Verbindungen sind mit Ausnahme der in Absatz 13.6.11 vorgeschriebenen Anschlussstellen für Absperrventile und der Analysegeräte nicht zulässig.

13.6.11 Wenn sich Gas-Probenahmeeinheiten in einem ungefährdeten Raum befinden, muss in jeder der Gas-Probenahmeleitungen eine Flammendurchschlagsicherung und ein handbetätigtes Absperrventil eingebaut sein. Das Absperrventil muss auf der ungefährdeten Seite eingebaut sein. Schottdurchführungen von Probenahmeleitungen zwischen gefährdeten und ungefährdeten Bereichen müssen die Unversehrtheit der durchbrochenen Trennfläche aufrechterhalten. Das Abgas ist an die freie Luft in einem ungefährdeten Bereich abzuführen.

13.6.12 Bei jeder Installation sind die Anzahl und die Position der Spürköpfe unter Berücksichtigung der Größe und der räumlichen Anordnung der Abteilungen, der Zusammensetzungen und Dichten der zu befördernden Stoffe und der Verdünnung durch Spülung oder Lüftung der Abteilungen und toten Bereiche zu bestimmen.

13.6.13 Jeder Alarmzustand eines nach diesem Abschnitt vorgeschriebenen Gasspürsystems muss einen akustischen und optischen Alarm auslösen:

- .1 Auf der Kommandobrücke,
- .2 an der relevanten Kontrollstation bzw. den Kontrollstationen, an der bzw. an denen eine laufende Überwachung des Gasgehaltes aufgezeichnet wird, und
- .3 an der Sichtanzeige der Gasspürgeräte.

13.6.14 Im Fall entzündbarer Stoffe muss das Gasspürsystem, das für Laderäume und Zwischenbarrierenräume vorgesehen ist, die inertisiert sein müssen, Gaskonzentrationen von 0 bis 100 Volumenprozent messen können.

13.6.15 Die Alarme müssen ausgelöst werden, wenn die volumenmäßige Dampfkonzentration den Wert von 30% LFL in Luft erreicht.

13.6.16 Bei Membran-Behältersystemen müssen die ersten und zweiten Isolierräume inertisiert und ihr Gasgehalt einzeln analysiert werden können<sup>18</sup>. Der Alarm im zweiten Isolierraum ist entsprechend Absatz 13.6.15 einzustellen; der Alarm im ersten Raum ist auf einen Wert einzustellen, der von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation genehmigt ist.

13.6.17 Bei anderen in Absatz 13.6.2 beschriebenen Räumen müssen die Alarme auslösen, wenn die Dampfkonzentration 30% LFL erreicht, und die nach Kapitel 16 vorgeschriebenen Sicherheitsfunktionen müssen aktiviert werden, bevor die Dampfkonzentration 60% LFL erreicht. Die Kurbelgehäuse von Verbrennungskraftmaschinen, die mit Gas betrieben werden können, müssen so eingerichtet sein, dass ein Alarm auslöst, bevor 100% LFL erreicht wird.

13.6.18 Gasspürsysteme müssen so gebaut sein, dass sie leicht überprüft werden können. Prüfung und Eichung müssen in regelmäßigen Abständen erfolgen. Hierzu geeignetes Gerät muss an Bord mitgeführt und in Übereinstimmung mit den Empfehlungen des Herstellers eingesetzt werden. Für solches Prüfgerät müssen feste Anschlüsse eingebaut sein.

<sup>18</sup> Gas Concentrations in the Insulation Spaces of Membrane LNG Carriers, March 2007 (veröffentlicht von SIGTTO).

13.6.19 Jedes Schiff muss mit mindestens zwei Sätzen tragbarer Gasspürgeräte ausgerüstet sein, welche die Anforderungen des Absatzes 13.6.3 oder eine annehmbare nationale oder internationale Norm erfüllen.

13.6.20 Es muss ein geeignetes Messgerät zur Messung des Sauerstoffgehalts in inertisierten Atmosphären vorhanden sein.

### **13.7 Zusätzliche Anforderungen für Behältersysteme, die eine zweite Barriere erfordern**

#### **13.7.1 *Unversehrtheit der Barrieren***

Wenn eine zweite Barriere erforderlich ist, muss eine dauerhaft installierte Messeinrichtung eingebaut sein, mit der festgestellt werden kann, wann die erste Barriere an irgendeiner Stelle nicht mehr flüssigkeitsdicht ist oder wenn flüssige Ladung an irgendeiner Stelle mit der zweiten Barriere in Berührung kommt. Diese Messeinrichtungen müssen aus geeigneten Gasspürgeräten nach Abschnitt 13.6 bestehen. Diese Messeinrichtung braucht jedoch nicht die Stelle, an der flüssige Ladung durch die erste Barriere austritt oder an der flüssige Ladung mit der zweiten Barriere in Berührung kommt, lokalisieren zu können.

#### **13.7.2 *Temperaturanzeigergeräte***

13.7.2.1 Die Anzahl und der Einbauort der Temperaturanzeigergeräte müssen der Bauart des Behältersystems und den Anforderungen des Ladungsumschlags angepasst sein.

13.7.2.2 Wenn eine Ladung in einem Ladungsbehältersystem mit einer zweiten Barriere bei einer Temperatur unter  $-55\text{ °C}$  befördert wird, müssen in der Isolierung oder an den Schiffsverbänden, die an das Ladungsbehältersystem angrenzen, Temperaturanzeigergeräte installiert sein. Die Geräte müssen in gleichmäßigen Abständen Messwerte angeben und gegebenenfalls einen Alarm auslösen, wenn sich die Temperaturen den niedrigsten Werten nähern, für die der Schiffskörperstahl geeignet ist.

13.7.2.3 Wenn Ladung bei Temperaturen unter  $-55\text{ °C}$  zu befördern ist, müssen an den Ladetankwandungen, sofern mit der Bauart des Ladungsbehältersystems vereinbar, eine genügende Anzahl von Temperaturanzeigergeräten angebracht sein, um nachzuprüfen, dass keine unzulässigen Temperaturgradienten auftreten.

13.7.2.4 Zum Zweck der Bestätigung der Bauart und der Ermittlung der Wirksamkeit des ersten Herunterkühlvorganges auf einem einzelnen Schiff oder einer Serie gleicher Schiffe ist nur ein Tank mit Anzeigergeräten über die in Absatz 13.7.2.1 geforderten Geräte hinaus auszurüsten. Diese Geräte können entweder dauerhaft oder vorübergehend eingebaut sein, und sie brauchen nur auf dem ersten Schiff eingebaut zu sein, wenn eine Serie gleicher Schiffe gebaut wird.

### **13.8 Automationssysteme**

13.8.1 Die Anforderungen dieses Abschnitts sind anzuwenden, wenn Automationssysteme zur Bereitstellung von instrumentierter Kontrolle, Überwachung/Alarm oder Sicherheitsfunktionen eingesetzt werden, die nach diesem Code vorgeschrieben sind.

13.8.2 Automationssysteme sind in Übereinstimmung mit anerkannten Normen<sup>19</sup> zu bauen, zu installieren und zu prüfen.

---

<sup>19</sup> Auf die Empfehlungen für computergestützte Systeme, die in der von der Internationalen Elektrotechnischen Kommission veröffentlichten Norm „IEC 60092-504:2001 – Electrical installations in ships – Part 504: Special features – Control and instrumentation“ enthalten sind, wird verwiesen.

13.8.3 Bei der Hardware muss durch Typzulassung oder andere Maßnahmen nachgewiesen werden können, dass sie für die Verwendung in mariner Umgebung geeignet ist.

13.8.4 Die Software muss für Benutzerfreundlichkeit ausgelegt und dokumentiert sein, einschließlich Überprüfung, Betrieb und Unterhaltung.

13.8.5 Die Benutzeroberfläche muss so gestaltet sein, dass die unter Kontrolle befindlichen Geräte jederzeit in einer sicheren und wirksamen Art und Weise bedient werden können.

13.8.6 Automationssysteme müssen so eingerichtet sein, dass ein Hardware-Fehler oder ein Fehler durch den Bediener nicht zu einem unsicheren Zustand führt. Ausreichende Sicherheitsmaßnahmen gegen Fehlbedienung müssen vorgesehen sein.

13.8.7 Zwischen Kontrolle, Überwachung/Alarm und Sicherheitsfunktionen muss eine zweckentsprechende Trennung eingehalten werden, um die Auswirkung einzelner Fehler zu begrenzen. Dieses gilt für alle Teile der Automationssysteme, die festgelegte Funktionen einhalten müssen, einschließlich angeschlossener Geräte und Energieversorgungs-Einrichtungen.

13.8.8 Automationssysteme müssen so eingerichtet sein, dass die Softwarekonfiguration und Parameter gegen unbefugte oder unbeabsichtigte Änderungen geschützt sind.

13.8.9 Zur Absicherung gegen unerwartete Auswirkungen von Veränderungen muss ein Änderungsmanagement-Prozess angewandt werden. Unterlagen über Konfigurationsänderungen und Zulassungen sind an Bord aufzubewahren.

13.8.10 Prozesse für die Entwicklung und Wartung integrierter Systeme müssen in Übereinstimmung mit anerkannten Normen<sup>20</sup> sein. Diese Prozesse müssen eine angemessene Risikoerkennung und ein angemessenes Risiko-Management einschließen.

### **13.9 Systemintegration**

13.9.1 Betriebswichtige Sicherheitsfunktionen müssen so ausgelegt sein, dass die Risiken für Personenschäden oder für die Beschädigung von Einbauten oder für die Umwelt auf ein für die Verwaltung annehmbares Niveau sowohl im normalen Betrieb als auch unter Fehlerzuständen herabgesetzt werden. Die Funktionen müssen eigensicher ausgeführt sein. Die Aufgaben und Verantwortlichkeiten für die Integration von Systemen müssen eindeutig definiert und von den entsprechenden Beteiligten abgestimmt sein.

13.9.2 Die Funktionsanforderungen an jedes Komponenten-Teilsystem müssen eindeutig definiert sein, um sicherzustellen, dass das integrierte System die funktionalen und vorgegebenen Sicherheitsanforderungen einhält und jegliche Einschränkungen der unter Kontrolle befindlichen Geräte berücksichtigt.

13.9.3 Die Hauptgefahren des integrierten Systems müssen unter Verwendung geeigneter risikobasierter Methoden identifiziert sein.

13.9.4 Das integrierte System muss geeignete Hilfsmittel zur umkehrbaren Kontrolle haben.

---

<sup>20</sup> Auf die Normen "ISO/IEC 15288:2008 – Systems and software engineering – System life cycle processes" und "ISO 17894:2005 – Ships and marine technology – Computer applications – General principles for the development and use of programmable electronic systems in marine applications" wird verwiesen.

13.9.5 Der Ausfall eines einzigen Teils des integrierten Systems darf die Funktionsfähigkeit von anderen Teilen nicht beeinträchtigen, davon ausgenommen sind diejenigen Funktionen, die von dem fehlerhaften Teil unmittelbar abhängig sind.

13.9.6 Der Betrieb mit einem integrierten System muss mindestens so wirksam sein, wie er mit einzelnen eigenständigen Geräten oder Systemen sein würde.

13.9.7 Die Unversehrtheit betriebswichtiger Maschinen oder Systeme während des normalen Betriebes und unter Fehlerzuständen muss nachgewiesen werden.

## KAPITEL 14

### PERSÖNLICHE SCHUTZAUSRÜSTUNG

#### *Zielsetzung*

*Sicherstellung, dass die Schutzausrüstung für die Schiffsbesatzung unter Berücksichtigung sowohl des laufenden Betriebes als auch von Notfällen und von möglichen kurz- oder langzeitigen Auswirkungen des umgeschlagenen Stoffes zur Verfügung steht.*

#### **14.1 Schutzausrüstung**

14.1.1 Zum Schutz der Besatzungsmitglieder, die für den normalen Ladungsumschlag eingesetzt werden, muss eine geeignete Schutzausrüstung einschließlich Augenschutz einer anerkannten nationalen oder internationalen Norm vorhanden sein, wobei die Eigenschaften der beförderten Stoffe zu berücksichtigen sind.

14.1.2 Die nach diesem Kapitel vorgeschriebene persönliche Schutz- und Sicherheitsausrüstung ist in geeigneten, deutlich gekennzeichneten Schränken an leicht zugänglichen Stellen aufzubewahren.

14.1.3 Die Pressluftausrüstung muss mindestens einmal im Monat durch einen verantwortlichen Schiffsoffizier überprüft werden, und die Überprüfung ist in den Schiffsunterlagen zu dokumentieren. Diese Ausrüstung muss außerdem mindestens einmal im Jahr durch eine fachkundige Person überprüft und getestet werden.

#### **14.2 Erste-Hilfe-Ausrüstung**

14.2.1 Eine Trage, die für das Hochziehen einer verletzten Person aus Räumen unter Deck geeignet ist, muss an einer leicht zugänglichen Stelle aufbewahrt werden.

14.2.2 Das Schiff muss eine medizinische Erste-Hilfe-Ausrüstung, einschließlich eines Sauerstoffgerätes zur Wiederbelebung, auf der Grundlage der Anforderungen des Leitfadens für Medizinische Erste-Hilfe-Maßnahmen (MFAG) für die Ladungen, die im Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut nach Anhang 2 angegeben sind, an Bord mitführen.

#### **14.3 Sicherheitsausrüstung**

14.3.1 Genügend, aber mindestens drei vollständige Sätze der Sicherheitsausrüstung müssen zusätzlich zu den nach Absatz 11.6.1 erforderlichen Brandschutzausrüstungen vorhanden sein. Jeder

Satz muss einen ausreichenden Personenschutz bieten, um den Zugang zu und das Arbeiten in einem gasgefüllten Raum zu ermöglichen. Diese Ausrüstung muss die Eigenschaft der Ladungen, die im Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut nach Anhang 2 angegeben sind, berücksichtigen.

14.3.2 Jeder vollständige Satz einer Sicherheitsausrüstung muss bestehen aus:

- .1 einem umluftunabhängigen Pressluftatmer, der eine Vollmaske mit einschließt und der nicht mit gespeichertem Sauerstoff arbeitet und einen Vorrat von mindestens 1200 l Frischluft hat. Jeder Satz muss austauschbar mit der nach Absatz 11.6.1 vorgeschriebenen Brandschutzausrüstung sein;
- .2 Schutzkleidung, Stiefeln und Handschuhen einer anerkannten Norm;
- .3 einer Rettungsleine mit Stahlseele und Gurt; und
- .4 einer explosionsgeschützten Sicherheitsleuchte.

14.3.3 Es muss ein ausreichender Vorrat verdichteter Luft vorhanden sein, der wie folgt sichergestellt wird:

- .1 durch mindestens eine voll gefüllte Reserverluftflasche für jedes nach Absatz 14.3.1 vorgeschriebene Atemschutzgerät;
- .2 durch einen Atemluftkompressor ausreichender Leistungsfähigkeit, der im Dauerbetrieb eingesetzt werden kann und der für die Erzeugung hochverdichteter Luft einer atmungsfähigen Qualität geeignet ist; und
- .3 durch eine Füllstation, an der genügend Reserverluftflaschen für die nach Absatz 14.3.1 vorgeschriebenen Atemschutzgeräte befüllt werden können.

#### **14.4 Anforderungen an den Personenschutz bei bestimmten Stoffen**

14.4.1 Die Vorschriften dieses Abschnitts gelten für Schiffe, die Stoffe befördern, für die diese Absätze in Spalte „I“ der Tabelle in Kapitel 19 aufgeführt sind.

14.4.2 Für jede Person an Bord muss für den Fluchtfall eine geeignete Atem- und Augenschutz-ausrüstung wie folgt vorgesehen sein:

- .1 ein Atemschutz mit Filtergerät ist nicht zulässig;
- .2 unabhängige Atemschutzgeräte müssen mindestens eine Einsatzdauer von 15 Minuten haben;
- .3 die für den Fluchtfall bestimmte Atemschutzausrüstung (Fluchttretter) darf nicht zur Brandbekämpfung oder für Zwecke des Ladungsbetriebs benutzt werden und muss dementsprechend gekennzeichnet sein.

14.4.3 Ein oder mehrere entsprechend gekennzeichnete Dekontaminations-Duschen und Augenduschen müssen unter Berücksichtigung der Größe und der räumlichen Anordnung des Schiffes an Deck vorhanden sein. Die Dekontaminations-Duschen und Augenduschen müssen bei allen Umgebungsbedingungen funktionsfähig sein.

14.4.4 Die nach Absatz 14.3.2.2 vorgeschriebene Schutzkleidung muss gasdicht sein.



## KAPITEL 15

### FÜLLGRENZEN FÜR LADETANKS

#### **Zielsetzung**

*Bestimmung der maximalen Ladungsmenge, die geladen werden kann.*

#### **15.1 Begriffsbestimmungen**

15.1.1 *Füllgrenze (FL)* bedeutet das größte Flüssigkeitsvolumen in einem Ladetank, bezogen auf das Gesamttankvolumen, wenn die flüssige Ladung die Bezugstemperatur erreicht hat.

15.1.2 *Beladungsgrenze (LL)* bedeutet das größte zulässige Flüssigkeitsvolumen, bezogen auf das Tankvolumen, bis zu dem der Tank beladen werden darf.

15.1.3 *Bezugstemperatur* bedeutet (nur für die Zwecke dieses Kapitels):

- .1 Die Temperatur, die dem Dampfdruck der Ladung beim Einstelldruck der Sicherheitsventile entspricht, wenn keine Druck- und Temperaturregelung der Ladung entsprechend Kapitel 7 vorgesehen ist; und
- .2 die jeweils höchste Temperatur der Ladung bei Beendigung der Beladung, während der Beförderung oder beim Entladen, wenn eine Druck- und Temperaturregelung der Ladung entsprechend Kapitel 7 vorgesehen ist.

15.1.4 *Entwurfswert der Umgebungstemperatur für weltweite Fahrt* bedeutet eine Seewassertemperatur von 32 °C und eine Lufttemperatur von 45 °C. Von der Verwaltung können jedoch geringere Werte dieser Temperaturen für Schiffe anerkannt werden, die in eingeschränkten Fahrtgebieten oder auf Reisen begrenzter Dauer eingesetzt werden; in solchen Fällen kann die Isolierung der Tanks berücksichtigt werden. Umgekehrt können höhere Werte dieser Temperaturen für Schiffe verlangt werden, die ständig in Gebieten mit hohen Umgebungstemperaturen fahren.

#### **15.2 Allgemeine Anforderungen**

Die maximale Füllgrenze der Ladetanks ist so zu bestimmen, dass der Dampfraum bei Bezugstemperatur ein minimales Volumen hat unter Berücksichtigung von:

- .1 Toleranzen der Messgeräte wie beispielsweise Füllstands- und Temperaturanzeiger;
- .2 einer Volumenzunahme der Ladung zwischen dem Einstelldruck des Sicherheitsventils und der in Abschnitt 8.4 festgelegten, maximal zulässigen Erhöhung; und
- .3 einem betrieblichen Spielraum, um in die Ladetanks zurücklaufende Flüssigkeit nach Beendigung der Beladung, die Reaktionszeit der Bedienperson und die Schließzeit der Ventile zu berücksichtigen (siehe Abschnitt 5.5 und Absatz 18.10.2.1.4).

#### **15.3 Vorgabe der Füllgrenze**

Der vorgegebene Wert für die Füllgrenze (FL) von Ladetanks beträgt 98% bei der Bezugstemperatur. Ausnahmen von diesem Wert müssen die Anforderungen des Abschnitts 15.4 erfüllen.

## 15.4 Bestimmung der erhöhten Füllgrenze

15.4.1 Eine Füllgrenze, die höher ist als die in Abschnitt 15.3 festgelegte Grenze von 98%, kann unter den in Absatz 8.2.17 festgelegten Bedingungen für Krängung und Trimm unter den folgenden Voraussetzungen zugelassen werden:

- .1 Es werden keine isolierten Dampfblasen innerhalb des Ladetanks gebildet;
- .2 der Einlassstutzen des Sicherheitsventils muss im Dampfraum verbleiben; und
- .3 Anrechnungen müssen vorgesehen sein für:
  - .1 eine Volumenzunahme der flüssigen Ladung infolge der Druckerhöhung von MARVS zum vollen Abblasedruck in Übereinstimmung mit Absatz 8.4.1;
  - .2 einen betrieblichen Spielraum von mindestens 0,1% des Tankvolumens; und
  - .3 Toleranzen der Messgeräte wie beispielsweise Füllstands- und Temperaturanzeiger.

15.4.2 In keinem Fall darf eine Füllgrenze zugelassen werden, die 99,5% bei Bezugstemperatur überschreitet.

## 15.5 Maximale Beladungsgrenze

15.5.1 Die maximale Beladungsgrenze (LL), bis zu der ein Ladetank beladen werden darf, ist nach der folgende Formel zu bestimmen:

$$LL = FL \frac{\rho_R}{\rho_L}$$

Dabei sind:

$LL$  = Beladungsgrenze entsprechend Absatz 15.1.2, ausgedrückt in Prozent,

$FL$  = Füllgrenze entsprechend des Abschnitts 15.3 oder 15.4, ausgedrückt in Prozent,

$\rho_R$  = relative Dichte der Ladung bei Bezugstemperatur, und

$\rho_L$  = relative Dichte der Ladung bei der Temperatur während des Beladens.

15.5.2 Die Verwaltung kann zulassen, dass Typ C-Tanks nach der Formel in Absatz 15.5.1 mit der nachfolgend definierten relativen Dichte  $\rho_R$  beladen werden, vorausgesetzt, dass das Abblasesystem der Tanks in Übereinstimmung mit Absatz 8.2.18 zugelassen worden ist.

$\rho_R$  = relative Dichte der Ladung bei der höchsten Temperatur, welche die Ladung bei Beendigung der Beladung, während der Beförderung oder beim Entladen nach den in Absatz 15.1.4 beschriebenen Bedingungen des Entwurfswertes der Umgebungstemperatur annehmen kann.

Dieser Absatz gilt nicht für Stoffe, die ein Typ 1G-Schiff erfordern.

### 15.6 Unterlagen für den Kapitän

15.6.1 Das Schiff muss ein Dokument mitführen, in dem die größten zulässigen Beladungsgrenzen für jeden Ladetank und Stoff bei jeder anwendbaren Beladungstemperatur und größten Bezugstemperatur angegeben sind. Die Angaben in diesem Dokument müssen von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation genehmigt sein.

15.6.2 In dem Dokument müssen ferner die Einstelldrücke der Sicherheitsventile angegeben sein.

15.6.3 Eine Kopie dieses Dokuments muss vom Kapitän ständig an Bord mitgeführt werden.

## KAPITEL 16

### VERWENDUNG VON LADUNG ALS BRENNSTOFF

#### *Zielsetzung*

*Sicherstellung der sicheren Verwendung von Ladung als Brennstoff.*

#### 16.1 Allgemeines

Mit Ausnahme der Vorgaben in Abschnitt 16.9 ist Methan (LNG) die einzige Ladung, deren Dampf oder ausdampfendes Gas in Maschinenräumen der Kategorie A verwendet werden darf, und in diesen Räumen darf der Dampf bzw. das Gas nur in Anlagen wie Kessel, Inertgaserzeuger, Verbrennungsmotoren, Gasverbrennungsanlagen und Gasturbinen verwendet werden.

#### 16.2 Verwendung von Ladungsdampf als Brennstoff

Dieses Kapitel behandelt die Verwendung von Ladungsdampf als Brennstoff in Anlagen wie Kessel, Inertgaserzeuger, Verbrennungsmotoren, Gasverbrennungsanlagen und Gasturbinen.

16.2.1 Bei verdampftem LNG muss das Brennstoffzufuhr-System die Anforderungen der Absätze 16.4.1, 16.4.2 und 16.4.3 erfüllen.

16.2.2 Bei verdampftem LNG dürfen die Gasverbraucher keine sichtbare Flamme zeigen und müssen die Abgastemperatur im Abzugsschacht unterhalb von 535 °C halten.

#### 16.3 Einrichtungen in Räumen, die Gasverbraucher enthalten

16.3.1 Räume, in denen sich Gasverbraucher befinden, müssen mit einem mechanischen Belüftungssystem ausgerüstet sein, das so angeordnet ist, dass Bereiche vermieden werden, in denen sich Gas ansammeln kann, dabei sind die Dichte des Dampfes und mögliche Zündquellen zu berücksichtigen. Das Belüftungssystem muss von den Belüftungssystemen getrennt sein, die andere Räume versorgen.

16.3.2 In diesen Räumen müssen Gasspürgeräte eingebaut sein, besonders in Zonen mit verringerter Luftzirkulation. Die Gasspüranlage muss den Anforderungen des Kapitels 13 entsprechen.

16.3.3 Elektrische Betriebsmittel, die in dem in Absatz 16.4.3 beschriebenen doppelwandigen Rohr oder Schacht eingebaut sind, müssen den Anforderungen des Kapitels 10 entsprechen.

16.3.4 Alle Ventile und Entlüftungsleitungen, die Gasbrennstoff enthalten oder mit Gasbrennstoff kontaminiert sein können, müssen zu einem sicheren Ort außerhalb des Maschinenraums geführt werden und mit einem Flammensieb ausgerüstet sein.

## **16.4 Gasbrennstoffzufuhr**

### **16.4.1 Allgemeines**

16.4.1.1 Die Anforderungen dieses Abschnitts gelten für Leitungen der Gasbrennstoffzufuhr außerhalb des Ladungsbereiches. Brennstoffleitungen dürfen nicht durch Unterkunftsräume, Wirtschaftsräume, Räume mit elektrischen Einrichtungen oder Kontrollstationen geführt sein. Die Streckenführung der Rohrleitung muss die potentielle Gefahr infolge mechanischer Beschädigung in Bereichen wie Lagerräume oder Maschinenbedienungs-Bereichen berücksichtigen.

16.4.1.2 Es muss eine Einrichtung für das Inertisieren und Gasfreimachen derjenigen Teile des Gasbrennstoffleitungs-Systems vorhanden sein, die sich im Maschinenraum befinden.

### **16.4.2 Leckaufspüren**

Es müssen Einrichtungen für eine ständige Überwachung und für Alarme vorgesehen sein, die ein Leck im Rohrleitungssystem in geschlossenen Räumen anzeigen und die entsprechende Gasbrennstoffzufuhr abstellen.

### **16.4.3 Streckenführung von Gasbrennstoffzufuhr-Leitungen**

Brennstoffleitungen dürfen mit Ausnahme der in Absatz 16.4.1 genannten Räume durch geschlossene Räume hindurch oder in diese hineingeführt werden, wenn sie eine der folgenden Bedingungen erfüllen:

- .1 Die Leitung besteht aus einem doppelwandigen Rohrsystem, wobei der Raum zwischen den beiden konzentrisch angeordneten Rohren mit Inertgas unter einem Druck gehalten wird, der höher ist als der Druck des Gasbrennstoffes. Das nach Absatz 16.4.6 vorgeschriebene Gasbrennstoff-Hauptventil schließt bei Abfall bzw. Verlust des Inertgasdruckes selbsttätig; oder
- .2 die Leitung ist in einem Rohr oder einem Kanal mit einer mechanischen Sauglüftung verlegt, die eine Leistungsfähigkeit von mindestens 30 Luftwechsel je Stunde hat und ist so ausgelegt, dass ein Druck unter dem Atmosphärendruck eingehalten wird. Die mechanische Lüftung entspricht Kapitel 12, soweit anwendbar. Die Lüftung ist immer in Betrieb, wenn sich Brennstoff in den Leitungen und dem nach Absatz 16.4.6 vorgeschriebene Gasbrennstoff-Hauptventil befindet, und schließt selbsttätig, wenn der erforderliche Luftdurchsatz durch die Sauglüftung nicht erreicht und aufrecht erhalten wird. Der Lüftungseintritt oder der Kanal kann von einem ungefährdeten Maschinenraum ausgehen, und die Austrittsöffnung des Lüftungssystems befindet sich an einer sicheren Stelle.

### **16.4.4 Anforderungen für Gasbrennstoff mit einem Druck von mehr als 1 MPa**

16.4.4.1 Die Brennstoffzufuhr-Leitungen zwischen den Hochdruck-Brennstoffpumpen bzw. Kompressoren und den Verbrauchern müssen durch ein doppelwandiges Rohrleitungssystem geschützt sein, das einen Defekt der Hochdruckleitung unter Berücksichtigung der Auswirkungen sowohl des Druckes als auch der niedrigen Temperatur aushalten kann. Im Ladungsbereich ist ein

einwandiges Rohr bis zum nach Absatz 16.4.6 vorgeschriebenen Absperrventil bzw. zu den vorgeschriebenen Absperrventilen zulässig.

16.4.4.2 Die Einrichtung in Absatz 16.4.3.2 kann ebenfalls zulässig sein, vorausgesetzt, die Leitung oder der Kanal kann entsprechend den Anforderungen des Absatzes 16.4.7 einen Defekt der Hochdruckleitung aushalten und unter Berücksichtigung der Auswirkungen sowohl des Druckes als auch der möglichen niedrigen Temperatur und vorausgesetzt, der Einlass und der Auslass des äußeren Rohres oder Kanals befinden sich im Ladungsbereich.

### 16.4.5 *Trennung der Gasverbraucher*

Die Brennstoffzufuhr-Leitungen jedes Gasverbrauchers müssen eine Gasbrennstoff-Absperrung durch ein selbsttätiges Doppelabsper- und Entlüftungsventil haben, das an einen sicheren Ort entlüftet, sowohl im Normalbetrieb als auch im Notbetrieb. Die selbsttätigen Ventile müssen so eingerichtet sein, dass sie bei Ausfall der Stellkraft in die geschlossene Stellung zurückfallen. In einem Raum, in dem sich mehrere Verbraucher befinden, darf das Abschalten eines Verbrauchers die Gaszufuhr zu den anderen nicht beeinträchtigen.

### 16.4.6 *Räume, die Gasverbraucher enthalten*

16.4.6.1 Es muss möglich sein, die Gasbrennstoffzufuhr zu jedem einzelnen Raum, der einen Gasverbraucher bzw. mehrere Gasverbraucher enthält oder durch den Leitungen der Gasbrennstoffzufuhr geführt sind, mit einem einzelnen Hauptventil abzuschalten, das innerhalb des Ladungsbereiches angeordnet ist. Die Abschaltung der Gasbrennstoffzufuhr zu einem Raum darf die Gasbrennstoffzufuhr zu anderen Gasverbraucher enthaltenden Räumen nicht beeinflussen, wenn die Gasverbraucher in zwei oder mehreren Räumen angeordnet sind, und sie darf nicht den Ausfall des Antriebs oder der elektrischen Energieversorgung verursachen.

16.4.6.2 Wenn die doppelte Barriere um das Gasbrennstoffzufuhr-System aufgrund von Lufteintrittsöffnungen oder anderen Öffnungen nicht durchgängig ist, oder wenn es irgend eine Stelle gibt, an der ein einziger Defekt eine Leckage in den Raum verursacht, muss das einzelne Hauptventil für den Raum in den folgenden Fällen schließen:

- .1 Selbsttätig durch:
  - .1 Gasaufspüren innerhalb des Raumes;
  - .2 Leckaufspüren im ringförmigen Raum eines doppelwandigen Rohres;
  - .3 Leckaufspüren in anderen Abteilungen innerhalb des Raumes, der einwandige Gasbrennstoffleitungen enthält;
  - .4 Ausfall der Lüftung im ringförmigen Raum eines doppelwandigen Rohres;
  - .5 Ausfall der Lüftung in anderen Abteilungen innerhalb des Raumes, der einwandige Gasbrennstoffleitungen enthält; und
- .2 manuell von innerhalb des Raumes aus und von mindestens einer entfernt liegenden Stelle aus.

16.4.6.3 Wenn die doppelte Barriere um das Gasbrennstoffzufuhr-System durchgängig ist, kann ein im Ladungsbereich angeordnetes einzelnes Hauptventil für jeden Gasverbraucher innerhalb des

Raumes eingebaut sein. Das einzelne Hauptventil muss in den folgenden Fällen schließen:

- .1 Selbsttätig durch:
  - .1 Leckaufspüren im ringförmigen Raum eines doppelwandigen Rohres, das durch dieses einzelne Hauptventil versorgt wird;
  - .2 Leckaufspüren in anderen Abteilungen, die einwandige Gasbrennstoffleitungen enthalten, welche Teil des Brennstoffzufuhr-Systems sind, das durch das einzelne Hauptventil versorgt wird, und
  - .3 Ausfall der Lüftung oder Verlust des Druckes im ringförmigen Raum eines doppelwandigen Rohres, und
- .2 manuell von innerhalb des Raumes aus und von mindestens einer entfernt liegenden Stelle aus.

#### 16.4.7 *Bauart der Rohrleitungen und Kanäle*

Die Gasbrennstoffleitungen in Maschinenräumen müssen den Anforderungen der Abschnitte 5.1 bis 5.9, soweit zutreffend, entsprechen. Die Rohrleitungen müssen, soweit praktisch durchführbar, geschweißte Verbindungen haben. Diejenigen Teile der Gasbrennstoffleitung, die nicht innerhalb eines belüfteten Rohrs oder Kanals entsprechend Absatz 16.4.3 verlegt sind, sondern auf dem Wetterdeck außerhalb des Ladungsbereiches angeordnet sind, müssen voll durchgeschweißte Stumpfnahverbindungen haben und sind einer vollständigen Durchstrahlungsprüfung zu unterziehen.

#### 16.4.8 *Gasaufspüren*

Gasspürsysteme, die entsprechend den Anforderungen dieses Kapitels eingebaut sind, müssen den Alarm bei 30% der unteren Zündgrenze (LFL) auslösen und beim Erreichen von 60% LFL (siehe Absatz 13.6.17) das nach Absatz 16.4.6 vorgeschriebene Gasbrennstoff-Hauptventil schließen.

### 16.5 **Gasbrennstoff-Anlage und zugehörige Vorrattanks**

#### 16.5.1 *Bereitstellung von Gasbrennstoff*

Alle Anlagenteile (Vorwärmer, Verdichter, Verdampfer, Filter usw.) für die Aufbereitung der Ladung und/oder des aus der Ladung austretenden Dampfes für die Verwendung als Brennstoff sowie die zugehörigen Vorrattanks müssen im Ladungsbereich angeordnet sein. Falls die Anlagenteile in einem geschlossenen Raum untergebracht sind, muss der Raum entsprechend Abschnitt 12.1 belüftet werden und mit einem fest eingebauten Feuerlöschsystem nach Abschnitt 11.5 sowie einem Gasspürsystem nach Abschnitt 13.6 ausgerüstet sein, soweit anwendbar.

#### 16.5.2 *Fernabschaltungen*

16.5.2.1 Alle rotierenden Anlagenteile, die für die Aufbereitung der Ladung für die Verwendung als Brennstoff eingesetzt werden, müssen für eine manuelle Fernabschaltung vom Maschinenraum aus eingerichtet sein. Zusätzliche Fernabschaltungen müssen in Bereichen angeordnet sein, die immer leicht zugänglich sind, typischerweise Ladekontrollraum, Kommandobrücke und Feuerkontrollstation.

16.5.2.2 Die Brennstoffzufuhr-Einrichtungen müssen im Fall eines niedrigen Ansaugdruckes oder einer Feuermeldung selbsttätig abgeschaltet werden. Soweit nicht ausdrücklich etwas anderes bestimmt ist, brauchen die Vorschriften des Abschnitts 18.10 nicht auf Gasbrennstoff-Kompressoren oder -Pumpen angewendet zu werden, wenn diese zur Versorgung von Gasverbrauchern eingesetzt werden.

### 16.5.3 *Heiz- und Kühlmedien*

Wenn das Heiz- oder Kühlmedium für die Gasbrennstoff-Aufbereitungsanlage in Räume außerhalb des Ladungsbereiches zurückgeführt wird, müssen Einrichtungen vorgesehen sein, die das Vorhandensein von Ladung bzw. Ladungsdampf in dem Medium aufspüren und einen Alarm auslösen. Jede Austrittsöffnung der Entlüftung muss an einer sicheren Stelle liegen, und es muss ein wirksames zugelassenes Flammensieb eingebaut sein.

### 16.5.4 *Rohrleitungen und Druckbehälter*

Rohrleitungen oder Druckbehälter, die im Gasbrennstoffzufuhr-System eingebaut sind, müssen die Anforderungen des Kapitels 5 erfüllen.

## 16.6 **Besondere Anforderungen an Hauptkessel**

### 16.6.1 *Einrichtungen*

16.6.1.1 Jeder Kessel muss einen separaten Rauchgasabzug haben.

16.6.1.2 Jeder Kessel muss ein unabhängiges Zwangsbelüftungssystem haben. Zwischen den Kessel-Zwangsbelüftungssystemen kann eine Verbindung für den Notbetrieb eingebaut sein, vorausgesetzt, dass alle relevanten Sicherheitsfunktionen unterstützt werden.

16.6.1.3 Die Feuerräume und Rauchgasabzüge der Kessel müssen so gebaut sein, dass jede Ansammlung von gasförmigem Brennstoff verhindert wird.

### 16.6.2 *Verbrennungseinrichtungen*

16.6.2.1 Die Verbrennungssysteme müssen aus Mehrstoffbrennern bestehen, die geeignet sind, sowohl Öl oder Gasbrennstoff allein oder Öl und Gasbrennstoff gleichzeitig zu verbrennen.

16.6.2.2 Die Brenner müssen so gebaut sein, dass unter allen Feuerungszuständen eine stabile Verbrennung aufrechterhalten wird.

16.6.2.3 Es muss ein selbsttätiges System eingebaut sein, das vom Gasbrennstoffbetrieb auf Ölbrennstoffbetrieb ohne Unterbrechung der Kesselbefuerung bei Ausfall der Gasbrennstoffzufuhr umschaltet.

16.6.2.4 Die Gasdüsen und das Brenner-Überwachungssystem müssen so konfiguriert sein, dass der Gasbrennstoff nur durch eine vorhandene Ölbrennstoff-Flamme gezündet werden kann, sofern nicht der Kessel und die Verbrennungseinrichtung so gebaut und von einer anerkannten Organisation zugelassen sind, mit Gasbrennstoff zu zünden.

### 16.6.3 *Sicherheit*

16.6.3.1 Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die sicherstellen, dass der Gasbrennstoffzufluss zum Brenner selbsttätig unterbrochen wird, wenn eine ausreichende Zündung nicht stattgefunden hat und nicht aufrechterhalten wird.

16.6.3.2 In die Leitung jedes Gasbrenners muss ein Handabsperrentil eingebaut sein.

16.6.3.3 Es müssen Einrichtungen für das selbsttätige Spülen der Gasbrennstoffleitungen zu den Brennern mit einem Inertgas nach dem Erlöschen dieser Brenner eingebaut sein.

16.6.3.4 Das nach Absatz 16.6.2.3 vorgeschriebene selbsttätige Brennstoff-Umschaltssystem muss mit Alarmgebern überwacht werden, um eine ständige Betriebsbereitschaft sicherzustellen.

16.6.3.5 Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, damit im Fall eines Flammenausfalls aller in Betrieb befindlichen Brenner die Feuerräume der Kessel vor Wiederaufstart der Brenner selbsttätig gespült werden.

16.6.3.6 Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, mit denen die Kessel von Hand gespült werden können.

## **16.7 Besondere Anforderungen an gasbetriebene Verbrennungsmotoren**

Zweistoffmotoren sind solche Motoren, die Gasbrennstoff (mit Zündöl) und Ölbrennstoff verwenden. Ölbrennstoffe können Destillats- und Rückstandsöle enthalten. Reine Gasmotoren sind solche Motoren, die nur Gasbrennstoff verwenden.

### **16.7.1 Einrichtungen**

16.7.1.1 Wenn Gas in einer Mischung mit Luft über eine gemeinsame Sammelleitung zugeführt wird, müssen vor jedem Zylinderkopf Flammendurchschlagsicherungen installiert sein.

16.7.1.2 Jeder Motor muss seinen eigenen separaten Abgaskanal haben.

16.7.1.3 Die Abgaskanäle müssen so gebaut sein, dass jede Ansammlung von unverbranntem Gasbrennstoff verhindert wird.

16.7.1.4 Lufteintrittsansaugstutzen, Spüllufträume, Abluftsysteme und Kurbelgehäuse müssen mit geeigneten Druckentlastungssystemen ausgerüstet sein, sofern sie nicht eine Festigkeit haben, die dem höchsten Überdruck infolge von Verpuffungen durch Gaslecks standhalten. Druckentlastungssysteme müssen, fernab von Personen, zu einem sicheren Ort führen.

16.7.1.5 Jeder Motor muss ein von anderen Maschinen unabhängiges Lüftungssystem für Kurbelgehäuse, Ölwanne und Kühlsysteme haben.

### **16.7.2 Verbrennungseinrichtungen**

16.7.2.1 Vor dem Zufluss von Gasbrennstoff muss die einwandfreie Funktionsfähigkeit des Zündöl-Einspritzsystems an jeder Einheit überprüft werden.

16.7.2.2 Wenn bei einer Maschine mit Zündkerzen die Zündung durch das Maschinenüberwachungssystem innerhalb einer maschinenspezifischen Zeitdauer nach dem Öffnen des Gaszufuhr-Ventils nicht festgestellt worden ist, muss dieses selbsttätig geschlossen und der Startvorgang beendet werden. Es muss sichergestellt sein, dass jegliche unverbrannte Gas-Mischung durch das Abgassystem abgeführt wird.

16.7.2.3 Bei Zweistoffmotoren, bei denen ein Zündöl-Einspritzsystem installiert ist, muss ein selbsttätiges System eingebaut sein, das vom Gasbrennstoffbetrieb auf Ölbrennstoffbetrieb mit einer minimalen Schwankung der Motorleistung umschaltet.



16.7.2.4 Im Fall eines unstabilen Gasbrennstoff-Betriebes von Motoren mit den Einrichtungen nach Absatz 16.7.2.3 muss der Motor selbsttätig auf Ölbrennstoffbetrieb wechseln.

### 16.7.3 *Sicherheit*

16.7.3.1 Während des Stoppens des Motors muss die Gasbrennstoff-Zufuhr selbsttätig vor der Zündquelle abgesperrt werden.

16.7.3.2 Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, die sicherstellen, dass sich im Abgassystem vor der Zündung kein unverbrannter Gasbrennstoff befindet.

16.7.3.3 Kurbelgehäuse, Ölwanne, Spülräume und Kühlsystem-Ventile müssen ein Gasspürsystem haben (siehe Absatz 13.6.17).

16.7.3.4 Beim Entwurf des Motors müssen Vorkehrungen getroffen werden, um eine ständige Überwachung möglicher Zündquellen im Kurbelgehäuse zu ermöglichen. Im Inneren des Kurbelgehäuses installierte Instrumente müssen den Anforderungen des Kapitels 10 entsprechen.

16.7.3.5 Es muss eine Einrichtung vorhanden sein, mit der eine schlechte Verbrennung oder Fehlzündungen beobachtet und entdeckt werden, die zu unverbranntem Gasbrennstoff im Abgassystem während des Betriebes führen können. Im Fall einer Entdeckung ist die Gasbrennstoffzufuhr abzusperren. Im Inneren des Abgassystems installierte Instrumente müssen den Anforderungen des Kapitels 10 entsprechen.

## 16.8 **Besondere Anforderungen an Gasturbinen**

### 16.8.1 *Einrichtungen*

16.8.1.1 Jede Turbine muss ihren eigenen separaten Abgaskanal haben.

16.8.1.2 Die Abgaskanäle müssen so gebaut sein, dass jede Ansammlung von unverbranntem gasförmigen Brennstoff verhindert wird.

16.8.1.3 Druckentlastungssysteme müssen angemessen ausgelegt und in das Abgassystem unter Berücksichtigung von Verpuffungen aufgrund von Gasbrennstoff-Leckagen eingebaut sein, sofern sie nicht eine Festigkeit haben, die den ungünstigsten Überdruck infolge entzündeter Gase von Lecks standhalten. Druckentlastungssysteme innerhalb der Abgaskanäle müssen, fernab von Personen, zu einem ungefährdeten Ort geführt sein.

### 16.8.2 *Verbrennungseinrichtungen*

Es muss ein selbsttätiges System eingebaut sein, das sicher und schnell vom Gasbrennstoffbetrieb auf Ölbrennstoffbetrieb mit einer minimalen Schwankung der Motorleistung umschaltet.

### 16.8.3 *Sicherheit*

16.8.3.1 Es müssen Einrichtungen vorhanden sein, mit denen eine schlechte Verbrennung beobachtet und entdeckt wird, die zu unverbranntem Gasbrennstoff im Abgassystem während des Betriebes führen kann. Im Fall einer Entdeckung ist die Gasbrennstoffzufuhr abzusperren.

16.8.3.2 Jede Turbine muss mit einer selbsttätigen Abschalt-Einrichtung für hohe Abgastemperaturen ausgerüstet sein.

## 16.9 Alternative Brennstoffe und Technologien

16.9.1 Sofern für die Verwaltung annehmbar, können andere Ladungsdämpfe als Brennstoff unter der Voraussetzung verwendet werden, dass ein gleiches Sicherheitsniveau wie für Erdgas in diesem Code sichergestellt ist.

16.9.2 Die Verwendung von Ladungen, die als giftige Stoffe gekennzeichnet sind, darf nicht zugelassen werden.

16.9.3 Bei anderen Ladungen als LNG muss das Brennstoffzufuhr-System die Anforderungen der Absätze 16.4.1, 16.4.2 und 16.4.3 sowie des Abschnitts 16.5 erfüllen, soweit anwendbar, und es muss Einrichtungen zur Verhinderung der Kondensierung von Dämpfen enthalten.

16.9.4 Brennstoffzufuhr-Systeme mit verflüssigtem Gas müssen Abschnitt 16.4.5 entsprechen.

16.9.5 Zusätzlich zu den Anforderungen des Absatzes 16.4.3.2 müssen die Eintrittsöffnung und die Austrittsöffnung des Lüftungssystems in einem ungefährdeten Bereich außerhalb des Maschinenraums angeordnet sein.

## KAPITEL 17

### BESONDERE ANFORDERUNGEN

#### *Zielsetzung*

*Angabe der zusätzlichen Anforderungen in Bezug auf bestimmte Ladungen.*

#### 17.1 Allgemeines

Die Anforderungen dieses Kapitels sind anwendbar, wenn in Spalte „i“ der Tabelle in Kapitel 19 ein entsprechender Hinweis angegeben ist. Diese Anforderungen gelten zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen des Codes.

#### 17.2 Konstruktionswerkstoffe

Werkstoffe, die während des normalen Betriebs der Ladung ausgesetzt sein können, müssen gegenüber der Korrosionseinwirkung der Gase widerstandsfähig sein.

Darüber hinaus dürfen die folgenden Konstruktionswerkstoffe für Ladetanks und zugehörige Rohrleitungen, Absperrventile, Fittinge und andere Ausrüstungsteile, die normalerweise mit der flüssigen oder dampfförmigen Ladung in unmittelbare Berührung kommen, für bestimmte in Spalte „i“ der Tabelle in Kapitel 19 aufgeführte Stoffe nicht verwendet werden:

- .1 Quecksilber, Kupfer, kupferhaltige Legierungen und Zink,
- .2 Kupfer, Silber, Quecksilber, Magnesium und andere Acetylide bildende Metalle,
- .3 Aluminium und aluminiumhaltige Legierungen,
- .4 Kupfer, Kupferlegierungen, Zink und verzinkter Stahl,

- .5 Aluminium, Kupfer und Legierungen beider Metalle, und
- .6 Kupfer und kupferhaltige Legierungen mit mehr als 1% Kupfer.

### 17.3 Unabhängige Tanks

17.3.1 Die Stoffe dürfen nur in unabhängigen Tanks befördert werden.

17.3.2 Die Stoffe müssen in unabhängigen Typ C-Tanks befördert werden, und es gelten die Anforderungen des Absatzes 7.1.2. Bei der Festlegung des Entwurfsdruckes für den Ladetank sind jegliche Drücke zu berücksichtigen, die durch Druckpolster bedingt oder bei einer Druckentleerung der Dampf- und Flüssigladung auftreten.

### 17.4 Kühlsysteme

17.4.1 Es darf nur das in Absatz 7.3.1.2 beschriebene indirekte System benutzt werden.

17.4.2 Bei Schiffen, die für die Beförderung von Stoffen eingesetzt sind, die leicht gefährliche Peroxide bilden, muss verhindert werden, dass rückverflüssigte Ladung stehende Taschen aus unstabiler Flüssigkeit bildet. Dies kann auf folgende Weise erreicht werden:

- .1 Benutzung des in Absatz 7.3.1.2 beschriebenen indirekten Systems, wobei sich der Kondensator im Ladetank befindet; oder
- .2 Benutzung des in Absatz 7.3.1.1 bzw. 7.3.1.3 beschriebenen direkten oder kombinierten Systems oder des in Absatz 7.3.1.2 beschriebenen indirekten Systems, wobei sich der Kondensator außerhalb des Ladetanks befindet; dabei muss das Kondensatorsystem so gebaut sein, dass jegliche Stellen vermieden werden, an denen Flüssigkeit sich sammeln und zurückgehalten werden könnte. Wenn dieses nicht möglich ist, muss stabilisierte Flüssigkeit im Zustrom solcher Stellen zugegeben werden.

17.4.3 Wenn das Schiff Stoffe nach Absatz 17.4.2 nacheinander zu befördern hat, wobei jeweils eine Ballastreise dazwischen liegt, muss alle unstabilierte Flüssigkeit vor der Ballastreise entfernt werden. Wenn eine zweite Ladung zwischen solchen aufeinanderfolgenden Ladungen gefahren werden muss, ist die Rückverflüssigungsanlage sorgfältig zu entleeren und zu spülen, bevor die zweite Ladung geladen wird. Das Spülen ist entweder mittels Inertgas oder mit dem Ladungsdampf der zweiten Ladung durchzuführen, falls die Ladungen miteinander verträglich sind. Es müssen praktische Maßnahmen ergriffen werden, um sicherzustellen, dass sich keine Polymere oder Peroxide im Ladungssystem ansammeln.

### 17.5 Ladungen, die ein Typ IG-Schiff erforderlich machen

17.5.1 Alle Stumpfnah-Schweißverbindungen von Laderohrleitungen, deren Durchmesser größer als 75 mm ist, müssen einer 100%igen Durchstrahlungsprüfung unterzogen werden.

17.5.2 Gas-Probenahmeleitungen dürfen nicht in oder durch ungefährdete Bereiche geführt sein. Alarmgeber entsprechend Absatz 13.6.2 müssen auslösen, wenn die Dampfkonzentration den Wert der maximalen Arbeitsplatzkonzentration erreicht.

17.5.3 Die Alternative, tragbare Geräte für das Aufspüren von Gas entsprechend Absatz 13.6.5 zu verwenden, ist nicht zulässig.

17.5.4 Ladekontrollräume müssen in einem ungefährdeten Bereiche angeordnet sein, und außerdem müssen alle Messgeräte von indirekter Bauart sein.

17.5.5 Personen müssen gegen die Auswirkungen eines größeren Ladungsaustritts durch die Vorhaltung eines Raumes im Unterkunftsbereich, der entsprechend den Anforderungen der Verwaltung gestaltet und ausgerüstet ist, geschützt sein.

17.5.6 Ungeachtet der Anforderungen in Absatz 3.2.4.3 ist der Zugang zu Räumen in der Back durch eine dem Ladungsbereich zugewandte Tür nicht zulässig, außer wenn eine Gasschleuse entsprechend Abschnitt 3.6 vorhanden ist.

17.5.7 Ungeachtet der Anforderungen in Absatz 3.2.7 ist der Zugang zu Kontrollstationen und Maschinenräumen von Drehkranzmodulen durch eine dem Ladungsbereich zugewandte Tür nicht zulässig.

## 17.6 Fernhalten von Luft aus Dampfäumen

Aus den Ladetanks und den zugehörigen Rohrleitungen muss vor dem Beladen die Luft entfernt und anschließend ferngehalten werden durch:

- .1 Zuführung von Inertgas zur Aufrechterhaltung eines Überdruckes. Der Vorrat oder die Erzeugungskapazität von Inertgas muss ausreichend sein, um die normalen Betriebsanforderungen zu erfüllen und die durch die Sicherheitsventile entweichende Inertgasmenge auszugleichen. Der Sauerstoffgehalt des Inertgases darf zu keinem Zeitpunkt 0,2 Vol.-% überschreiten, ;oder
- .2 Überwachung der Ladungstemperatur derart, dass jederzeit ein Überdruck aufrecht erhalten wird.

## 17.7 Überwachung auf Feuchtigkeit

Für Gase, die nicht entzündbar sind und die mit Wasser korrosiv werden oder mit Wasser gefährlich reagieren können, muss eine Überwachung auf Feuchtigkeit vorhanden sein, um sicherzustellen, dass die Ladetanks vor dem Beladen trocken sind und dass während des Entladens trockene Luft oder Ladungsdampf eingeleitet wird, um Unterdruck zu verhindern. Trockene Luft im Sinne dieses Absatzes ist Luft mit einem Taupunkt von -45 °C oder darunter bei Atmosphärendruck.

## 17.8 Stabilisierung

Es ist darauf zu achten, dass die Ladung ausreichend stabilisiert ist, um eine Selbstreaktion (z. B. Polymerisation oder Dimerisation) zu jedem Zeitpunkt während der Reise zu verhindern. Die Schiffe müssen eine Bescheinigung des Herstellers mit folgenden Angaben mitführen:

- .1 Bezeichnung und Menge des hinzugegebenen Stabilisators;
- .2 Datum, an dem der Stabilisator hinzugegeben wurde, und seine unter normalen Umständen zu erwartende Wirksamkeitsdauer;
- .3 alle Temperaturbegrenzungen, die den Stabilisator beeinflussen; und
- .4 die zu ergreifenden Maßnahmen, falls die Reisedauer die Wirksamkeitsdauer der Stabilisatoren überschreiten sollte.

### 17.9 Flammensiebe an Entlüftungsaustritten

Wenn eine Ladung mit Hinweis auf diesen Abschnitt befördert wird, müssen die Austrittsöffnungen der Ladetankentlüftung leicht auswechselbare und wirksame Flammensiebe oder Sicherheitshauben einer zugelassenen Bauart haben. Beim Entwurf der Flammensiebe und Entlüftungshauben ist die mögliche Blockierung dieser Bauteile durch das Gefrieren von Ladungsdampf oder Vereisung bei Schlechtwetterbedingungen besonders zu beachten. Wenn Ladungen ohne Hinweis auf diesen Abschnitt befördert werden, sind die Flammensiebe zu entfernen und durch Schutzsiebe entsprechend Absatz 8.2.15 zu ersetzen.

### 17.10 Größte zulässige Ladungsmenge je Tank

Wenn eine Ladung mit Hinweis auf diesen Abschnitt befördert wird, darf die Ladungsmenge 3000 m<sup>3</sup> je Tank nicht überschreiten.

### 17.11 Ladepumpen und Entladeeinrichtungen

17.11.1 Der Dampfraum von Ladetanks, die mit elektrisch angetriebenen Tauchpumpen ausgerüstet sind, muss vor dem Beladen, während der Beförderung und während des Entladens entzündbarer Flüssigkeiten auf Überdruck inertisiert sein.

17.11.2 Die Ladung darf nur mit Deepwell-Pumpen oder hydraulisch betriebenen Tauchpumpen entladen werden. Diese Pumpen müssen von einer Bauart sein, bei welcher der Flüssigkeitsdruck gegen die Wellen-Stopfbuchse vermieden wird.

17.11.3 Für die Entladung von Ladung aus unabhängigen Typ C-Tanks kann eine Druckentleerung mittels Inertgas eingesetzt werden, vorausgesetzt, das Ladungssystem ist für den erwarteten Druck ausgelegt.

### 17.12 Ammoniak

17.12.1 Wasserfreies Ammoniak kann Spannungsrisskorrosion in Ladungsbehälter- und Prozesssystemen verursachen, die aus Kohlenstoff-Manganstahl oder Nickelstahl hergestellt sind. Um das Risiko, dass dieses eintritt, so klein wie möglich zu halten, sind die jeweils zutreffenden, in den Absätzen 17.12.2 bis 17.12.8 aufgeführten Maßnahmen zu treffen.

17.12.2 Wird Kohlenstoff-Manganstahl verwendet, müssen Ladetanks, Prozessdruckbehälter und Ladeleitungen aus Feinkornstahl mit einer Mindestnennstreckgrenze von nicht mehr als 355 N/mm<sup>2</sup> hergestellt sein, und die tatsächliche Streckgrenze darf 440 N/mm<sup>2</sup> nicht überschreiten. Außerdem ist eine der folgenden konstruktiven oder betrieblichen Maßnahmen zu treffen:

- .1 Es sind Werkstoffe geringerer Festigkeit mit einer Mindestnennstreckgrenze von nicht mehr als 410 N/mm<sup>2</sup> zu verwenden; oder
- .2 Ladetanks usw. sind nach dem Schweißen einer Wärmebehandlung zwecks Spannungsabbau zu unterziehen; oder
- .3 die Beförderungstemperatur ist vorzugsweise bei einer Temperatur zu halten, die dicht beim Verdampfungspunkt der Ladung von -33 °C, aber in keinem Fall bei einer höheren Temperatur als -20 °C liegt; oder
- .4 das Ammoniak darf nicht weniger als 0,1% w/w Wasser enthalten, und dem Kapitän ist eine Bescheinigung zur Verfügung zu stellen, die dieses bestätigt

17.12.3 Wenn Kohlenstoff-Manganstähle mit höheren Streckgrenzen als den in Absatz 17.12.2 angegebenen verwendet werden, müssen die fertiggestellten Tanks, Rohrleitungen usw. nach dem Schweißen einer Wärmebehandlung zwecks Spannungsabbau unterzogen werden.

17.12.4 Prozessdruckbehälter und Rohrleitungen des Kondensationsteils des Ladungskühlsystems müssen nach dem Schweißen einer Wärmebehandlung zwecks Spannungsabbau unterzogen werden, wenn sie aus den in 17.12.1 genannten Werkstoffen bestehen.

17.12.5 Zugfestigkeit und Streckgrenze von Schweißzusatzwerkstoffen dürfen die entsprechenden Werte des Tank- und Rohrleitungswerkstoffes nur um das kleinstmögliche Maß überschreiten.

17.12.6 Nickelstähle mit mehr als 5% Nickelgehalt und Kohlenstoff-Manganstähle, welche die Anforderungen nach den Absätzen 17.12.2 und 17.12.3 nicht erfüllen, sind besonders anfällig für Spannungsrisskorrosion durch Ammoniak und dürfen nicht für Ladungsbehälter- und Rohrleitungssysteme für die Beförderung dieses Stoffes verwendet werden.

17.12.7 Nickelstähle mit nicht mehr als 5% Nickelgehalt können unter der Voraussetzung verwendet werden, dass die Beförderungstemperatur die in Absatz 17.12.2.3 angegebenen Anforderungen erfüllt.

17.12.8 Um das Risiko der durch Ammoniak verursachten Spannungsrisskorrosion so gering wie möglich zu halten, ist es ratsam, den Gehalt des gelösten Sauerstoffes unterhalb 2,5 ppm w/w zu halten. Dies kann am besten erreicht werden durch Verringerung des mittleren Sauerstoffgehaltes in den Tanks vor dem Befüllen mit flüssigem Ammoniak auf Werte unterhalb derjenigen, die in der nachfolgenden Tabelle als Funktion der Beförderungstemperatur T angegeben sind:

T (°C)	O <sub>2</sub> (Volumenprozent)
-30 und darunter	0,9
-20	0,5
-10	0,28
0	0,16
10	0,1
20	0,05
30	0,03

Sauerstoff-Volumenprozent für dazwischenliegende Temperaturen können durch direkte Interpolation ermittelt werden.

## 17.13 Chlor

### 17.13.1 *Ladungsbehältersystem*

17.13.1.1 Das Fassungsvermögen jedes einzelnen Ladetanks darf 600 m<sup>3</sup> und das gesamte Fassungsvermögen aller Ladetanks darf 1200 m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

17.13.1.2 Der Entwurfsdampfdruck des Ladetanks darf nicht kleiner als 1,35 MPa sein (siehe Absätze 7.1.2 und 17.3.2).

17.13.1.3 Teile der Ladetanks, die über das obere Deck hinausragen, müssen einen Schutz gegen Wärmestrahlung haben, wobei zu berücksichtigen ist, dass der Tank vollständig vom Feuer eingeschlossen sein kann.

17.13.1.4 Jeder Tank muss zwei Sicherheitsventile haben. Zwischen dem Tank und den Sicherheitsventilen muss eine Berstscheibe aus geeignetem Werkstoff installiert sein. Der Berstdruck der Berstscheibe muss 0,1 MPa geringer als der Öffnungsdruck des Sicherheitsventils sein, das auf den Entwurfsdampfdruck des Tanks, jedoch auf nicht weniger als 1,35 MPa Überdruck, eingestellt sein muss. Der Raum zwischen der Berstscheibe und dem Sicherheitsventil muss über ein Rohrbruchventil an ein Druckmessgerät und an ein Gasspürsystem angeschlossen sein. Es müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit dieser Raum während des normalen Betriebs bei oder in der Nähe des Atmosphärendruckes gehalten wird.

17.13.1.5 Austrittsöffnungen von Sicherheitsventilen müssen so angeordnet sein, dass die Gefahren an Bord des Schiffes sowie für die Umwelt so gering wie möglich sind. Leckflüssigkeit von den Sicherheitsventilen muss über die Absorptionsanlage geleitet werden, um die Gaskonzentration so weit wie möglich herabzusetzen. Die Abblaseleitung des Sicherheitsventils muss am vorderen Ende des Schiffes angeordnet sein, um das Abführen nach außenbords in Deckshöhe über eine Einrichtung zu ermöglichen, mit der sowohl die Steuerbordseite als auch die Backbordseite gewählt werden kann, und mit einer mechanischen Absperrvorrichtung, die sicherstellt, dass jeweils eine Rohrleitung immer geöffnet ist.

17.14.1.6 Die Verwaltung und die Hafenverwaltung können vorschreiben, dass Chlor in einem gekühlten Zustand bei einem festgelegten Maximaldruck befördert wird.

### 17.13.2 *Laderrohrleitungssysteme*

17.13.2.1 Die Entladung der Ladung muss mittels verdichtetem, von der Landstation gelieferten Chlordampf, trockener Luft oder eines anderen zugelassenen Gases oder mittels Tauchpumpen erfolgen. Ladungsverdichter für das Entladen an Bord der Schiffe dürfen für diesen Zweck nicht verwendet werden. Während der Entladung darf der Druck im Dampfraum des Ladetanks 1,05 MPa Überdruck nicht überschreiten.

17.13.2.2 Der Entwurfsdruck für das Laderrohrleitungssystem muss mindestens 2,1 MPa Überdruck betragen. Der Innendurchmesser der Laderrohrleitungen darf 100 mm nicht überschreiten. Für die Kompensation thermisch bedingter Bewegungen der Rohrleitungen dürfen nur Rohrbögen zugelassen werden. Die Verwendung geflanschter Verbindungen ist auf ein Minimum zu beschränken, und falls Flansche verwendet werden, dürfen diese nur Vorschweißflansche mit Nut und Feder sein.

17.13.2.3 Sicherheitsventile des Laderrohrleitungssystems müssen zur Absorptionsanlage hin entlüften, und die durch diese Anlage verursachte Durchflussbehinderung ist zu berücksichtigen, wenn das Sicherheitsventil-System ausgelegt wird. (siehe Abschnitte 8.4.3 und 8.4.4).

### 17.13.3 *Werkstoffe*

17.13.3.1 Die Ladetanks und die Laderrohrleitungen müssen aus Stahl hergestellt sein, der für die Ladung und für eine Temperatur von -40 °C geeignet ist, auch wenn eine höhere Beförderungstemperatur vorgesehen ist.

17.13.3.2 Die Ladetanks müssen einem thermischen Spannungsabbau unterzogen werden. Ein mechanischer Spannungsabbau darf nicht als gleichwertig anerkannt werden.

### 17.13.4 *Instrumentierung – Sicherheitseinrichtungen*

17.13.4.1 Das Schiff muss mit einer Chlor-Absorptionsanlage mit einem Anschluss an das Laderrohrleitungssystem und die Ladetanks ausgerüstet sein. Die Absorptionsanlage muss in der Lage sein, mindestens 2% der gesamten Ladungskapazität bei einer angemessenen Absorptionsrate zu neutralisieren.

17.13.4.2 Während des Gasfreimachens der Ladetanks dürfen keine Dämpfe an die Atmosphäre abgegeben werden.

17.13.4.3 Es muss ein Gasspürsystem eingebaut sein, das in der Lage ist, Chlorgas-Konzentrationen von mindestens 1 ppm in Volumeneinheiten zu überwachen. Probenahmestellen müssen wie folgt angeordnet sein:

- .1 In Bodennähe der Laderäume;
- .2 in den von den Sicherheitsventilen abgehenden Rohrleitungen;
- .3 am Austritt der Gasabsorptionsanlage;
- .4 an der Eintrittsöffnung der Lüftungssysteme für Unterkünfte- und Wirtschaftsräume, Maschinenräume und Kontrollstationen; und
- .5 an Deck - am vorderen Ende, in der Mitte und am hinteren Ende des Ladungsbereiches. Der Gebrauch ist nur während des Ladungsumschlages und des Gasfreimachens erforderlich.

Das Gasspürsystem muss mit einem akustischen und optischen Alarmgeber ausgerüstet sein, dessen Ansprechpunkt bei 5 ppm liegt.

17.13.4.4 Jeder Ladetank muss mit einem Überdruck-Alarmgeber ausgerüstet sein, der bei einem Überdruck von 1,05 MPa einen akustischen Alarm auslöst.

#### 17.13.5 *Personenschutz*

Der nach Absatz 17.5.5 vorgeschriebene geschlossene Raum muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

- .1 Der Schutzraum muss leicht und schnell von den Wetterdecks und von den Unterkünftsräumen durch eine Gasschleuse zugänglich sein und muss schnell gasdicht geschlossen werden können;
- .2 eine der nach Absatz 14.4.3 vorgeschriebenen Dekontaminations-Duschen muss in der Nähe der Wetterdeck-Gasschleuse zu dem Raum angeordnet sein.
- .3 der Raum muss so beschaffen sein, dass die gesamte Schiffsbesatzung aufgenommen werden kann, und er muss eine Anlage zur Versorgung mit nicht verunreinigter Luft über einen Zeitraum von mindesten vier Stunden haben; und
- .4 ein Satz medizinischer Geräte für die Sauerstoffbehandlung ist in dem Raum aufzubewahren.

#### 17.13.6 *Füllgrenzen für Ladetanks*

17.13.6.1 Die Anforderungen des Absatzes 15.1.3.2 gelten nicht, wenn die Beförderung von Chlor beabsichtigt ist.

17.13.6.2 Der Chlorgehalt des Gases im Dampfraum des Ladetanks muss nach dem Beladen größer als 80 Vol.-% sein.



### 17.14 Ethylenoxid

17.14.1 Für die Beförderung von Ethylenoxid gelten die Anforderungen des Abschnitts 17.18 zusammen mit den in diesem Abschnitt angegebenen Ergänzungen und Änderungen.

17.14.2 Decktanks dürfen nicht für die Beförderung von Ethylenoxid verwendet werden.

17.14.3 Nichtrostende Stähle der Typen 416 und 442 sowie Gusseisen dürfen in Ladungsbehälter- und Rohrleitungssystemen für Ethylenoxid nicht verwendet werden.

17.14.4 Vor dem Beladen müssen die Tanks sorgfältig und wirksam gereinigt werden, um alle Spuren vorangegangener Ladungen aus den Tanks und dem zugehörigen Rohrleitungssystem zu entfernen, außer wenn die unmittelbar vorangegangene Ladung Ethylenoxid, Propylenoxid oder Mischungen dieser Stoffe war. Besondere Sorgfalt ist im Fall von Ammoniak anzuwenden, das in Tanks aus anderen als nichtrostenden Stählen befördert wurde.

17.14.5 Ethylenoxid darf nur mit Deepwell-Pumpen oder durch Druckentleerung mittels Inertgas entladen werden. Die Anordnung der Pumpen muss Absatz 17.18.15 entsprechen.

17.14.6 Ethylenoxid darf nur gekühlt befördert werden und muss bei Temperaturen unter 30 °C gehalten werden.

17.14.7 Die Sicherheitsventile müssen auf einen Druck von nicht weniger als 0,55 MPa eingestellt sein. Der maximale Einstelldruck muss von der Verwaltung besonders genehmigt sein.

17.14.8 Das nach Absatz 17.18.27 erforderliche schützende Stickstoffpolster muss so beschaffen sein, dass die Stickstoffkonzentration im Dampfraum des Ladetanks zu keinem Zeitpunkt weniger als 45 Vol.-% beträgt.

17.14.9 Vor dem Beladen und solange der Ladetank Ethylenoxid in flüssiger oder gasförmiger Form enthält, muss der Ladetank mit Stickstoff inertisiert sein.

17.14.10 Das nach Absatz 17.18.29 vorgeschriebene und das nach Abschnitt 11.3 vorgeschriebene Wassersprühsystem muss im Falle eines Brandes im Bereich des Ladungsbehältersystems selbsttätig auslösen.

17.14.11 Es muss eine Not-Ablassereinrichtung vorhanden sein, um die Notabgabe von Ethylenoxid im Falle einer unkontrollierbaren Selbstreaktion zu ermöglichen.

### 17.15 Getrennte Rohrleitungssysteme

Es müssen getrennte Rohrleitungssysteme entsprechend der Begriffsbestimmung nach Absatz 1.2.47 vorhanden sein.

### 17.16 Methylacetylen-Propadien-Gemische

17.16.1 Methylacetylen-Propadien-Gemische müssen für die Beförderung in geeigneter Weise stabilisiert sein. Außerdem müssen Obergrenzen für die Temperaturen und den Druck während der Kühlung für die Gemische festgelegt sein.

17.16.2 Beispiele für zulässige stabilisierte Zusammensetzungen sind:

- .1 Zusammensetzung 1:
  - .1 Das molare Verhältnis von Methylacetylen zu Propadien beträgt maximal 3:1;
  - .2 die Summe der Konzentrationen von Methylacetylen und Propadien beträgt maximal 65 Mol-%;
  - .3 die Summe der Konzentrationen von Propan, Butan und Isobutan beträgt mindestens 24 Mol-%, wobei hiervon mindestens ein Drittel (auf molarer Basis) Butan und ein Drittel Propan sein muss; und
  - .4 die Summe der Konzentrationen von Propylen und Butadien beträgt maximal 10 Mol-%.
- .2 Zusammensetzung 2:
  - .1 Die Summe der Konzentrationen von Methylacetylen und Propadien beträgt maximal 30 Mol-%;
  - .2 die Methylacetylen-Konzentration beträgt maximal 20 Mol-%;
  - .3 die Propadien-Konzentration beträgt maximal 20 Mol-%;
  - .4 die Propylen-Konzentration beträgt maximal 45 Mol-%;
  - .5 die Summe der Konzentrationen von Butadien und Butylen beträgt maximal 2 Mol-%;
  - .6 die gesättigte C4-Kohlenwasserstoff-Konzentration beträgt mindestens 4 Mol-%; und
  - .7 die Propan-Konzentration beträgt mindestens 25 Mol-%.

17.16.3 Andere Zusammensetzungen können unter der Voraussetzung zugelassen werden, dass die Stabilität des Gemisches den Anforderungen der Verwaltung genügt.

17.16.4 Wenn ein Schiff ein direktes Dampfkompansions-Kühlsystem hat, muss es die folgenden Anforderungen in Abhängigkeit von den Druck- und Temperaturbegrenzungen je nach der Zusammensetzung erfüllen. Für die in Absatz 17.16.2 aufgeführten Zusammensetzungsbeispiele müssen folgende Einrichtungen vorhanden sein:

- .1 Ein Dampfkompessor, der während des Betriebes die Temperatur und den Druck des Dampfes nicht über 60 °C und 1,75 MPa Überdruck ansteigen lässt und in dem keine Dämpfe verbleiben, während er weiterläuft;
- .2 Druckleitungen von jeder Kompressorstufe oder von jedem Zylinder der gleichen Stufe eines Kolbenverdichters müssen ausgerüstet sein mit
  - .1 zwei temperaturabhängigen Abschaltvorrichtungen, die auf 60 °C oder weniger eingestellt sind,

- .2 einer druckabhängigen Abschaltvorrichtung, die auf einen Überdruck von 1,75 MPa oder weniger eingestellt ist; und
- .3 einem Sicherheitsventil, das auf 1,8 MPa Überdruck oder weniger eingestellt ist;
- .3 das nach Unterabsatz .2.3 vorgeschriebene Sicherheitsventil, es muss in einen Abblasemast entlüften, der den Anforderungen der Absätze 8.2.10, 8.2.11 und 8.2.15 entspricht, und darf nicht in die Kompressor-Saugleitung entlüften; und
- .4 ein Alarmgeber, der in der Ladekontrollstation und auf der Kommandobrücke ein akustisches Signal gibt, wenn eine druckabhängige Abschaltvorrichtung oder eine temperaturabhängige Abschaltvorrichtung anspricht.

17.16.5 Das Rohrleitungssystem einschließlich des Ladungs-Kühlsystems von Tanks, die mit Methylacetylen-Propadien-Gemischen beladen werden, muss entweder unabhängig (nach der Begriffsbestimmung in Absatz 1.2.28) oder getrennt (nach der Begriffsbestimmung in Absatz 1.2.47) von Rohrleitungs- und Kühlssystemen anderer Tanks sein. Diese Trennung ist bei allen flüssigkeits- und dampfführenden Entlüftungsleitungen und anderen möglichen Verbindungen, wie beispielsweise gemeinsame Inertgasversorgungsleitungen, anzuwenden.

### 17.17 Stickstoff

Werkstoffe der Konstruktion und der ergänzenden Ausrüstung, wie die Isolierung, müssen gegen die Einwirkungen hoher Sauerstoffkonzentrationen widerstandsfähig sein, die durch Kondensation und Anreicherung bei den tiefen Temperaturen, die in Teilen des Ladungssystems auftreten, verursacht werden. Besonders zu beachten ist die Lüftung in Bereichen, in denen Kondensation auftreten könnte, um die Schichtenbildung sauerstoffangereicherter Atmosphäre zu verhindern.

### 17.18 Propylenoxid und Gemische aus Ethylenoxid und Propylenoxid mit einem Massenanteil Ethylenoxid von höchstens 30%

17.18.1 Stoffe, die nach den Anforderungen dieses Abschnitts befördert werden, müssen acetylenfrei sein.

17.18.2 Solange die Ladetanks nicht sachgemäß gereinigt sind, dürfen diese Stoffe nicht in Tanks befördert werden, die als eine der drei vorherigen Ladungen Stoffe enthalten haben, die als Katalysator für die Polymerisation bekannt sind, wie

- .1 wasserfreies Ammoniak und Ammoniaklösungen,
- .2 Amine und Amin-Lösungen und
- .3 oxidierende Stoffe (z. B. Chlor).

17.18.3 Vor dem Beladen müssen die Tanks sorgfältig und wirksam gereinigt werden, um alle Spuren vorangegangener Ladungen aus den Tanks und dem zugehörigen Rohrleitungssystem zu entfernen, außer wenn die unmittelbar vorangegangene Ladung Propylenoxid oder Gemische aus Ethylenoxid und Propylenoxid war. Besondere Sorgfalt ist im Fall von Ammoniak anzuwenden, das in Tanks aus anderen als nichtrostenden Stählen befördert wurde.

17.18.4 In allen Fällen muss die Wirksamkeit der Reinigungsverfahren für die Tanks und die zugehörigen Rohrleitungen durch geeignete Untersuchungen oder Besichtigungen überprüft

werden, um sicherzustellen, dass keine Spuren von säurehaltigen oder alkalischen Stoffen zurückbleiben, die beim Vorhandensein dieser Stoffe eine Gefährdungssituation verursachen könnten.

17.18.5 Die Tanks müssen vor jeder erstmaligen Beladung mit diesen Stoffen begangen und besichtigt werden, um sicherzustellen, dass sie frei von Verunreinigungen, erheblichen Rostablagerungen und sichtbaren baulichen Schäden sind. Wenn diese Stoffe ständig in den Tanks gefahren werden, müssen solche Besichtigungen in Abständen von höchstens zwei Jahren durchgeführt werden.

17.18.6 Tanks für die Beförderung dieser Stoffe müssen aus Stahl oder nichtrostendem Stahl gebaut sein.

17.18.7 Tanks, die diese Stoffe enthalten haben, dürfen nach gründlicher Reinigung der Tanks und der zugehörigen Rohrleitungen durch Waschen oder Spülen für andere Ladungen benutzt werden.

17.18.8 Alle Ventile, Flansche, Fittings und zugehörigen Ausrüstungsteile müssen von einer Bauart sein, die für den Einsatz bei diesen Stoffen geeignet ist, und müssen aus Stahl oder nichtrostendem Stahl entsprechend anerkannten Normen hergestellt sein. Ventilteller oder Ventildichtflächen, Sitze und andere Verschleißteile von Ventilen müssen aus nichtrostendem Stahl bestehen, der nicht weniger als 11% Chrom enthält.

17.18.9 Dichtungen müssen aus Werkstoffen hergestellt sein, die mit diesen Stoffen weder reagieren, davon gelöst werden, noch deren Selbstentzündungstemperatur herabsetzen, und die feuerbeständig sind und ausreichende mechanische Eigenschaften besitzen. Die der Ladung ausgesetzte Oberfläche muss aus Polytetrafluorethylen (PTFE) oder aus Werkstoffen bestehen, die wegen ihrer Trägheit gleiche Sicherheit bieten. Spiraldichtungen aus nichtrostendem Stahl mit Einlagen aus PTFE oder einem vergleichbaren fluorierten Polymer können anerkannt werden, wenn sie von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation zugelassen sind.

17.18.10 Wenn Isolierungen und Packungen verwendet werden, müssen sie aus Werkstoffen bestehen, die mit diesen Stoffen weder reagieren, davon gelöst werden, noch deren Selbstentzündungstemperatur herabsetzen.

17.18.11 Die folgenden Werkstoffe werden allgemein als ungeeignet für die Verwendung in Dichtungen, Packungen und für ähnliche Verwendungen in Behältersystemen für diese Stoffe befunden und würden vor einer Zulassung eine Erprobung erfordern:

- .1 Neopren oder Naturkautschuk, wenn es/er mit diesen Stoffen in Berührung kommt;
- .2 Asbest oder Bindemittel, bei denen Asbest verwendet wurde; und
- .3 Werkstoffe, die Magnesiumoxide enthalten, wie beispielsweise Mineralwolle.

17.18.12 Rohre zum Laden und Löschen müssen bis zu 100 mm über dem Tankboden oder Boden des Saugbrunnens hinuntergeführt sein.

17.18.13 Die Stoffe müssen derart geladen und gelöscht werden, dass keine Entlüftung der Tanks in die Atmosphäre stattfindet. Wenn während des Beladens des Tanks eine Gasrückgabe zur Landstation erfolgt, muss das Dampfdruckführsystem, das mit einem Behältersystem für den Stoff verbunden ist, unabhängig von allen anderen Behältersystemen sein.

17.18.14 Während der Entladevorgänge muss im Ladetank ein Überdruck von mehr als 0,007 MPa aufrechterhalten werden.

17.18.15 Die Ladung darf nur mit Deepwell-Pumpen, hydraulisch betriebenen Tauchpumpen oder durch Druckentleerung mittels Inertgas entladen werden. Jede Ladepumpe muss so angeordnet sein, dass der Stoff nicht wesentlich erwärmt wird, wenn die Pumpen-Druckleitung abgesperrt oder anderweitig blockiert ist.

17.18.16 Tanks, in denen diese Stoffe befördert werden, müssen unabhängig von Tanks entlüftet werden, in denen andere Stoffe befördert werden. Es müssen Einrichtungen für die Entnahme von Proben des Tankinhalts vorhanden sein, ohne dass der Tank zur Atmosphäre hin geöffnet zu werden braucht.

17.18.17 Ladungsschläuche, die für den Umschlag dieser Stoffe benutzt werden, müssen wie folgt gekennzeichnet sein:

„NUR FÜR DEN UMSCHLAG VON ALKYLENOXID“  
„FOR ALKYLENE OXIDE TRANSFER ONLY”

17.18.18 Laderäume müssen auf diese Stoffe überwacht werden. Laderäume, die unabhängige Typ A-Tanks und Typ B-Tanks umgeben, müssen auch inertisiert und auf Sauerstoff überwacht werden. Der Sauerstoffgehalt dieser Räume muss unter 2 Vol.-% gehalten werden. Tragbare Probenahme-Messgeräte sind ausreichend.

17.18.19 Vor dem Lösen der Landverbindungen müssen die flüssigkeits- und dampfführenden Rohrleitungen durch geeignete Ventile am Ladekopf drucklos gemacht werden. Flüssigkeiten und Dämpfe aus diesen Leitungen dürfen nicht in die Atmosphäre abgegeben werden.

17.18.20 Die Tanks müssen für den maximalen Druck ausgelegt sein, dessen Auftreten während des Beladens, der Beförderung oder des Entladens erwartet wird.

17.18.21 Tanks für die Beförderung von Propylenoxid, deren Entwurfsdampfdruck unter 0,06 MPa liegt, und Tanks für die Beförderung von Gemischen aus Ethylenoxid und Propylenoxid, deren Entwurfsdampfdruck unter 0,12 MPa liegt, müssen mit einem Kühlsystem ausgerüstet sein, um die Ladung unterhalb der Bezugstemperatur zu halten. Auf die Bezugstemperaturen wird in Absatz 15.1.3 hingewiesen.

17.18.22 Die Einstelldrücke der Sicherheitsventile dürfen nicht geringer als 0,02 MPa Überdruck sein; bei unabhängigen Typ C-Tanks für die Beförderung von Propylenoxid darf er nicht größer als 0,7 MPa und für die Beförderung von Gemischen aus Ethylenoxid und Propylenoxid nicht größer als 0,53 MPa sein.

17.18.23 Das Rohrleitungssystem für Tanks, die mit diesen Stoffen beladen werden, muss von Rohrleitungssystemen für alle anderen Tanks, einschließlich leerer Tanks, und von allen Ladekompressoren vollständig getrennt sein. Wenn das Rohrleitungssystem für mit diesen Stoffen zu beladende Tanks nicht entsprechend der Begriffsbestimmung in Absatz 1.2.28 unabhängig ist, muss die erforderliche Rohrleitungstrennung durch das Herausnehmen von Zwischenstücken, Ventilen oder anderen Rohrleitungsabschnitten und das Anbringen von Blindflanschen an diesen Stellen erreicht werden. Die erforderliche Trennung gilt für alle flüssigkeits- und dampfführenden Rohrleitungen, flüssigkeits- und dampfführenden Entlüftungsleitungen und alle anderen möglichen Verbindungen, wie beispielsweise gemeinsame Inertgas-Versorgungsleitungen.

17.18.24 Die Stoffe dürfen nur in Übereinstimmung mit Ladeplänen befördert werden, die von der Verwaltung genehmigt sind. Jede beabsichtigte Ladungsverteilung muss auf einem gesonderten Ladeplan angegeben sein. Auf den Ladeplänen müssen das gesamte Laderohrleitungssystem und die Stellen für das Anbringen der erforderlichen Blindflansche angegeben sein, mit denen die vorstehenden Anforderungen bezüglich der Rohrleitungs-Trennung erfüllt werden. Eine Ausfertigung jedes genehmigten Ladeplans muss sich an Bord des Schiffes befinden. Das Internationale Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut muss einen Vermerk enthalten, in dem auf die genehmigten Ladepläne hingewiesen wird.

17.18.25 Vor jeder erstmaligen Beladung mit diesen Stoffen und vor jeder Wiederaufnahme solcher Transporte ist von einer von der Hafenverwaltung anerkannten verantwortlichen Person zu bescheinigen, dass die erforderliche Rohrleitungstrennung vorgenommen worden ist; die Bescheinigung ist an Bord des Schiffes mitzuführen. Jede Stelle, an der ein Blindflansch vor einem Rohrleitungsflansch angebracht wurde, muss von der verantwortlichen Person mit einem Draht und einer Plombe versehen werden, um sicherzustellen, dass ein unbeabsichtigtes Entfernen des Blindflansches ausgeschlossen ist.

17.18.26 Die maximal zulässigen Beladungsgrenzen für jeden Ladetank müssen für jede Ladetemperatur angegeben sein, die entsprechend Abschnitt 15.5 angewandt werden kann.

17.18.27 Die Ladung muss unter einem geeigneten schützenden Stickstoffpolster befördert werden. Es muss ein selbsttätiges Stickstoffversorgungssystem eingebaut sein, um zu verhindern, dass der Tankdruck unter 0,007 MPa Überdruck infolge eines Temperaturabfalls der Stoffe aufgrund der Umgebungsbedingungen oder durch eine Störung der Kühlanlage abfällt. Eine ausreichende Stickstoffmenge muss an Bord mitgeführt werden, um den Bedarf der selbsttätigen Druckregelung zu decken. Für das Polster ist Stickstoff mit einem kommerziellen Reinheitsgrad (99,9 Vol.-%) zu verwenden. Eine Batterie von Stickstoffflaschen, die über ein Druckreduzierventil mit den Ladetanks verbunden sind, erfüllt in diesem Zusammenhang den Zweck des Ausdrucks „selbsttätig“.

17.18.28 Der Dampfraum des Ladetanks muss vor und nach der Beladung überprüft werden, um sicherzustellen, dass der Sauerstoffgehalt 2 Vol.-% oder weniger beträgt.

17.18.29 Es muss ein Wassersprühsystem ausreichender Leistungsfähigkeit eingebaut sein, um den Bereich um die Ladungsübergabestation (Manifold), die an Deck freiliegenden für den Stoffumschlag verwendeten Rohrleitungen und die Tankdome mit Wasser wirksam abzudecken. Die Rohrleitungen und die Düsen müssen so angeordnet sein, dass eine gleichmäßige Wasser-Verteilung von 10 l/m<sup>2</sup> je Minute erreicht wird. Die Anordnung muss sicherstellen, dass jegliche ausgeflossene Ladung weggespült wird.

17.18.30 Das Wassersprühsystem muss im Fall eines Brandes, bei dem das Ladungsbehältersystem einbezogen ist, sowohl vor Ort als auch fernbedienbar per Hand ausgelöst werden können. Die Fernauslösung per Hand muss so angeordnet sein, dass der Fernstart der Pumpen, die das Wassersprühsystem versorgen, und die Fernbedienung von Ventilen im Wassersprühsystem, die normalerweise geschlossen sind, von einer geeigneten, außerhalb des Ladungsbereiches gelegenen Stelle aus erfolgen kann, die an den Unterkunftsbereich angrenzt und im Falle eines Brandes in den zu schützenden Bereichen leicht zugänglich ist und Bedienungsvorgänge durchführbar sind.

17.18.31 Falls die Umgebungstemperaturen es zulassen, muss während der Lade- und Löschvorgänge ein unter Druck stehender Wasserschlauch für den sofortigen Einsatz zusätzlich zu dem vorstehend genannten Wassersprühsystem zur Verfügung stehen.

### 17.19 Vinylchlorid

Für den Fall, dass die Polymerisation von Vinylchlorid durch Zusatz eines Stabilisators verhindert wird, ist Abschnitt 17.8 anzuwenden. Falls kein Stabilisator zugegeben worden ist oder die Stabilisator-Konzentration unzureichend ist, darf der Sauerstoffgehalt eines für die Zwecke des Abschnitts 17.6 benutzten Inertgases nicht mehr als 0,1 Vol.-% betragen. Vor Beginn der Beladung müssen Inertgasproben von den Tanks und den Rohrleitungen analysiert werden. Bei Beförderung von Vinylchlorid muss ständig ein Überdruck in den Tanks sowie während der Ballastreisen zwischen aufeinanderfolgenden Beförderungen aufrechterhalten werden.

### 17.20 Gemischte C4-Ladungen

17.20.1 Ladungen, die nach den Anforderungen dieses Codes einzeln befördert werden können, insbesondere Butan, Butylen und Butadien, können vorbehaltlich der Bestimmungen dieses Abschnitts als Gemische befördert werden. Diese Ladungen können unterschiedlich als „Crude C4“, „Crude butadiene“, „Crude steam-cracked C4“, „Spent steam-cracked C4“, „C4 stream“, oder „C4 raffinate“ bezeichnet werden oder können unter einer anderen Bezeichnung verschifft werden. In allen Fällen müssen die Sicherheitsdatenblätter herangezogen werden, weil der Butadien-Gehalt der Gemische von wesentlicher Wichtigkeit ist, da er möglicherweise giftig und reaktionsfähig ist. Es ist allgemein anerkannt, dass Butadien einen relativ niedrigen Dampfdruck hat, wenn daher solche Gemische Butadien enthalten, sind sie als giftig anzusehen, und die entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen sind anzuwenden.

17.20.2 Wenn die gemischte C4-Ladung, die unter den Bedingungen dieses Abschnitts verschifft wird, mehr als 50% (Mol) Butadien enthält, sind die Stabilisierungs-Vorsichtsmaßnahmen in Abschnitt 17.8 anzuwenden.

17.20.3 Sofern keine spezifischen Daten über Flüssigkeits-Ausdehnungskoeffizienten für das bestimmte geladene Gemisch vorliegen, müssen die Beschränkungen der Füllgrenze des Kapitels 15 so berechnet werden, als wenn die enthaltene Ladung einen Gehalt von 100% des Mischungsbestandteiles mit dem größten Ausdehnungsverhältnis hat.

### 17.21 Kohlendioxid: hohe Reinheit (high purity)

17.21.1 Ein unkontrollierter Druckverlust kann der Ladung kann „Sublimation“ verursachen und die Ladung geht vom flüssigen in den festen Aggregatzustand über. Die genaue „Tripelpunkt“-Temperatur einer bestimmten Kohlendioxid-Ladung muss vor Ladungsbeginn zur Verfügung stehen und hängt von der Reinheit dieser Ladung ab; dieses ist zu berücksichtigen, wenn die Instrumentierung für die Ladung eingestellt wird. Der Einstelldruck für die Alarmgeber und die in diesem Abschnitt beschriebenen selbsttätigen Funktionen müssen auf mindestens 0,05 MPa oberhalb des Tripelpunktes für die bestimmte beförderte Ladung eingestellt werden. Der „Tripelpunkt“ für reines Kohlendioxid tritt bei 0,5 MPa Überdruck und -54,4 °C ein.

17.21.2 Bei der Ladung besteht ein Potential, sich in dem Fall zu verfestigen, dass ein Sicherheitsventil eines Ladetanks, das entsprechend Abschnitt 8.2 eingebaut ist, in der offenen Position versagt. Um dieses zu vermeiden, muss eine Absperreinrichtung für die Ladetank-Sicherheitsventile vorhanden sein; die Anforderungen des Absatzes 8.2.9.2 sind nicht anzuwenden, wenn dieses Kohlendioxid befördert wird. Die Abblaseleitungen von Sicherheitsventilen müssen baulich so ausgeführt sein, dass sie frei bleiben von Fremdkörpern, die eine Blockierung verursachen könnten. An den Austrittsöffnungen der Abblaseleitungen der Sicherheitsventile dürfen keine Schutzsiebe eingebaut sein; deshalb sind die Anforderungen des Absatzes 8.2.15 nicht anzuwenden.

17.21.3 Die Abblaseleitungen von Sicherheitsventilen brauchen nicht Absatz 8.2.10 zu entsprechen, sie müssen aber baulich so ausgeführt sein, dass sie frei bleiben von Fremdkörpern, die eine Blockierung verursachen könnten. An den Austrittsöffnungen der Abblaseleitungen der Sicherheitsventile dürfen keine Schutzsiebe eingebaut sein; deshalb sind die Anforderungen des Absatzes 8.2.15 nicht anzuwenden.

17.21.4 Die Ladetanks müssen ständig auf niedrigen Druck überwacht werden, wenn eine Kohlendioxid-Ladung befördert wird. In der Ladekontrollstation und auf der Kommandobrücke muss ein akustischer und optischer Alarm ausgelöst werden. Wenn der Ladetankdruck in den Bereich von 0,05 MPa des „Tripelpunktes“ für die bestimmte Ladung fortgesetzt abfällt, muss das Überwachungssystem alle Flüssigkeits- und Dampfventile der Ladungsübergabestation (Manifold) selbsttätig schließen und alle Ladekompressoren und Ladepumpen stoppen. Das nach Abschnitt 18.10 vorgeschriebene Not-Abschaltssystem kann für diesen Zweck eingesetzt werden.

17.21.5 Alle Werkstoffe, die für Ladetanks und das Ladeleitungssystem verwendet werden, müssen für die niedrigste Temperatur geeignet sein, die im Betrieb auftreten kann; diese ist als die Sättigungstemperatur der Kohlendioxid-Ladung beim Einstelldruck der in Absatz 17.21.1 beschriebenen selbsttätigen Sicherheitseinrichtung definiert.

17.21.6 Laderäume, Ladekompressorräume und andere geschlossene Räume, in denen sich Kohlendioxid ansammeln könnte, müssen mit einem System für die ständige Überwachung auf eine Ansammlung von Kohlendioxid ausgerüstet sein. Dieses fest eingebaute Gasspürsystem ersetzt die Anforderungen des Abschnitts 13.6, und die Laderäume müssen ständig überwacht werden, auch wenn das Schiff ein Ladungsbehältersystem mit Typ C-Tanks hat.

## **17.22 Kohlendioxid: regenerierte Qualität (reclaimed quality)**

17.22.1 Die Anforderungen des Abschnitts 17.21 gelten auch für diese Ladung. Außerdem muss bei den Konstruktionswerkstoffen, die im Ladungssystem verwendet werden, die Möglichkeit der Korrosion in dem Fall berücksichtigt werden, dass die Ladung einer regenerierten Qualität des Kohlendioxids Fremdstoffe enthält wie beispielsweise Wasser, Schwefeldioxid usw., die Säure-Korrosion oder andere Probleme verursachen können.

## **KAPITEL 18**

### **BETRIEBSVORSCHRIFTEN**

#### ***Zielsetzung***

*Sicherstellung, dass alle am Ladungsumschlag beteiligten Besatzungsmitglieder ausreichende Informationen über die Ladungseigenschaften und den Betrieb des Ladesystems haben, sodass sie einen sicheren Ladungsumschlag durchführen können.*

#### **18.1 Allgemeines**

18.1.1 Denjenigen Besatzungsmitgliedern, die beim Betrieb von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase beteiligt sind, müssen die besonderen Anforderungen bewusst gemacht werden, die mit dem sicheren Betrieb und den erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen verbunden sind.

18.1.2 Jedes Schiff, das den Bestimmungen des Codes unterliegt, muss eine Ausfertigung des Codes oder der innerstaatlichen Vorschriften, welche die Bestimmungen des Codes enthalten, an Bord mitführen.



### 18.2 Ladungsbetriebs-Handbücher

18.2.1 Das Schiff muss Ausfertigungen von solchen, angemessen ausführlichen und von der Verwaltung genehmigten Betriebshandbüchern über das Ladesystem mitführen, dass ausgebildete Besatzungsmitglieder das Schiff unter Berücksichtigung der Gefahren und Eigenschaften der Ladungen, deren Beförderung genehmigt ist, sicher betreiben können.

18.2.2 Der Inhalt der Handbücher muss unter anderem umfassen:

- .1 Gesamtbetrieb des Schiffes von Eindocken zu Eindocken einschließlich Verfahren für Abkühlen und Anwärmen von Ladetanks, Ladungsumschlag (einschließlich Umschlag von Schiff zu Schiff), Ladungs-Probenahmen, Gasfreimachen, Beballastung, Tankreinigung und Ladungswechsel;
- .2 Druck- und Temperaturregelungssysteme der Ladung;
- .3 Beschränkungen des Ladesystems einschließlich Mindesttemperaturen (Ladesystem und innere Schiffshülle), maximale Drücke, Umschlagsraten, Füllgrenzen und Begrenzungen des Hin- und Herschwappens;
- .4 Stickstoff- und Inertgassysteme;
- .5 Brandbekämpfungsmaßnahmen: Betrieb und Instandhaltung der Brandbekämpfungssysteme und der Einsatz der Feuerlöschmittel;
- .6 Spezialausrüstung, die für den sicheren Umschlag einer bestimmten Ladung benötigt wird;
- .7 fest eingebaute Gasspürsysteme und tragbare Gasspürgeräte;
- .8 Überwachungs-, Alarm- und Sicherheitssysteme;
- .9 Not-Abschaltsysteme;
- .10 Verfahren für eine Änderung des Einstelldruckes des Ladetank-Sicherheitsventils entsprechend den Absätzen 8.2.8 und 4.13.2.3; und
- .11 Notmaßnahmen einschließlich Trennung des Ladetank-Sicherheitsventils, Gasfreimachen eines einzelnen Tanks sowie Zugang zum Tank und Notfall-Ladungsumschlag von Schiff zu Schiff.

### 18.3 Ladungsunterlagen

18.3.1 An Bord müssen Unterlagen in Form eines Ladungsdatenblattes (bzw. von Ladungsdatenblättern) mitgeführt und allen Beteiligten zugänglich gemacht werden, welche die erforderlichen Angaben für eine sichere Beförderung der Ladung enthalten. Solche Unterlagen müssen für jeden beförderten Stoff Folgendes enthalten:

- .1 Eine vollständige Beschreibung der physikalischen und chemischen Eigenschaften, die für die sichere Beförderung der Ladung und das Ladungsbehältersystem erforderlich sind;

- .2 Reaktivität mit anderen Ladungen, die an Bord in Übereinstimmung mit dem Internationalen Zeugnisse über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut befördert werden dürfen;
- .3 vorzunehmende Maßnahmen für den Fall von Ladungsaustritten oder Leckagen;
- .4 Maßnahmen dagegen, dass Personen versehentlich mit der Ladung in Berührung kommen;
- .5 Brandbekämpfungsmaßnahmen und Feuerlöschmittel;
- .6 besondere Ausrüstung, die für die sichere Behandlung der bestimmten Ladung erforderlich ist; und
- .7 Notfallverfahren.

18.3.2 Die dem Kapitän zur Verfügung gestellten physikalischen Angaben entsprechend Absatz 18.3.1.1 müssen Angaben hinsichtlich der relativen Ladungsdichte bei verschiedenen Temperaturen enthalten, um die Berechnung der Füllgrenzen der Ladetanks in Übereinstimmung mit den Anforderungen des Kapitels 15 zu ermöglichen.

18.3.3 Notfallpläne entsprechend Absatz 18.3.1.3 für Leckagen von beförderter Ladung bei Umgebungstemperatur müssen eine mögliche örtliche Temperaturabnahme, so als wenn die entwichene Ladung sich auf Atmosphärendruck reduziert hat, und die mögliche Auswirkung dieser Abkühlung auf den Stahl des Schiffskörpers berücksichtigen.

#### **18.4 Eignung für die Beförderung**

18.4.1 Der Kapitän muss feststellen, dass die Menge und die Eigenschaften jedes zu ladenden Stoffes im Rahmen dessen liegen, was in dem nach Abschnitt 1.4 vorgeschriebenen Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut und in dem nach Absatz 2.2.5 vorgeschriebenen Beladungs- und Stabilitätshandbuch angegeben ist, und dass die Stoffe in dem Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut aufgeführt sind, wie es in Abschnitt 4 des Zeugnisses vorgeschrieben ist.

18.4.2 Es muss darauf geachtet werden, dass gefährliche chemische Reaktionen bei Vermischung von Ladungen vermieden werden. Dieses ist von besonderer Bedeutung in Bezug auf:

- .1 Tankreinigungsvorgänge, die bei nacheinanderfolgenden Ladungen im selben Tank erforderlich sind; und
- .2 gleichzeitige Beförderung von Ladungen, die beim Vermischen miteinander reagieren. Dieses darf nur dann genehmigt werden, wenn die gesamten Ladungssysteme einschließlich – aber nicht begrenzt auf – Laderohrleitungen, Tanks, Entlüftungssysteme und Kühlsysteme entsprechend der Begriffsbestimmung nach Absatz 1.2.47 voneinander getrennt sind.

18.4.3 Wenn Stoffe stabilisiert werden müssen, muss die nach Abschnitt 17.8 erforderliche Bescheinigung vor dem Auslaufen zur Verfügung gestellt werden, andernfalls darf die Ladung nicht transportiert werden.

### 18.5 Ladungsbeförderung bei tiefer Temperatur

Wenn Ladungen bei tiefen Temperaturen befördert werden, ist folgendes zu beachten:

- .1 Das Herunterkühlverfahren, das für den betreffenden Tank, das Rohrleitungssystem und andere ergänzende Ausrüstungsteile festgelegt ist, muss genau eingehalten werden;
- .2 die Beladung muss derart durchgeführt werden, dass sichergestellt ist, dass die Entwurfstemperatur-Gradienten in einem Ladetank, einem Rohrleitungssystem oder einem anderen ergänzenden Ausrüstungsteil nicht überschritten werden; und
- .3 die den Ladungsbehältern zugeordneten Heizeinrichtungen, sofern vorhanden, muss so betrieben werden, dass sichergestellt ist, dass die Temperatur der Schiffsverbände nicht unter den Wert abfällt, für den der Werkstoff ausgelegt ist.

### 18.6 Ladungsumschlag

18.6.1 Zwischen der Schiffsbesatzung und den verantwortlichen Personen an der Land-Umschlagsanlage muss eine Vorbesprechung über den Ladungsumschlag abgehalten werden. Der Informationsaustausch muss Einzelheiten des beabsichtigten Ladungsumschlags und der Notfallverfahren umfassen. Für den beabsichtigten Ladungsumschlag muss eine anerkannte Industrie-Checkliste fertig gestellt werden, und während des Umschlags muss durchgehend eine wirksame Kommunikation aufrechterhalten werden.

18.6.2 Vor dem Ladungsumschlag müssen die wesentlichen Umschlags-Überwachungs- und Alarminrichtungen überprüft und erprobt werden.

### 18.7 Schulung der Besatzung

18.7.1 Die Besatzung muss hinsichtlich der Betriebs- und Sicherheitsaspekte von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase angemessen ausgebildet sein, so wie es im Internationalen Übereinkommen von 1978 über Normen für die Ausbildung, die Erteilung von Befähigungszeugnissen und den Wachdienst von Seeleuten, im Internationalen Code für sichere Schiffsbetriebsführung und im Leitfaden für Medizinische Erste-Hilfe-Maßnahmen (MFAG) vorgeschrieben ist. Als Minimum

- .1 muss das gesamte Personal angemessen in der Benutzung der an Bord befindlichen Schutzausrüstung ausgebildet sein und eine Grundausbildung für die seinen Aufgaben entsprechenden, notwendigen Maßnahmen bei Notfällen haben, und
- .2 müssen die Schiffsoffiziere hinsichtlich Notfallverfahren ausgebildet sein, die bei einer Leckage, einem Ladungsaustritt oder einem die Ladung berührenden Brand zu ergreifen sind; ferner muss eine ausreichende Anzahl von ihnen in den für die beförderten Ladungen wesentlichen Erste-Hilfe-Maßnahmen unterrichtet und ausgebildet sein.

### 18.8 Zugang zu geschlossenen Räumen<sup>21</sup>

18.8.1 Unter normalen Betriebsverhältnissen dürfen Ladetanks, Laderäume, Leerräume oder andere geschlossene Räume, in denen sich Gas ansammeln kann, von Personen nicht betreten werden,

---

<sup>21</sup> Auf die Überarbeiteten Empfehlungen zum Begehen geschlossener Räume an Bord von Schiffen (Entschließung A.1050(27)) wird verwiesen.

sofern nicht der Gasgehalt der Atmosphäre in einem solchen Raum durch fest eingebaute oder tragbare Geräte bestimmt ist, um ausreichenden Sauerstoffgehalt und das Nichtvorhandensein einer giftigen Atmosphäre sicherzustellen.

18.8.2 Wenn es erforderlich ist, einen Laderaum, der einen Typ A-Ladetank umgibt, für eine regelmäßige Inspektion gasfrei zu machen und Luft zuzuführen, und in dem Ladetank wird entzündbare Ladung befördert, dann ist die Inspektion durchzuführen, wenn der Tank nur eine Mindest-Restmenge der Ladung enthält, um den Ladetank kalt zu halten. Der Laderaum muss wieder inertisiert werden, sobald die Inspektion abgeschlossen ist.

18.8.3 Personen, die einen als gefährdeten Bereich eingestuften Raum auf einem Schiff betreten, das entzündbare Stoffe befördert, dürfen keine möglichen Zündquellen in den Raum einbringen, sofern nicht vorher die Gasfreiheit bescheinigt wurde und dieser Zustand beibehalten wird.

## **18.9 Ladungs-Probenahme**

18.9.1 Jede Ladungsprobenahme muss unter Aufsicht eines Schiffsoffiziers durchgeführt werden, der sicherzustellen hat, dass von jedem, der an dem Arbeitsvorgang beteiligt ist, eine der Gefahr der Ladung entsprechende Schutzkleidung benutzt wird.

18.9.2 Wenn flüssige Ladungsproben genommen werden, muss der Schiffsoffizier sicherstellen, dass die Probenahmegeräte für die vorkommenden Temperaturen und Drücke einschließlich des Entladedruckes der Ladepumpe, sofern zutreffend, geeignet sind.

18.9.3 Der Schiffsoffizier muss sicherstellen, dass alle eingesetzten Ladungsprobenahme-Geräte sachgemäß angeschlossen sind, um Ladungsleckagen zu vermeiden.

18.9.4 Wenn die Ladung, von der eine Probe zu entnehmen ist, ein giftiger Stoff ist, muss der Schiffsoffizier sicherstellen, dass ein geschlossenes Ring-Probenahmesystem entsprechend der Begriffsbestimmung in Absatz 1.2.15 verwendet wird, um jeden Ladungsaustritt in die Atmosphäre auf ein Minimum herabzusetzen.

18.9.5 Nachdem alle Probenahme-Vorgänge abgeschlossen sind, muss der Schiffsoffizier sicherstellen, dass alle verwendeten Probenahme-Ventile sachgemäß geschlossen sind und die verwendeten Anschlüsse richtig blindgeflanscht sind.

## **18.10 Ladungs-Not-Abschaltsystem (ESD-System)**

### **18.10.1 Allgemeines**

18.10.1.1 Es muss ein Ladungs-Not-Abschaltsystem eingebaut sein, um in einem Notfall den Ausfluss entweder anlagenintern innerhalb des Schiffes oder während des Ladungsumschlages zum Schiff oder an Land zu stoppen. Die Auslegung des Not-Abschaltsystems muss die mögliche Erzeugung von Druckstößen innerhalb des Ladungsumschlag-Rohrleitungsnetzes verhindern (siehe Absatz 18.10.2.1.4).

18.10.1.2 Hilfssysteme für die Konditionierung der Ladung, die giftige oder entzündbare Flüssigkeiten oder Dämpfe verwenden, sind wie Ladungssysteme im Rahmen einer Not-Abschaltung zu behandeln. Indirekte Ladungskühlsysteme, die ein Inertisierungsmittel, wie beispielsweise Stickstoff, verwenden, brauchen nicht in die Not-Abschaltfunktion einbezogen zu werden.

18.10.1.3 Das Not-Abschaltsystem muss durch manuelle und selbsttätige Aktivierungen, wie in Tabelle 18.1 angegeben, ausgelöst werden. Alle zusätzlichen Aktivierungen dürfen nur in das Not-Abschaltsystem einbezogen werden, wenn gezeigt werden kann, dass ihre Einbeziehung die Unversehrtheit und Zuverlässigkeit des Systems insgesamt nicht herabsetzt.

18.10.1.4 Die Not-Abschaltsysteme der Schiffe müssen eine Schnittstelle zwischen Schiff und Land in Übereinstimmung mit anerkannten Normen<sup>22</sup> enthalten.

18.10.1.5 In der Ladekontrollstation und auf der Kommandobrücke muss ein Funktions-Ablaufschaubild des Not-Abschaltsystems und der zugehörigen Systeme vorhanden sein.

### 18.10.2 *Anforderungen an das Not-Abschaltventil*

#### 18.10.2.1 Allgemeines

18.10.2.1.1 Der Ausdruck *Not-Abschaltventil* bedeutet jedes Ventil, das durch das Not-Abschaltsystem betätigt wird.

18.10.2.1.2 Die Not-Abschaltventile müssen fernbedienbar sein, von einer Bauart sein, die sich bei Energieausfall schließt (geschlossen bei Ausfall der auslösenden Kraft), vor Ort manuell geschlossen werden können und eine eindeutige Anzeige der tatsächlichen Stellung des Ventils haben. Als Alternative zur manuellen Schließung des Not-Abschaltventils vor Ort darf ein manuell bedienbares Absperrventil in Reihe mit dem Not-Abschaltventil zugelassen werden. Das Hand-Absperrventil muss angrenzend an das Not-Abschaltventil angeordnet sein. Es müssen Vorkehrungen für den Umgang mit eingeschlossener Flüssigkeit getroffen werden, sollte das Not-Abschaltventil schließen, während das Hand-Absperrventil ebenfalls geschlossen ist.

18.10.2.1.3 Die Not-Abschaltventile in Flüssigkeits-Rohrleitungssystemen müssen vollständig und ruckfrei innerhalb von 30 s nach Aktivierung schließen. Angaben über die Schließzeit der Ventile und ihr Betriebsverhalten müssen an Bord verfügbar sein, und die Schließzeit muss nachprüfbar und reproduzierbar sein.

18.10.2.1.4 Die Schließzeit des in den Absätzen 13.3.1 bis 13.3.3 genannten Ventils (d. h. Zeit von der Auslösung des Schließsignals bis zum vollständigen Schließen des Ventils) darf nicht größer sein als:

$$\frac{3600 U}{LR} \quad (\text{s})$$

Hierbei sind:

- $U$  = Freivolumen (m<sup>3</sup>) bei dem Füllstand, bei dem der Schließvorgang ausgelöst wird,  
 $LR$  = größte Laderate (m<sup>3</sup>/h), wie zwischen Schiff und Landanlage vereinbart.

Die Laderate muss so angepasst sein, dass Druckstöße infolge Schließens des Ventils auf ein vertretbares Maß beschränkt bleiben; dabei sind gegebenenfalls der Ladeschlauch oder -arm und die Rohrleitungssysteme des Schiffes und der Landanlage zu berücksichtigen.

---

<sup>22</sup> ISO 28460:2010 - Petroleum and natural gas industries - Installation and equipment for liquefied natural gas - Ship-to-shore interface and port operations.

(DIN EN ISO 28460:2011 - Erdöl- und Erdgasindustrien - Anlagen und Ausrüstung für Flüssigerdgas - Schnittstelle zwischen Schiff und Land und Hafenbetrieb (ISO 28460:2010)).

### 18.10.2.2 Anschlüsse der Übergabestationen von Schiff an Land und von Schiff zu Schiff

An jedem Übergabestations-Anschluss muss ein Not-Abschaltventil eingebaut sein. Nicht für den Ladungsumschlag benutzte Anschlüsse der Ladungsübergabestationen müssen mit Blindflanschen abgesperrt werden, die für den Entwurfsdruck des Rohrleitungssystems bemessen sind.

### 18.10.2.3 Absperrventile des Ladungssystems

Wenn Absperrventile des Ladungssystems nach Abschnitt 5.5 gleichzeitig Not-Abschaltventile im Sinne des Abschnitts 18.10 sind, dann sind die Anforderungen des Abschnittes 18.10 zu erfüllen.

### 18.10.3 *Bedienungseinrichtungen des Not-Abschaltsystems*

18.10.3.1 Das Not-Abschaltsystem muss mindestens durch eine einzelne Bedienungseinrichtung auf der Kommandobrücke und entweder an der nach Absatz 13.1.2 vorgeschriebenen Überwachungsstation oder im Ladekontrollraum, falls eingebaut, sowie an mindestens zwei Stellen im Ladungsbereich manuell bedient werden können.

18.10.3.2 Das Not-Abschaltsystem muss bei Entdeckung eines Brandes auf den Wetterdecks des Ladungsbereiches und/oder in den Lademaschinenräumen selbsttätig aktiviert werden. Das auf den Wetterdecks eingesetzte Entdeckungsverfahren muss mindestens die Flüssigkeits- und Dampfdomen der Ladetanks, die Ladungsübergabestationen und Bereiche, in denen Flüssigkeits-Rohrleitungen regelmäßig auseinandergenommen werden, abdecken. Die Brandentdeckung kann durch schmelzbare Bauelemente, die so ausgelegt sind, dass sie bei Temperaturen zwischen 98 °C und 104 °C schmelzen, oder durch Flächen-Feuermeldesysteme erfolgen.

18.10.3.3 Laufende Ladungsmaschinen müssen durch Aktivierung des Not-Abschaltsystems in Übereinstimmung mit dem Ursache-Wirkungs-Raster in Tabelle 18.1 gestoppt werden.

18.10.3.4 Das Not-Abschaltkontrollsystem muss so ausgelegt sein, um zu ermöglichen, dass die nach Absatz 13.3.5 vorgeschriebene Überprüfung des Höchst-Füllstands in sicherer und kontrollierter Weise durchgeführt wird. Zum Zweck der Überprüfung können die Ladepumpen in Betrieb sein, solange das Überfüllkontroll-System überbrückt ist. Verfahren für die Überprüfung des Füllstandalarms und das Zurücksetzen des Not-Abschaltsystems nach Abschluss der Überprüfung des Höchst-Füllstandalarms sind in das nach Absatz 18.2.1 vorgeschriebene Betriebshandbuch über das Ladesystem aufzunehmen.

**Tabelle 18.1 - Einrichtungen für Not-Abschaltfunktionen**

Abschalt-Vorgang →  Aktivierung ↓	Pumpen		Kompressor-Systeme				Ventile	Schnittstelle
	Ladepumpen Lade-Boosterpumpen	Sprühpumpen Restlenzpumpen	Dampfdruckgabe-Kompressoren	Gasbrennstoff-Kompressoren	Rückverflüssigungsanlage*** einschl. Kondensat- Rückführungs- Pumpen, soweit vorhanden	Gasverbrennungsanlage	Not-Abschaltventile	Signal zur Schnittstelle zwischen Schiff und Land****
Not-Drucktaste (siehe Absatz 18.10.3.1)	√	√	√	Hinweis 2	√	√	√	√
Brandentdeckung an Deck oder im Kompressorhaus* (siehe Absatz 18.10.3.2)	√	√	√	√	√	√	√	√
Höchst-Füllstand im Ladetank (siehe Absätze 13.3.2 und 13.3.3)	√	√	√	Hinweis 1 Hinweis 2	Hinweis 1 Hinweis 3	Hinweis 1	Hinweis 6	√
Signal von der Schnittstelle Schiff/Land (siehe Absatz 18.10.1.4)	√	√	√	Hinweis 2	Hinweis 3	n/a	√	n/a
Ausfall der Antriebskraft für Not-Abschaltventile**	√	√	√	Hinweis 2	Hinweis 3	n/a	√	√
Ausfall der elektrischen Haupt-Energie („Totalausfall“)	Hinweis 7	Hinweis 7	Hinweis 7	Hinweis 7	Hinweis 7	Hinweis 7	√	√
Überbrückung des Füllstandalarms (siehe Absatz 13.3.7)	Hinweis 4	Hinweis 4 Hinweis 5	√	Hinweis 1	Hinweis 1	Hinweis 1	√	√

Hinweis 1: Diese Anlagenteile können von diesen speziellen selbsttätigen Abschalt-Aktivierungsgebern unter der Voraussetzung entfallen, dass die Eintrittsöffnungen dieser Anlagenteile gegen das Eindringen flüssiger Ladung geschützt sind.

Hinweis 2: Wenn der Gasbrennstoff-Kompressor für die Rückgabe von Ladungsdampf an Land verwendet wird, muss er in das Not-Abschaltsystem einbezogen sein, wenn er in dieser Betriebsart eingesetzt ist.

Hinweis 3: Wenn die Kompressoren der Rückverflüssigungsanlage für Dampfdruckgabe bzw. Freidrücken der Land-Verbindungsleitungen verwendet werden, müssen sie in das Not-Abschaltsystem einbezogen sein, wenn sie in dieser Betriebsart eingesetzt sind.

Hinweis 4: Auf See kann das nach Absatz 13.3.7 zulässige Überbrückungssystem verwendet werden, um Fehlalarme oder Fehlabschaltungen zu verhindern. Wenn Füllstands-Alarme überbrückt sind, müssen der Betrieb der Ladepumpen und das Öffnen der Not-

Abschaltventile der Ladungsübergabestation blockiert sein, außer wenn eine Überprüfung des Höchst-Füllstandalarms in Übereinstimmung mit Absatz 13.3.5 (siehe Absatz 18.10.3.4) durchgeführt wird.

- Hinweis 5: Ladungs-Sprühpumpen oder Restlenzpumpen, die zur Versorgung eines Zwangsumlauf-Verdampfers eingesetzt werden, können vom Not-Abschaltsystem nur ausgenommen werden, wenn sie in dieser Betriebsart eingesetzt sind.
- Hinweis 6: Die Sensoren entsprechend Absatz 13.3.2 können für das selbsttätige Schließen der Tank-Füllventile für den einzelnen Tank, in dem die Sensoren eingebaut sind, als eine Alternative zum Schließen der Not-Abschaltventile entsprechend Absatz 18.10.2.2 verwendet werden. Wenn diese Möglichkeit übernommen wird, ist die die Aktivierung des vollständigen Not-Abschaltsystems zu starten, wenn die Höchst-Füllstands-Sensoren in allen zu beladenden Tanks aktiviert worden sind.
- Hinweis 7: Diese Anlagenteile müssen so ausgelegt sein, dass sie bei Wiederherstellung der Hauptstromversorgung und ohne Bestätigung der sicheren Zustände nicht neu starten.
- \* Schmelzpfropfen, elektronische Temperaturüberwachungs-Punkte oder Flächen-Feuermeldesysteme können für diesen Zweck an Deck verwendet werden.
- \*\* Ausfall der hydraulischen, elektrischen oder pneumatischen Energie für ferngesteuerte Auslöser der Not-Abschaltventile.
- \*\*\* Indirekte Ladungskühlsysteme, die einen Teil der Rückverflüssigungsanlage bilden, brauchen nicht in die Not-Abschaltfunktionen einbezogen zu werden, wenn in ihnen ein inertes Mittel, wie beispielsweise Stickstoff, im Kühlsystemkreislauf verwendet wird.
- \*\*\*\* Das Signal braucht den auslösenden Vorgang der Not-Abschaltung nicht anzuzeigen.
- √ Funktionsanforderung.
- n/a nicht anwendbar.

#### 18.10.4 *Zusätzliche Abschaltungen*

18.10.4.1 Die Anforderungen des Absatzes 8.3.1.1, den Ladetank vor äußerem Differenzdruck zu schützen, kann durch die Verwendung eines unabhängigen Niederdruck-Auslösers zum Aktivieren des Not-Abschaltsystems oder mindestens zum Abschalten jeglicher Ladepumpen oder Ladekompressoren erfüllt werden.

18.10.4.2 Eine Dateneingabe zum Not-Abschaltsystem von dem nach Abschnitt 13.3 vorgeschriebenen Überlaufsicherungs-System kann vorhanden sein; es kann dazu benutzt werden, jegliche Ladepumpen oder Ladekompressoren zu stoppen, die zum Zeitpunkt der Feststellung des Höchst-Füllstandes laufen, da dieser Alarm infolge eines unbeabsichtigten internen Ladungsumschlags von Tank zu Tank erfolgen kann.

#### 18.10.5 *Erprobung vor Ladungsbeginn*

Ladungs-Not-Abschaltsysteme und Alarmsysteme, die mit dem Ladungsumschlag verbunden sind, müssen überprüft und erprobt werden, bevor die Belade- und Entladevorgänge beginnen.



### **18.11 Schweiß- und Brennarbeiten an und in der Nähe von Ladungsbehältersystemen**

18.11.1 In der Nähe von Ladetanks und insbesondere von Isoliersystemen, die entzündbar oder mit Kohlenwasserstoffen kontaminiert sein können oder die giftige Dämpfe als Produkt einer Verbrennung abgeben können, müssen besondere Brandschutzvorkehrungen getroffen werden.

### **18.12 Weitere Betriebsvorschriften**

Weitere Betriebsvorschriften sind den folgenden Absätzen/Abschnitten des Codes enthalten:

2.2.2, 2.2.5, 2.2.8, 3.8.4, 3.8.5, 5.3.2, 5.3.3.3, 5.7.3, 7.1, 8.2.7, 8.2.8, 8.2.9, 9.2, 9.3, 9.4.4, 12.1.1, 13.1.3, 13.3.6, 13.6.18, 14.3.3, 15.3, 15.6, 16.6.3, 17.4.2, 17.6, 17.7, 17.9, 17.10, 17.11, 17.12, 17.13, 17.14, 17.16, 17.18, 17.19, 17.21, 17.22.

## KAPITEL 19

## ZUSAMMENSTELLUNG DER MINDESTANFORDERUNGEN

## Erläuterungen zur Zusammenstellung der Mindestanforderungen

Name des Stoffes (Spalte a)	Der Name des Stoffes muss in den Ladungspapieren für jede zur Beförderung als Massengut angebotene Ladung verwendet werden. Jede zusätzliche Bezeichnung darf nach dem Stoffnamen in Klammern hinzugefügt werden. In einigen Fällen sind die Stoffbezeichnungen nicht mit den in früheren Ausgaben des Codes angegebenen Bezeichnungen identisch.
(Spalte b)	Gestrichen
Schiffstyp (Spalte c)	1: Typ 1G-Schiff (Absatz 2.1.2.1) 2: Typ 2G-Schiff (Absatz 2.1.2.2) 3: Typ 2PG-Schiff (Absatz 2.1.2.3) 4: Typ 3G-Schiff (Absatz 2.1.2.4)
Unabhängiger Typ C-Tank erforderlich (Spalte d)	Unabhängiger Typ C-Tank (Abschnitt 4.23)
Überwachung der Tankumgebung (Spalte e)	Inert: Inertisieren (Abschnitt 9.4) Trocken: Trocknen (Abschnitt 17.7) - : Keine besonderen Anforderungen nach dem Code
Dampfaufspüren (Spalte f)	F: Aufspüren entzündbarer Dämpfe T: Aufspüren giftiger Dämpfe F+T: Aufspüren entzündbarer und giftiger Dämpfe A: Erstickend
Füllstandsanzeige (Spalte g)	I: Indirekt oder geschlossen (Absätze 13.2.3.1 und .2) R: Indirekt, geschlossen oder teilweise geschlossen (Absätze 13.2.3.1, .2, .3 und .4) C: Indirekt oder geschlossen (Absätze 13.2.3.1, .2 und .3)
(Spalte h)	Gestrichen
Besondere Anforderungen (Spalte i)	Wenn ein besonderer Hinweis auf die Kapitel 14 und/oder 17 angegeben ist, gelten diese Anforderungen zusätzlich zu den Anforderungen in jeder anderen Spalte.
Kältemittelgase	Ungiftige und nicht entzündbare Gase

Sofern nichts anderes angegeben ist, können Gasgemische, die weniger als 5% Acetylenanteil haben, ohne weitere Anforderungen als die für die Hauptbestandteile geltenden befördert werden.

**IGC-Code**

a	b	c	d	e	f	g	h	i
Name des Stoffes (englisch deutsch)		Schiffstyp	Unabhängige Typ C- Tanks erforderlich	Überwachung der Dampfräume in Ladetanks	Aufspüren von Dämpfen/Gasen	Füllstandsanzeiger		Besondere Anforderungen  (Abschnitt bzw. Absatz)
Acetaldehyde Acetaldehyd		2G/2PG	-	Inert	F + T	C		14.4.2, 14.3.3.1, 17.4.1, 17.6.1
Ammonia, anhydrous Ammoniak, wasserfrei		2G/2PG	-	-	T	C		14.4, 17.2.1, 17.12
Butadiene (all isomers) Butadien (alle Isomere)		2G/2PG	-	-	F + T	C		14.4, 17.2.2, 17.4.2, 17.4.3, 17.6, 17.8
Butane (all isomers) Butan (alle Isomere)		2G/2PG	-	-	F	R		
Butane-propane mixture Butan-Propan-Gemisch		2G/2PG	-	-	F	R		
Butylenes (all isomers) Butylen (alle Isomere)		2G/2PG	-	-	F	R		
Carbon Dioxide (high purity) Kohlendioxid (hohe Reinheit)		3G	-	-	A	R		17.21
Carbon Dioxide (Reclaimed quality) Kohlendioxid (regenerierte Qualität)		3G	-	-	A	R		17.22
Chlorine Chlor		1G	Ja	Trocken	T	I		14.4, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.7, 17.9, 17.13
Diethyl ether* Diethylether*		2G/2PG	-	Inert	F + T	C		14.4.1, 14.4.2, 17.2.6, 17.3.1, 17.6.1, 17.9, 17.10, 17.11.2, 17.11.3
Dimethylamine Dimethylamin		2G/2PG	-	-	F + T	C		14.4, 17.2.1
Dimethyl Ether Dimethylether		2G/2PG	-	-	F + T	C		
Ethane Ethan		2G	-	-	F	R		
Ethyl chloride Ethylchlorid		2G/2PG	-	-	F + T	C		
Ethylene Ethylen		2G	-	-	F	R		
Ethylene oxide Ethylenoxid		1G	Ja	Inert	F + T	C		14.4, 17.2.2, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.6.1, 17.14
Ethylene oxide-propylene oxide mixtures with ethylene oxide content of not more than 30% by weight*		2G/2PG	-	Inert	F + T	C		14.4.2, 17.3.1, 17.4.1, 17.6.1, 17.9, 17.10, 17.18

a	b	c	d	e	f	g	h	i
Name des Stoffes (englisch deutsch)		Schiffstyp	Unabhängige Typ C- Tanks erforderlich	Überwachung der Dampfzäume in Ladetanks	Aufspüren von Dämpfen/Gasen	Füllstandsanzeiger		Besondere Anforderungen  (Abschnitt bzw. Absatz)
Ethylenoxid-Propylenoxid- Gemisch mit einem Massenanteil von nicht mehr als 30% Ethylenoxid*								
Isoprene* (all isomers) Isopren* (alle Isomere)		2G/2PG	-	-	F	R		14.4.2, 17.8, 17.9, 17.11.1
Isoprene* (part refined) Isopren* (teilraffiniert)		2G/2PG	-	-	F	R		14.4.2, 17.8, 17.9, 17.11.1
Isopropylamine* Isopropylamin*		2G/2PG	-	-	F + T	C		14.4.1, 14.4.2, 17.2.4, 17.9, 17.10, 17.11.1, 17.15
Methane (LNG) Methan		2G	-	-	F	C		
Methyl acetylene-propadiene mixtures Methyl-Acetylen-Propadien- Gemische		2G/2PG	-	-	F	R		17.16
Methyl bromide Methylbromid		1G	Ja	-	F + T	C		14.4, 17.2.3, 17.3.2, 17.4.1, 17.5
Methyl chloride Methylchlorid		2G/2PG	-	-	F + T	C		17.2.3
Mixed C4 Cargoes Gemischte C4-Ladungen		2G/2PG	-	-	F + T	C		14.4, 17.2.2, 17.4.2, 17.4.3, 17.6, 17.20
Monoethylamine* Monoethylamin*		2G/2PG	-	-	F + T	C		14.4, 17.2.1, 17.3.1, 17.9, 17.10, 17.11.1, 17.15
Nitrogen Stickstoff		3G	-	-	A	C		17.17
Pentane (all isomers)* Pentan (alle Isomere)*		2G/2PG	-	-	F	R		17.9, 17.11
Pentene (all isomers)* Penten (alle Isomere)*		2G/2PG	-	-	F	R		17.9, 17.11
Propane Propan		2G/2PG	-	-	F	R		
Propylene Propylen		2G/2PG	-	-	F	R		
Propylene oxide* Propylenoxid*		2G/2PG	-	Inert	F + T	C		14.4.2, 17.3.1, 17.4.1, 17.6.1, 17.9, 17.10, 17.18
Refrigerant gases Kältemittelgase		3G	-	-	-	R		

## IGC-Code

a	b	c	d	e	f	g	h	i
<b>Name des Stoffes</b> (englisch deutsch)		<b>Schiffstyp</b>	<b>Unabhängige Typ C- Tanks erforderlich</b>	<b>Überwachung der Dampfräume in Ladetanks</b>	<b>Aufspüren von Dämpfen/Gasen</b>	<b>Füllstandsanzeiger</b>		<b>Besondere Anforderungen</b>  (Abschnitt bzw. Absatz)
Sulphur dioxide Schwefeldioxid		1G	Ja	Trocken	T	C		14.4, 17.3.2, 17.4.1, 17.5, 17.7
Vinyl chloride Vinylchlorid		2G/2PG	-	-	F + T	C		14.4.1, 14.4.2, 17.2.2, 17.2.3, 17.3.1, 17.6, 17.19
Vinyl ethyl ether* Vinylethylether*		2G/2PG	-	Inert	F + T	C		14.4.1, 14.4.2, 17.2.2, 17.3.1, 17.6.1, 17.8, 17.9, 17.10, 17.11.2, 17.11.3
Vinylidene chloride* Vinylidenchlorid*		2G/2PG	-	Inert	F + T	C		14.4.1, 14.4.2, 17.2.5, 17.6.1, 17.8, 17.9, 17.10

\* Dieser Stoff ist auch im IBC-Code erfasst.

## ANHANG 1

## MUSTER DES IGC-CODE-LADUNGSDATENBLATTES

Eigenschaften der angebotenen Stoffe für die Beförderung auf Schiffen,  
die dem IGC-Code unterliegen

## 1 Identität des Stoffes

## Name des Stoffes

Der Name des Stoffes soll in den Ladungspapieren für jede zur Beförderung als Massengut angebotene Ladung verwendet werden. Jede zusätzliche Bezeichnung darf nach dem Stoffnamen in Klammern hinzugefügt werden.

## 1.1 Andere Namen und Identifikationsnummern

Hauptsächliche Handelsbezeichnung : \_\_\_\_\_  
 Hauptsächliche chemische Bezeichnung : \_\_\_\_\_  
 Chemische Formel : \_\_\_\_\_  
 C.A.S Nummer : \_\_\_\_\_  
 EHS Nummer : \_\_\_\_\_  
 BMR Nummer : \_\_\_\_\_  
 RTECS Nummer : \_\_\_\_\_

## 1.2 Zugehörige Synonyme

Struktur
----------

Synonymbezeichnung	Typ

## 1.3 Zusammensetzung

Komponentenbezeichnung	%	Typ

**2 Physikalische Eigenschaften**

Eigenschaftsbezugswerte/ Erläuterungen	Einheiten	Abfrage- Kriterium	Niedrigerer Wert	Höherer Wert
Molekulargewicht				
Dichte bei 20 °C	(kg/m <sup>3</sup> )			
Flammpunkt (geschlossener Tiegel)	(°C)			
Siedepunkt	(°C)			
Wasserlöslichkeit bei 20 °C	(mg/l)			
Dampfdruck bei 20 °C	(Pa)			
Selbstentzündungstemperatur	(°C)			
Explosionsgrenzen	(% v/v)			
MESG	(mm)			

---

**3 Relevante chemische Eigenschaften**

---

Wasser-Reaktivität (0 - 2)

0 = keine Reaktivität Einzelheiten  
1 = reaktiv  
2 = hochreaktiv

Reagiert der Stoff mit Luft, um eine möglicherweise gefährliche Situation zu verursachen? (J/N)

Falls ja, Einzelheiten angeben

Referenz

---

Wird ein Inhibitor oder Stabilisator benötigt, um eine gefährliche Reaktion zu verhindern? (J/N)

---

Falls ja, Einzelheiten angeben

Referenz

**4 Säugetiertoxizität**

## 4.1 Akute Toxizität

	Abfrage- Kriterium	Niedrigerer Wert	Höherer Wert	Spezies	Referenz/ Bemerkungen
Oral (mg/kg)	LD <sub>50</sub>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Dermal (mg/kg)	LD <sub>50</sub>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Inhalation (mg/l 4h)	LD <sub>50</sub>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

## 4.2 Verätzung und Reizung

	Einheiten	Abfrage- Kriterium	Niedrigerer Wert	Höherer Wert	Referenz/ Bemerkungen
Hautverätzungszeit	(Stunden)		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

	Resultierende Beobachtung	Spezies	Referenz/ Bemerkungen
Hautreizung (4-Stunden Exposition)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Augenreizung	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Nicht reizend, schwach reizend, leicht reizend, mäßig reizend, schwerwiegend reizend oder ätzend

## 4.3 Sensibilisierung

		Referenz/ Bemerkungen
Atemwegssensibilisator (beim Menschen)	(J/N) <input type="text"/>	<input type="text"/>
Hautsensibilisierung	(J/N) <input type="text"/>	<input type="text"/>



## IGC-Code

---

### 4.4 Andere spezifische Langzeitwirkungen

Referenz/Bemerkungen

Krebserregend (J/N)

Mutagen (J/N)

Fortpflanzungsgefährdent (J/N)

Sonstige Langzeitwirkung (J/N)

---

### 4.5 Sonstige relevante Säugetiertoxizität

---

## 5 Vorgeschlagene Beförderungsanforderungen

Spalte in der Tabelle des Kapitels 19 des IGC-Codes	Objekt	Wertigkeit
c	Schiffstyp	
d	Unabhängiger Typ C-Tank erforderlich	
e	Überwachung der Dampf Räume in Ladetanks	
f	Aufspüren von Dämpfen/Gasen	
g	Füllstandsanzeiger	
i	Besondere Anforderungen	

## ANHANG 2

**MUSTER DES INTERNATIONALEN ZEUGNISSES ÜBER DIE EIGNUNG  
ZUR BEFÖRDERUNG VERFLÜSSIGTER GASE ALS MASSENGUT**

**Internationales Zeugnis über die Eignung zur Beförderung  
verflüssigter Gase als Massengut**

*(Dienstsiegel)*

Ausgestellt nach den Vorschriften des

INTERNATIONALEN CODES FÜR DEN BAU UND DIE AUSRÜSTUNG VON SCHIFFEN  
ZUR BEFÖRDERUNG VERFLÜSSIGTER GASE ALS MASSENGUT

im Namen der Regierung der

.....  
*(vollständige amtliche Bezeichnung des Staates)*

durch .....

*(vollständige Bezeichnung der von der Verwaltung anerkannten zuständigen Person oder Organisation)*

**Angaben zum Schiff<sup>1</sup>**

Name des Schiffes .....

Unterscheidungssignal .....

IMO-Nummer<sup>2</sup> .....

Heimathafen .....

Fassungsvermögen der Ladetanks (m<sup>3</sup>) .....

Schiffstyp<sup>3</sup> (Absatz 2.1.2 des Codes) .....

Datum an dem Kiel gelegt wurde oder  
das Schiff sich in einem entsprechenden  
Bauzustand befand oder bei einem  
umgebauten Schiff Datum des  
begonnenen Umbaus zu einem  
Gastankschiff .....

Das Schiff entspricht außerdem in jeder Beziehung folgenden Änderungen des Codes:

.....  
.....

Das Schiff ist von der Beachtung der folgenden Bestimmungen des Code befreit:

.....  
.....

**Hiermit wird bescheinigt:**

- 1 Dass das Schiff nach den Bestimmungen des Abschnitts 1.4 des Code besichtigt worden ist;
- 2 dass die Besichtigung gezeigt hat, dass die Bauweise und die Ausrüstung des Schiffes sowie deren Zustand in jeder Hinsicht zufriedenstellend sind und dass das Schiff den einschlägigen Bestimmungen des Codes entspricht;
- 3 dass die folgenden Entwurfsmerkmale verwendet wurden:

- .1 Umgebungstemperatur für Luft ..... °C<sup>4</sup>
- .2 Umgebungstemperatur für Wasser ..... °C<sup>4</sup>
- .3

Tanktyp und Nummer	Sicherheitsfaktoren <sup>5</sup>				Werkstoffe <sup>5</sup>	MARVS <sup>6</sup>
	A	B	C	D		
Ladeleitungen						

Anmerkung: Die Tanknummern in vorstehender Tabelle beziehen sich auf den als Beiblatt 2 beigefügten Tankplan, der mit Datum und Unterschrift versehen ist.

- .4 die mechanischen Eigenschaften des Tank-Werkstoffes wurden bei ..... °C<sup>7</sup> bestimmt.

- 4 dass das Schiff für die Massengutbeförderung der folgenden Stoffe geeignet ist, vorausgesetzt, dass alle einschlägigen Betriebsvorschriften des Codes befolgt werden<sup>8</sup>.

Stoffe	Beförderungsbedingungen (Tanknummern usw.)	Mindesttemperatur

Fortsetzung in Beiblatt 1 beziehungsweise auf weiteren mit Unterschrift und Datum versehenen Blättern. Die Tanknummern in vorstehender Tabelle beziehen sich auf den als Beiblatt 2 beigefügten Tankplan, der mit Datum und Unterschrift versehen ist.

- 5 dass in Übereinstimmung mit Absatz 1.4/2.6.2\* die Bestimmungen des Code hinsichtlich des Schiffes in folgender Weise abgeändert wurden:  
.....
- 6 dass das durch Absatz 2.2.5 des Codes vorgeschriebene Beladungs- und Stabilitätshandbuch in einer genehmigten Form an Bord vorhanden ist.
- 7 dass das Schiff zu beladen ist:
  - .1\* Nur in Übereinstimmung mit Ladefällen, die als übereinstimmend mit den Intakt- und Leckstabilitätsvorschriften unter Verwendung des zugelassenen, entsprechend Absatz 2.2.6 des Codes installierten Stabilitätsrechners überprüft worden sind;



- .2\* wenn ein nach Absatz 2.2.7 des Codes zulässiger Verzicht gewährt wird und der zugelassene Stabilitätsrechner, der nach Absatz 2.2.6 des Codes vorgeschrieben ist, nicht installiert ist, ist die Beladung in Übereinstimmung mit einem oder mehreren der folgenden genehmigten Verfahren vorzunehmen:
- (i)\* in Übereinstimmung mit den Ladefällen, die in dem genehmigten Heft mit Angaben zur Ladung und zur Stabilität aufgeführt sind, auf das in vorstehendem Absatz 6 verwiesen wird; oder
  - (ii)\* in Übereinstimmung mit den Ladefällen, die unter Verwendung eines zugelassenen Hilfsmittels an Land überprüft worden sind; oder
  - (iii)\* in Übereinstimmung mit einem Ladefall, der innerhalb einer genehmigten Reihe von Ladefällen liegt, die in dem im vorstehenden Absatz 6 angegebenen Heft mit Angaben zur Ladung und zur Stabilität definiert sind; oder
  - (iv)\* in Übereinstimmung mit einem Ladefall, der unter Verwendung genehmigter kritischer KG/GM-Daten, die in dem im vorstehenden Absatz 6 angegebenen Heft mit Angaben zur Ladung und zur Stabilität definiert sind, überprüft worden ist; und
- .3\* in Übereinstimmung mit den einschränkenden Bestimmungen zur Beladung, die diesem Zeugnis in Form eines Anhangs beigelegt sind.

Wenn es erforderlich ist, das Schiff abweichend von den oben bezeichneten Anweisungen zu beladen, sind die notwendigen Berechnungen, die zur Begründung der vorgeschlagenen Ladefälle auszuführen sind, der ausfertigenden Behörde vorzulegen und von dieser schriftlich zu genehmigen.\*\*

Dieses Zeugnis gilt bis.....  
vorbehaltlich der Besichtigungen nach Absatz 1.4 des Code.

Abschlussstag der Besichtigung, auf dem dieses Zeugnis beruht: .....  
(TT.MM.JJJJ)

Ausgestellt in .....  
(Ort der Ausstellung des Zeugnisses)

.....  
(Datum der Ausstellung)

.....  
(Unterschrift des ermächtigten Bediensteten,  
der das Zeugnis ausstellt)

(Siegel beziehungsweise Stempel der Stelle)

\* Nichtzutreffendes streichen.

\*\* Anstatt ins Zeugnis aufgenommen zu werden, kann diese Passage dem Zeugnis in Form eines Anhangs beigelegt werden, sofern dieser abgestempelt und mit einer Unterschrift versehen ist.

### Anmerkungen zum Ausfüllen des Zeugnisses:

- 1 Alternativ können die Angaben zum Schiff waagrecht in Kästchen angeordnet werden.
- 2 Entsprechend dem IMO-Schiffsidentifikationsnummern-System, das von der Organisation mit EntschlieÙung A.600(15) angenommen wurde.
- 3 Jeder Eintrag muss sich auf sämtliche einschlägigen Empfehlungen beziehen; zum Beispiel bedeutet ein Eintrag „Typ 2G“ der Typ 2G hinsichtlich aller Bestimmungen des Codes.
- 4 Es ist die für den Zweck des Absatzes 4.19.1.1 des Codes erforderliche Umgebungstemperatur einzutragen.
- 5 Es sind die nach den Absätzen 4.22.3.1 und 4.23.3.1 des Codes zulässigen Spannungsfaktoren und Werkstoffe einzutragen.
- 6 Es sind alle Einstellungen der Sicherheitsventile einzutragen, die in Übereinstimmung mit Absatz 4.13.2 des Codes festgesetzt wurden.
- 7 Es sind die für die Zwecke des Absatzes 4.18.1.3 des Codes von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation anerkannten Temperaturen einzutragen.
- 8 Es sind nur Stoffe einzutragen, die in Kapitel 19 des Codes aufgeführt sind oder die von der Verwaltung entsprechend Absatz 1.1.6.1 des Codes bewertet worden sind oder deren verträgliche Gemische physikalische Mengenverhältnisse innerhalb der Begrenzungen der Tankkonstruktion haben. Hinsichtlich der letztgenannten „neuen Stoffe“ sind etwaige besondere Anforderungen, die in einem Dreierabkommen vorläufig festgelegt wurden, in einem Nachtrag zum Zeugnis anzugeben.

### Vermerk für jährliche und Zwischenbesichtigungen

Hiermit wird bescheinigt, dass bei einer nach Absatz 1.4.2 des Codes erforderlichen Besichtigung festgestellt wurde, dass das Schiff den einschlägigen Bestimmungen des Codes entspricht.

Jährliche Besichtigung: Gezeichnet .....  
(Unterschrift des ordnungsgemäß ermächtigten Bediensteten)

Ort .....

Datum (TT/MM/JJJJ): .....

(Siegel beziehungsweise Stempel der Behörde)

Jährliche/Zwischenbesichtigung\*: Gezeichnet .....  
(Unterschrift des ordnungsgemäß ermächtigten Bediensteten)

Ort .....

Datum (TT/MM/JJJJ): .....

(Siegel beziehungsweise Stempel der Behörde)

Jährliche/Zwischenbesichtigung\*: Gezeichnet .....  
(Unterschrift des ordnungsgemäß ermächtigten Bediensteten)

Ort .....

Datum (TT/MM/JJJJ): .....

(Siegel beziehungsweise Stempel der Behörde)

Jährliche Besichtigung: Gezeichnet .....  
(Unterschrift des ordnungsgemäß ermächtigten Bediensteten)

Ort .....

Datum (TT/MM/JJJJ): .....

(Siegel beziehungsweise Stempel der Behörde)

\* Nichtzutreffendes streichen

**Jährliche/Zwischenbesichtigung nach Absatz 1.4.6.8.3 des Codes**

Hiermit wird bescheinigt, dass bei einer jährlichen/Zwischenbesichtigung\* nach Absatz 1.4.6.8.3 des Codes festgestellt wurde, dass das Schiff den einschlägigen Bestimmungen des Codes entspricht:

Gezeichnet .....  
(Unterschrift des ordnungsgemäß ermächtigten Bediensteten)

Ort .....

Datum (TT/MM/JJJJ): .....

(Siegel beziehungsweise Stempel der Behörde)

**Vermerk zur Verlängerung des Zeugnisses, wenn es weniger als 5 Jahre gültig ist und wenn Absatz 1.4.6.3 des Codes Anwendung findet**

Das Schiff entspricht den einschlägigen Bestimmungen des Codes und dieses Zeugnis ist nach Absatz 1.4.6.3 des Codes bis zum ..... als gültig anzuerkennen.

Gezeichnet .....  
(Unterschrift des ordnungsgemäß ermächtigten Bediensteten)

Ort .....

Datum (TT/MM/JJJJ): .....

(Siegel beziehungsweise Stempel der Behörde)

**Vermerk, wenn die Erneuerungsbesichtigung abgeschlossen wurde und wenn Absatz 1.4.6.4 des Codes Anwendung findet**

Das Schiff entspricht den einschlägigen Bestimmungen des Codes und dieses Zeugnis ist nach Absatz 1.4.6.4 des Codes bis zum ..... als gültig anzuerkennen.

Gezeichnet .....  
(Unterschrift des ordnungsgemäß ermächtigten Bediensteten)

Ort .....

Datum (TT/MM/JJJJ): .....

(Siegel beziehungsweise Stempel der Behörde)

---

\* Nichtzutreffendes streichen

**Vermerk zur Verlängerung der Gültigkeit des Zeugnisses bis zum Erreichen  
des Besichtigungshafens oder um eine Nachfrist,  
wenn Absatz 1.4.6.5 oder 1.4.6.6 des Codes Anwendung findet**

Dieses Zeugnis ist nach Absatz 1.4.6.5\* oder 1.4.6.6\* des Codes bis zum .....  
als gültig anzuerkennen.

Gezeichnet .....  
(Unterschrift des ordnungsgemäß ermächtigten Bediensteten)

Ort .....

Datum (TT/MM/JJJJ): .....

(Siegel beziehungsweise Stempel der Behörde)

**Vermerk zur Verschiebung des Jahrestages, wenn Absatz 1.4.6.8 des Codes Anwendung findet**

Nach Absatz 1.4.6.8 des Codes ist der neue Jahrestag der .....

Gezeichnet .....  
(Unterschrift des ordnungsgemäß ermächtigten Bediensteten)

Ort .....

Datum (TT/MM/JJJJ): .....

(Siegel beziehungsweise Stempel der Behörde)

Nach Absatz 1.4.6.8 des Codes ist der neue Jahrestag der .....

Gezeichnet .....  
(Unterschrift des ordnungsgemäß ermächtigten Bediensteten)

Ort .....

Datum (TT/MM/JJJJ): .....

(Siegel beziehungsweise Stempel der Behörde)

\* Nichtzutreffendes streichen





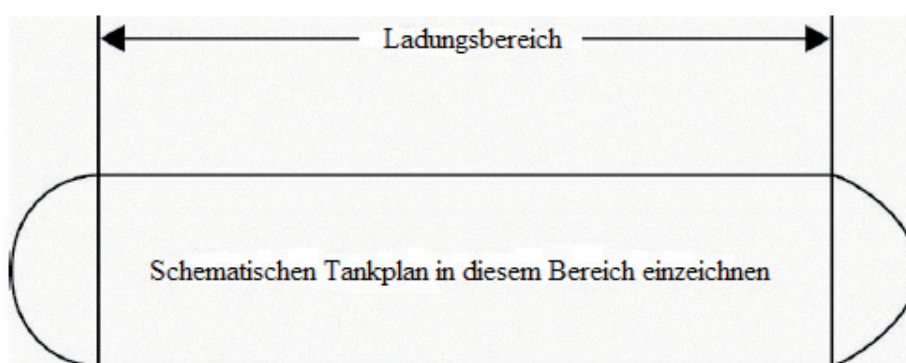
**BEIBLATT 2**

**zum Internationalen Zeugnis über die Eignung zur Beförderung  
verflüssigter Gase als Massengut**

TANKPLAN (Muster)

Name des Schiffes: .....

Unterscheidungssignal: .....



Datum: .....  
(wie beim Zeugnis)

.....  
(Unterschrift des Bediensteten, der das Zeugnis ausgestellt hat  
und/oder Stempel der ausstellenden Behörde)

ANHANG 3

**BEISPIEL EINES NACHTRAGES ZUM  
INTERNATIONALEN ZEUGNIS ÜBER DIE EIGNUNG ZUR  
BEFÖRDERUNG VERFLÜSSIGTER GASE ALS MASSENGUT**

Nachtrag zum Zeugnis Nr. .....			Ausgestellt in ..... am ..... <i>(TT.MM.JJJJ)</i>		
Ausgestellt in Anwendung des Internationalen Codes für den Bau und die Ausrüstung von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase als Massengut, in der jeweils geltenden Fassung, im Namen der Regierung der: .....					
Name des Schiffes	Unterscheidungssignal	IMO-Nummer	Heimathafen	Fassungsvermögen der Ladetanks (m <sup>3</sup> )	Schiffstyp

**Hiermit wird bescheinigt:**

Dass das Schiff die Anforderungen für die Massengutbeförderung der folgenden Stoffe erfüllt, vorausgesetzt, dass alle einschlägigen Betriebsvorschriften des Codes befolgt werden.

Stoff	Beförderungsbedingungen (Tanknummern usw.)	Mindest-Temperatur	MARVS

Die Beförderung dieses Stoffes ist zwischen folgenden Staaten zugelassen:

.....

Die Ausstellung dieses Nachtrages beruht auf Dokument: .....

Das Dreierabkommen für diesen Stoff gilt bis: .....  
*(TT.MM.JJJJ)*

Dieser Nachtrag bleibt in Kraft bis: .....  
*(TT.MM.JJJJ)*

Ort und Datum der Ausstellung: .....  
*(Ort) (TT.MM.JJJJ)*

Gezeichnet: .....  
*(Unterschrift des ermächtigten Bediensteten)*

---

## ANHANG 4

### NICHTMETALLISCHE WERKSTOFFE

#### 1 Allgemeines

1.1 Die in diesem Anhang angegebene Anleitung gilt zusätzlich zu den Anforderungen des Abschnitts 4.19 dieses Codes, soweit sie für nichtmetallische Werkstoffe anwendbar sind.

1.2 Die Herstellung, Prüfung, Kontrolle und Dokumentation von nichtmetallischen Werkstoffen muss im Allgemeinen anerkannten Normen und den besonderen Anforderungen dieses Codes entsprechen, soweit anwendbar.

1.3 Wenn ein nichtmetallischer Werkstoff ausgewählt wird, muss der Konstrukteur sicherstellen, dass er Eigenschaften hat, die dem Berechnungsverfahren und der Leistungsbeschreibung der Systemanforderungen angemessen sind. Ein Werkstoff kann so ausgewählt werden, dass er eine Anforderung oder mehrere Anforderungen erfüllt.

1.4 Es kann eine große Auswahl von nichtmetallischen Werkstoffen in Betracht gezogen werden. Demzufolge kann der nachfolgende Abschnitt über Werkstoff-Auswahlkriterien nicht jede Möglichkeit erfassen und ist als Anleitung anzusehen.

#### 2 Werkstoff-Auswahlkriterien

2.1 Nichtmetallische Werkstoffe können für die Verwendung in verschiedenen Teilen der Ladungssysteme von Schiffen zur Beförderung verflüssigter Gase ausgewählt werden, die auf der Berücksichtigung der folgenden Grundeigenschaften beruhen:

- .1 Isolierung – die Fähigkeit, den Wärmefluss zu begrenzen;
- .2 Traglast – die Fähigkeit, zur Festigkeit des Behältersystems beizutragen;
- .3 Dichtheit – die Fähigkeit, flüssigkeits- und dampfdichte Barrieren zu bilden;
- .4 Verbinden – die Fähigkeit, miteinander verbunden zu werden (z. B. durch Verklebung, Schweißung oder Befestigung).

2.2 Zusätzliche Betrachtungen können in Abhängigkeit vom speziellen Systementwurf Anwendung finden.

#### 3 Werkstoffeigenschaften

3.1 Biegsamkeit eines Isolierwerkstoffes ist die Fähigkeit eines Isolierwerkstoffes, ohne Beschädigung oder Bruch leicht gebogen oder verformt zu werden.

3.2 Loses Auffüllmaterial ist ein homogener Feststoff im Allgemeinen in der Form von Feinpartikeln, wie zum Beispiel Pulver oder Kügelchen, die normalerweise zum Füllen von Hohlräumen in einem unzugänglichen Raum verwendet werden, um eine wirksame Isolierung zu bilden.

3.3 Nanomaterial ist ein Werkstoff mit Eigenschaften, die von seiner speziellen mikroskopischen Struktur abgeleitet werden.

3.4 Schaumstoff ist ein Werkstofftyp, der Zellen enthält, die entweder offen, geschlossen oder beides sind und die in seiner gesamten Masse verteilt sind.

3.5 Klebstoff ist ein Produkt, das zwei gegenüberliegende Oberflächen durch einen Klebevorgang miteinander verbindet oder verklebt.

3.6 Sonstige Werkstoffe sind Werkstoffe, die in diesem Abschnitt des Codes nicht beschrieben sind und die genau zu bestimmen und aufzulisten sind. Die maßgeblichen Prüfungen, die zur Beurteilung der Eignung des Werkstoffes für die Verwendung im Ladungssystem angewendet wurde, sind auszuweisen und zu dokumentieren.

## 4 Werkstoffauswahl und Prüfanforderungen

### 4.1 *Werkstoffanforderungen*

4.1.1 Wenn die erste Auswahl eines Werkstoffes vorgenommen worden ist, müssen Prüfungen durchgeführt werden, um die Eignung dieses Werkstoffes für die beabsichtigte Verwendung zu bestätigen.

4.1.2 Der verwendete Werkstoff muss eindeutig gekennzeichnet werden, und die maßgeblichen Prüfungen müssen vollständig dokumentiert werden.

4.1.3 Die Werkstoffe müssen entsprechend ihrer vorgesehenen Verwendung ausgewählt werden. Sie müssen:

- .1 mit allen Stoffen verträglich sein, die befördert werden können;
- .2 durch keine Ladung kontaminiert werden, noch mit ihr reagieren;
- .3 keine Merkmale oder Eigenschaften haben, die von der Ladung beeinflusst werden;  
und
- .4 in der Lage sein, Temperaturschocks innerhalb des Bereiches der Betriebstemperatur zu widerstehen.

### 4.2 *Werkstoffprüfung*

Die Prüfungen, die für einen bestimmten Werkstoff erforderlich sind, hängen von der Entwurfsberechnung, der Anforderung und der vorgesehenen Aufgabe ab. Die Auflistung der nachfolgenden Prüfungen ist eine Beispieldarstellung. Alle erforderlichen zusätzlichen Prüfungen wie beispielsweise in Bezug auf Gleiten, Dämpfung und galvanische Isolierung, müssen genau festgelegt und dokumentiert werden. Werkstoffe, die entsprechend Absatz 4.1 dieses Anhangs ausgewählt wurden, müssen außerdem entsprechend der nachfolgenden Tabelle geprüft werden.

Art der Prüfung	Isolierung	Tragende Struktur	Dichtheit	Verbinden
Mechanische Prüfungen		X		X
Dichtheitsprüfungen			X	
Thermische Prüfungen	X			

Eine Temperaturschockprüfung muss den Werkstoff und/oder das Bauteil dem extremsten Temperaturgradienten aussetzen, der im Betrieb auftreten wird.

#### 4.2.1 Inhärente Eigenschaften von Werkstoffen

4.2.1.1 Es müssen Prüfungen durchgeführt werden, um sicherzustellen, dass die inhärenten Eigenschaften des ausgewählten Werkstoffes bezüglich der vorgesehenen Verwendung keinen negativen Einfluss haben.

4.2.1.2 Für alle ausgewählten Werkstoffe müssen die folgenden Eigenschaften bewertet werden:

- .1 Dichte; Beispielnorm ISO 845; und
- .2 Längenausdehnungskoeffizient (linearer Koeffizient der thermischen Ausdehnung - LCTE); Beispielnorm ISO 11359 über den größten festgelegten Bereich der Betriebstemperatur. Bei losem Auffüllmaterial muss jedoch der Raumausdehnungskoeffizient (Koeffizient der thermischen Ausdehnung - VCTE) bewertet werden, da maßgeblicher ist.

4.2.1.3 Unabhängig von ihren inhärenten Eigenschaften und der vorgesehenen Aufgabe müssen alle ausgewählten Werkstoffe für den Betriebsbereich der Entwurfstemperatur bis zu 5 °C unterhalb der niedrigsten Entwurfstemperatur, jedoch nicht unter -196 °C, geprüft werden.

4.2.1.4 Jede Eigenschafts-Bewertungsprüfung muss in Übereinstimmung mit anerkannten Normen durchgeführt werden. Wenn es solche Normen nicht gibt, muss das beabsichtigte Prüfverfahren ausführlich beschrieben und der Verwaltung zur Zustimmung vorgelegt werden. Die Proben müssen ausreichend sein, um eine genaue Darstellung der Eigenschaften des ausgewählten Werkstoffes zu gewährleisten.

#### 4.2.2 Mechanische Prüfungen

4.2.2.1 Die mechanischen Prüfungen sind in Übereinstimmung mit der folgenden Tabelle durchzuführen.

<b>Mechanische Prüfungen</b>	Tragende Struktur
Zugverhalten (Zug)	ISO 527 ISO 1421 ISO 3346 ISO 1926
Scherverhalten (Scheren)	ISO 4587 ISO 3347 ISO 1922 ISO 6237
Druckverhalten (Druck)	ISO 604 ISO 844 ISO 3132
Biegeverhalten (Biegen)	ISO 3133 ISO 14679
Kriechverhalten (Kriechen)	ISO 7850

4.2.2.2 Wenn die ausgewählte Funktion für einen Werkstoff auf bestimmten Eigenschaften, wie beispielsweise Zug-, Druck- und Scherfestigkeit, Streckgrenze, Modul oder Dehnung, beruht, müssen diese Eigenschaften nach einer anerkannten Norm geprüft werden. Wenn die geforderten Eigenschaften durch numerische Simulation entsprechend einer höherwertigen Rechtsvorschrift bemessen werden, muss die Prüfung entsprechend den Anforderungen der Verwaltung durchgeführt werden.

4.2.2.3 Kriechen kann durch anhaltende Belastung, wie beispielsweise Ladungsdruck oder bauliche Belastungen, verursacht werden. Die Prüfung des Kriechverhaltens muss auf der Basis der zu erwartenden Belastungen durchgeführt werden, die während der Lebensdauer des Behältersystems voraussichtlich anzutreffen sind.

### 4.2.3 Dichtheitsprüfungen

4.2.3.1 Die Anforderung an die Dichtheit des Werkstoffes muss sich auf seine betriebliche Funktionalität beziehen.

4.2.3.2 Die Dichtheitsprüfungen müssen durchgeführt werden, um ein Maß für die Permeabilität des Werkstoffes in der Konfiguration entsprechend der vorgesehenen Verwendung (z. B. Dicke und Belastungszustände) unter Verwendung des zurückzuhaltenden Mediums (z. B. Ladung, Wasserdampf oder Spurengas) anzugeben.

4.2.3.3 Die Dichtheitsprüfungen müssen auf den Prüfungen basieren, die als Beispiele in der folgenden Tabelle angegeben sind.

Dichtheitsprüfungen	Dichtheit
Porosität/Permeabilität	ISO 15106 ISO 2528 ISO 2782

### 4.2.4 Wärmeleitfähigkeitsprüfungen

4.2.4.1 Die Wärmeleitfähigkeitsprüfungen müssen für die Lebensdauer des Isoliermaterials repräsentativ sein, damit seine Eigenschaften für die Lebensdauer des Behältersystems bemessen werden können. Wenn diese Eigenschaften sich über die Zeit wahrscheinlich verschlechtern, muss das Material gealtert werden, wie es in einer Umgebung am besten möglich ist, die seiner Lebensdauer entspricht; beispielsweise Betriebstemperatur, Licht, Dampf und Montage (z. B. Verpackung, Taschen, Kästen, Zellen usw.).

4.2.4.2 Die Anforderungen an den absoluten Wert und den akzeptierbaren Bereich der Wärmeleitfähigkeit und Wärmekapazität müssen unter Berücksichtigung der Auswirkung auf die betrieblich Leistungsfähigkeit des Ladungsbehältersystems ausgewählt werden. Besonders zu beachten sind auch die Größenabmessungen des zugehörigen Ladungs-Umschlagsystems und der Komponenten, wie beispielsweise Sicherheitsventile sowie Einrichtungen für die Dampfrückgabe und den Umschlag.

4.2.4.3 Die Wärmeprüfungen müssen auf den Prüfungen basieren, die als Beispiele in der folgenden Tabelle oder ihren Entsprechungen angegeben sind.

Wärmeprüfungen	Isolierung
Wärmeleitfähigkeit	ISO 8301 ISO 8302
Wärmekapazität	X

#### 4.2.5 Physikalische Prüfungen

4.2.5.1 Zusätzlich zu den Anforderungen der Absätze 4.19.2.3 und 4.19.3.2 stellt die folgende Tabelle eine Anleitung und Information über einige der zusätzlichen physikalischen Prüfungen zur Verfügung, die in Betracht gezogen werden können.

Physikalische Prüfungen	Biegsame Isolierung	Loses Auffüllmaterial	Nanomaterial	Schaumstoff	Klebstoff
Partikelgröße		x			
Volumenanteil geschlossener Zellen				ISO 4590	
Absorption/Desorption	ISO 12571	x	x	ISO 2896	
Viskosität					
Topfzeit (offene Zeit)					ISO 10364
Thixotrope Eigenschaften					x
Eindruckhärte					ISO 868

4.2.5.2 Die Anforderungen für die Absonderung von losem Auffüllmaterial müssen entsprechend seiner möglichen nachteiligen Auswirkung auf die Materialeigenschaften (Dichte, Wärmeleitfähigkeit) ausgewählt werden, wenn sie umgebungsbedingten Schwankungen, wie beispielsweise thermischen Wechselbeanspruchungen und Schwingungen, ausgesetzt sind.

4.2.5.3 Die Anforderungen an einen Werkstoff mit geschlossenen Zellstrukturen müssen auf seiner möglichen Auswirkung auf Gasstrom und Puffervermögen während vorübergehender thermischer Phasen basieren.

4.2.5.4 In gleicher Weise müssen Absorptions- und Desorptions-Anforderungen die mögliche nachteilige Auswirkung berücksichtigen, die eine unkontrollierte Pufferung von Flüssigkeit oder Gas auf das System haben kann.

## 5 Qualitätssicherung und Qualitätsüberwachung (QA/QC)

### 5.1 Allgemeines

5.1.1 Sobald ein Werkstoff nach Prüfung, wie in Abschnitt 4 dieses Anhangs beschrieben, ausgewählt worden ist, muss ein ausführliches Qualitätssicherungs-/Qualitätsüberwachungs-Programm (QA/QC-Programm) angewendet werden, um die kontinuierliche Konformität des



Werkstoffes während des Einbaus und des Betriebes sicherzustellen. Dieses Programm muss sich mit dem Werkstoff, ausgehend vom Qualitätsmanagementhandbuch (QMH) des Herstellers und dann ihm folgend, durchgehend bis zur Konstruktionsausführung des Ladesystems befassen.

5.1.2 Das QA/QC-Programm muss das Verfahren für Fertigung, Lagerung, Behandlung und vorbeugende Maßnahmen enthalten, um einen Werkstoff vor dem Aussetzen von schädigenden Wirkungen abzusichern. Dieses kann zum Beispiel den Einfluss von Sonnenlicht auf einige Isoliermaterialien oder die Kontaminierung der Materialoberflächen durch Kontakt mit persönlichen Produkten, wie beispielsweise Handcremes, beinhalten. Die Probenahmeverfahren und die Prüfhäufigkeit müssen im QA/QC-Programm genau angegeben werden, um die kontinuierliche Konformität des ausgewählten Werkstoffes bzw. Materials durchgehend während seiner Fertigung und Installation sicherzustellen.

5.1.3 Wenn eine Isolierung in Pulver- oder Granulatform gefertigt wird, müssen Vorkehrungen getroffen werden, um eine Verdichtung des Materials infolge Schwingungen zu verhindern.

### 5.2 *Qualitätssicherung/Qualitätsüberwachung während der Komponentenfertigung*

Das QA/QC-Programm muss hinsichtlich der Komponentenfertigung unter anderem mindestens die nachfolgenden Punkte umfassen.

#### 5.2.1 Komponentenidentifikation

5.2.1.1 Für jeden Werkstoff muss der Hersteller ein Kennzeichnungssystem einführen, um das Fertigungslos eindeutig zu kennzeichnen. Das Kennzeichnungssystem darf in keiner Weise Auswirkungen auf die Eigenschaften des Produktes haben.

5.2.1.2 Das Kennzeichnungssystem muss eine lückenlose Rückverfolgbarkeit der Komponente gewährleisten und muss folgendes enthalten:

- .1 Datum der Fertigung und mögliches Verfallsdatum;
- .2 Angaben des Herstellers;
- .3 Referenzanforderungen;
- .4 Referenzauftrag; und
- .5 mögliche Umgebungsbedingungen, die während des Transportes und der Lagerung einzuhalten sind, sofern erforderlich.

#### 5.2.2 Fertigungsprobenahme und Auditverfahren

5.2.2.1 Während der Fertigung ist eine regelmäßige Probenahme erforderlich, um das Qualitätsniveau und die kontinuierliche Konformität eines ausgewählten Werkstoffes zu gewährleisten.

5.2.2.2 Die Häufigkeit, das Verfahren und die durchzuführenden Prüfungen müssen im QA/QC-Programm definiert werden; zum Beispiel werden diese Prüfungen normalerweise, unter anderem, Rohmaterial, Prozessparameter und Komponentenprüfungen umfassen.

5.2.2.3 Die Prozessparameter und die Ergebnisse der Qualitätsüberwachungs-Prüfungen der Fertigung müssen in genauer Übereinstimmung mit denjenigen sein, die im QMH für den ausgewählten Werkstoff ausführlich beschrieben sind.

5.2.2.4 Der Zweck des im QMH beschriebenen Auditverfahrens ist, die Wiederholbarkeit des Prozesses und die Wirksamkeit des QA/QC-Programms zu überwachen.

5.2.2.5 Während der Auditierung muss den Auditoren freier Zugang zu allen Fertigungs- und Qualitätsüberwachungs-Bereichen gewährt werden. Die Audit-Ergebnisse müssen in Übereinstimmung mit den Werten und Toleranzen sein, wie sie im QMH festgelegt sind.

## **6 Anforderung an den Verklebungs- und Verbindungsprozess sowie Prüfung**

### **6.1 Eignung des Klebeverfahrens**

6.1.1 Die Klebeverfahrensanforderung und die Qualifikationsprüfung müssen in Übereinstimmung mit anerkannten Normen festgelegt werden.

6.1.2 Die Klebeverfahren müssen vollständig dokumentiert werden, bevor mit der Bearbeitung begonnen wird, um zu gewährleisten, dass die Eigenschaften der Klebeverbindung akzeptierbar sind.

6.1.3 Wenn eine Klebeverfahrensanforderung entwickelt wird, müssen die folgenden Parameter berücksichtigt werden:

- .1 Oberflächenvorbehandlung,
- .2 Lagerung und Behandlung des Werkstoffes vor dem Einbau,
- .3 Abdeckzeit,
- .4 Topfzeit (offene Zeit),
- .5 Mischungsverhältnis, eingebrachte Menge,
- .6 Umgebungsparameter (Temperatur, Feuchtigkeit), und
- .7 Aushärtungsdruck, Temperatur und Zeit.

6.1.4 Je nach Bedarf können zusätzliche Anforderungen einbezogen werden, um akzeptierbare Ergebnisse zu gewährleisten.

6.1.5 Die Klebeverfahrensanforderung muss durch ein entsprechendes Verfahrenseignungs-Prüfprogramm bestätigt werden.

### **6.2 Qualifikationen der Mitarbeiter**

6.2.1 Die Mitarbeiter, die bei Klebeprozessen beteiligt sind, müssen entsprechend anerkannten Normen ausgebildet und qualifiziert sein.

6.2.2 Es müssen regelmäßige Prüfungen vorgenommen werden, um eine ununterbrochene Leistung der Beschäftigten, die Klebearbeiten durchführen, zu gewährleisten, damit eine gleichbleibende Qualität der Verklebungen sichergestellt ist.

### 7 Fertigungs-Verklebungsprüfungen und Kontrollen

#### 7.1 *Zerstörende Prüfung*

Während der Fertigung müssen repräsentative Proben genommen und geprüft werden, um zu überprüfen, dass sie dem erforderlichen Festigkeitsniveau entsprechen, wie es für die Konstruktion verlangt wird.

#### 7.2 *Zerstörungsfreie Prüfung*

7.2.1 Während der Fertigung müssen Prüfungen, die nicht schädlich für die Unversehrtheit der Verklebung sind, durchgeführt werden unter Verwendung einer geeigneten Verfahrensweise wie beispielsweise:

- .1 Sichtprüfung;
- .2 Feststellung von internen Fehlern (zum Beispiel akustische Prüfung, Ultraschallprüfung oder Scherprüfung);
- .3 örtliche Dichtheitsprüfungen.

7.2.2 Wenn die Verklebungen Dichtheit als Teil ihrer Konstruktionsfunktion erbringen müssen, muss eine umfassende Dichtheitsprüfung des Ladungsbehältersystems nach Beendigung des Zusammenbaus in Übereinstimmung mit dem Programm des Konstrukteurs und dem QA/QC-Programm abschließend durchgeführt werden.

7.2.3 Die QA/QC-Normen müssen Abnahmevorschriften für die Dichtheit der verklebten Komponenten für den Zeitpunkt der Herstellung und während der Lebensdauer des Behältersystems enthalten.

## ANHANG 5

**NORM FÜR DIE ANWENDUNG VON GRENZZUSTANDS-METHODOLOGIEN BEIM ENTWURF VON LADUNGSBEHÄLTERSYSTEMEN NEUARTIGER BAUFORM****1 Allgemeines**

1.1 Der Zweck dieser Norm ist, Verfahren und relevante Entwurfsparameter der Grenzzustands-Bemessung von Ladungsbehältersystemen neuartiger Bauform in Übereinstimmung mit Abschnitt 4.27 dieses Codes zur Verfügung zu stellen.

1.2 Die Grenzzustands-Bemessung ist eine systematische Vorgehensweise, bei der jedes Konstruktionsteil hinsichtlich möglicher Schadensarten bezogen auf die in Absatz 4.3.4 dieses Codes festgelegten Entwurfsanforderungen bewertet wird. Ein Grenzzustand kann als ein Zustand definiert werden, außerhalb dessen die Konstruktion oder Teile einer Konstruktion die Anforderungen nicht mehr erfüllen.

1.3 Die Grenzzustände werden in die drei folgenden Kategorien unterteilt:

- .1 End-Grenzzustände (Ultimate Limit States - ULS), welche sich auf die maximale Belastbarkeit oder in einigen Fällen auf die maximale zutreffende Dehnung, Verformung oder Instabilität in der Konstruktion infolge Beulung und plastischen Versagens unter intakten (unbeschädigten) Zuständen beziehen;
- .2 Ermüdungs-Grenzzustände (Fatigue Limit States - FLS), welche sich auf eine Schwächung infolge der Wirkung zyklischer Belastung beziehen; und
- .3 Unfall-Grenzzustände (Accident Limit States - ALS), welche die Fähigkeit der Konstruktion betreffen, Unfallsituationen zu überstehen.

1.4 Soweit zutreffend, sind die Teile A bis D des Kapitels 4 dieses Codes in Abhängigkeit vom Konzept des Ladungsbehältersystems einzuhalten.

**2 Entwurfsformat**

2.1 Das Entwurfsformat in dieser Norm basiert auf einem Last- und Widerstandsfaktor-Entwurfsformat (Load and Resistance Factor Design Format). Das Grundprinzip des Last- und Widerstandsfaktor-Entwurfsformats ist nachzuweisen, dass die Entwurfs-Belastungsauswirkungen  $L_d$  die Entwurfs-Festigkeitswiderstände  $R_d$  für alle betrachteten Schadensarten bei jedem Szenario nicht übersteigen:

$$L_d \leq R_d$$

Eine Entwurfsbelastung  $F_{dk}$  erhält man durch Multiplizieren der charakteristischen Belastung mit einem Lastfaktor, der für die gegebene Belastungskategorie maßgeblich ist:

$$F_{dk} = \gamma_f \cdot F_k$$

Hierbei ist:

$\gamma_f$  der Lastfaktor, und

$F_k$  die charakteristische Belastung, wie sie in Teil B und Teil C des Kapitels 4 dieses Codes angegeben ist.

Eine Entwurfs-Belastungsauswirkung  $L_d$  (z. B. Spannungen, Dehnungen, Verschiebungen und Schwingungen) ist die ungünstigste kombinierte Belastungsauswirkung, abgeleitet von den Entwurfs-Belastungen, und kann durch folgende Formel ausgedrückt werden:

$$L_d = q (F_{d1}, F_{d2}, \dots F_{dN})$$

wobei  $q$  die funktionale Beziehung zwischen Belastung und Belastungsauswirkung bedeutet, die durch Strukturanalysen bestimmt werden.

Der Entwurfs-Festigkeitswiderstand  $R_d$  wird wie folgt bestimmt:

$$R_d = \frac{R_k}{\gamma_R \cdot \gamma_C}$$

Hierbei ist:

- $R_k$  der charakteristische Widerstand. Im Fall von Werkstoffen, die durch Kapitel 6 dieses Codes erfasst sind, kann es die Mindest-Nennstreckgrenze, die Mindest-Nennbruchfestigkeit, der plastische Widerstand von Querschnitten und die Beulfestigkeit sein, muss aber nicht darauf begrenzt sein;
- $\gamma_R$  der Widerstandsfaktor, definiert als  $\gamma_R = \gamma_m \cdot \gamma_s$  ;
- $\gamma_m$  der Teil-Widerstandsfaktor zur Berücksichtigung der probabilistischen Verteilung der Werkstoffeigenschaften (Werkstofffaktor);
- $\gamma_s$  der Teil-Widerstandsfaktor zur Berücksichtigung der Unsicherheiten bei der Leistungsfähigkeit der Struktur, wie zum Beispiel die Beschaffenheit der Konstruktion, das in Betracht gezogene Verfahren zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit einschließlich Genauigkeit der Analyse; und
- $\gamma_C$  der Faktor der Auswirkungsklasse, der die möglichen Ergebnisse von Schäden hinsichtlich Ladungsaustritt und möglicher menschlicher Verletzung ausweist.

2.2 Der Ladungsbehälter-Entwurf muss die möglichen Schadensauswirkungen berücksichtigen. In Tabelle 1 sind Auswirkungsklassen definiert, um die Auswirkungen von Schäden genau anzugeben, wenn die Schadensart den End-Grenzzustand, den Ermüdungs-Grenzzustand oder den Unfall-Grenzzustand betrifft.

**Tabelle 1: Auswirkungsklassen**

<b>Auswirkungsklasse</b>	<b>Definition</b>
niedrig	Schaden bedeutet geringfügigen Austritt von Ladung
mittel	Schaden bedeutet Austritt von Ladung und Potential für menschliche Verletzung
hoch	Schaden bedeutet erheblichen Austritt von Ladung und hohes Potential für menschliche Verletzung/Todesopfer

### 3 Erforderliche Analysen

3.1 Es sind Analysen nach der dreidimensionalen Methode der Finiten Elemente als ein integriertes Modell des Tanks und des Schiffskörpers einschließlich Auflager-, Abstütz- und Verkeilungssystem, soweit anwendbar, durchzuführen. Alle Schadensarten müssen ermittelt werden, um unerwartete Schäden zu vermeiden. Es sind hydrodynamische Analysen durchzuführen, um die einzelnen Schiffsbeschleunigungen und -bewegungen im unregelmäßigen Seegang und das Verhalten des Schiffes und seines Ladungsbehältersystems auf diese Kräfte und Bewegungen zu bestimmen.

3.2 Die Analysen der Beulfestigkeit von Ladetanks, die äußerem Druck und anderen Druckspannungen erzeugenden Belastungen ausgesetzt sind, ist entsprechend anerkannten Normen durchzuführen. Das Verfahren muss den Unterschied zwischen theoretischer und wirklicher Beulspannung infolge Ablagerung auf ebener Fläche, Kantenversatz, Geradheit, Unrundheit und Abweichung von der genauen kreisrunden Form über eine bestimmte Bogen- oder Sehnenlänge, soweit relevant, angemessen berücksichtigen.

3.3 Analyse der Ermüdung und des Rissfortschritts sind in Übereinstimmung mit Absatz 5.1 dieser Norm durchzuführen.

### 4 End-Grenzzustände

4.1 Der bauliche Widerstand kann durch Prüfung oder durch eine vollständige Analyse unter Berücksichtigung der elastischen und plastischen Werkstoffeigenschaften festgestellt werden. Sicherheitsspielräume für die Bruchfestigkeit sind durch Teil-Sicherheitsfaktoren unter Berücksichtigung des Beitrages stochastischer Art von Belastungen und Widerständen (dynamische Belastungen, Druckbelastungen, Schwerkraftbelastungen, Werkstofffestigkeit und Beulungsbelastbarkeit) einzuführen.

4.2 Geeignete Kombinationen von ständigen Belastungen, funktionalen Belastungen und umgebungsbedingten Belastungen einschließlich Belastungen durch Hin- und Herschwappen sind in der Analyse zu betrachten. Es müssen mindestens zwei Belastungskombinationen mit in Tabelle 2 angegebenen Teil-Lastfaktoren für die Beurteilung der End-Grenzzustände angewendet werden.

**Tabelle 2: Teil-Lastfaktoren**

<b>Belastungs-Kombination</b>	<b>Ständige Belastungen</b>	<b>Funktionale Belastungen</b>	<b>Umgebungsbedingte Belastungen</b>
'a'	1,1	1,1	0,7
'b'	1,0	1,0	1,3

Die Lastfaktoren für ständige und funktionale Belastungen in Belastungs-Kombination 'a' sind relevant für die normalerweise gut kontrollierten und/oder festgelegten Belastungen, die bei Ladungsbehältersystemen, wie beispielsweise Dampfdruck, Ladungsgewicht, System-Eigengewicht usw., anwendbar sind. Höhere Lastfaktoren können für ständige und funktionale Belastungen relevant sein, wenn die inhärente Variabilität und/oder Unsicherheiten in den Vorhersagemodellen höher sind.

4.3 Bei Belastungen durch Hin- und Herschwappen kann, in Abhängigkeit von der Zuverlässigkeit der Schätzungsmethode, von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation ein höherer Lastfaktor vorgeschrieben werden.

4.4 In Fällen, in denen bei baulichen Schäden des Ladungsbehältersystems angenommen wird, dass sie ein hohes Potential für menschliche Verletzung und erheblichen Austritt von Ladung nach sich ziehen, ist der Faktor der Auswirkungsklasse  $\gamma_C$  mit 1,2 anzunehmen. Dieser Wert kann verringert werden, wenn es durch eine Risikoanalyse und vorbehaltlich der Zustimmung durch die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation gerechtfertigt ist. Die Risikoanalyse muss Faktoren berücksichtigen, die den Einbau einer vollständigen oder teilweisen zweiten Barriere zum Schutz der Schiffsverbände vor Leckagen und geringer Gefährdung, die mit der vorgesehenen Ladung verbundenen ist, einschließt, aber nicht darauf begrenzt ist. Umgekehrt können höhere Werte von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation festgelegt werden, zum Beispiel für Schiffe, die gefährlichere Ladung oder Ladung unter höherem Druck befördern. Der Faktor der Auswirkungsklasse darf in keinem Fall geringer sein als 1,0.

4.5 Die verwendeten Lastfaktoren und die Widerstandsfaktoren müssen derart sein, dass das Sicherheitsniveau demjenigen der in den Abschnitten 4.21 bis 4.26 dieses Codes beschriebenen Ladungsbehältersysteme gleichwertig ist. Dieses kann durch Abgleichen der Faktoren mit bekannten bewährten Entwürfen erfolgen.

4.6 Der Werkstofffaktor  $\gamma_m$  muss im Allgemeinen die statistische Verteilung der mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes wiedergeben und muss in Kombination mit den festgelegten charakteristischen mechanischen Eigenschaften definiert werden. Für die in Kapitel 6 dieses Codes definierten Werkstoffe kann der Werkstofffaktor  $\gamma_m$  angenommen werden mit:

- 1,1 wenn die charakteristischen mechanischen Eigenschaften, die von der anerkannten Organisation festgelegt sind, typischerweise das niedrigere 2,5%-Quantil in der statistischen Verteilung der mechanischen Eigenschaften angeben; oder
- 1,0 wenn die charakteristischen mechanischen Eigenschaften, die von der anerkannten Organisation festgelegt sind, ein ausreichend kleines Quantil derart angeben, dass die Wahrscheinlichkeit von niedrigeren mechanischen Eigenschaften als angegeben extrem niedrig ist und vernachlässigt werden kann.

4.7 Die Teil-Widerstandsfaktoren  $\gamma_{si}$  sind im Allgemeinen auf der Basis der Unsicherheiten bei der Leistungsfähigkeit der Struktur unter Berücksichtigung von Konstruktionstoleranzen, der Qualität der Konstruktion, der Genauigkeit der angewendeten Analyseverfahren usw. festzustellen.

4.7.1 Für eine Bemessung gegen übermäßige plastische Verformung unter Verwendung der in Abschnitt 4.8 dieser Norm angegebenen Grenzzustands-Kriterien sind die Teil-Widerstandsfaktoren  $\gamma_{si}$  wie folgt anzunehmen:

$$\gamma_{s1} = 0,76 \cdot \frac{B}{\kappa_1}$$

$$\gamma_{s2} = 0,76 \cdot \frac{D}{\kappa_2}$$

$$\kappa_1 = \text{Min} \left( \frac{R_m}{R_e} \cdot \frac{B}{A}; 1,0 \right)$$

$$\kappa_2 = \text{Min} \left( \frac{R_m}{R_e} \cdot \frac{D}{C}; 1,0 \right)$$

Die Faktoren A, B, C und D sind in Abschnitt 4.22.3.1 dieses Codes definiert; die Werkstoffkennwerte  $R_m$  und  $R_e$  sind in Absatz 4.18.1.3 dieses Codes definiert.

Die vorstehend angegebenen Teil-Widerstandsfaktoren sind die Kalibrierungsergebnisse zu konventionellen unabhängigen Typ B-Tanks.

#### 4.8 *Bemessung gegen übermäßige plastische Verformung*

4.8.1 Die nachfolgend angegebenen Spannungs-Zulässigkeitskriterien gelten für elastische Spannungsanalysen.

4.8.2 Teile von Ladungsbehältersystemen, bei denen die Belastungen hauptsächlich durch Membran-Reaktion in der Konstruktion aufgenommen werden, müssen die folgenden Grenzzustands-Kriterien erfüllen:

$$\begin{aligned}\sigma_m &\leq f \\ \sigma_L &\leq 1,5f \\ \sigma_b &\leq 1,5F \\ \sigma_L + \sigma_b &\leq 1,5F \\ \sigma_m + \sigma_b &\leq 1,5F \\ \sigma_m + \sigma_b + \sigma_g &\leq 3,0F \\ \sigma_L + \sigma_b + \sigma_g &\leq 3,0F\end{aligned}$$

Hierbei sind:

$\sigma_m$  = primäre allgemeine Membran-Vergleichsspannung,  
 $\sigma_L$  = primäre örtliche Membran-Vergleichsspannung,  
 $\sigma_b$  = primäre Biege-Vergleichsspannung,  
 $\sigma_g$  = Sekundär-Vergleichsspannung,

$$f = \frac{R_e}{\gamma_d \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

$$F = \frac{R_e}{\gamma_d \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

Hinsichtlich der Spannungen  $\sigma_m$ ,  $\sigma_L$ ,  $\sigma_b$  und  $\sigma_g$  siehe auch die Definitionen der Spannungs-kategorien in Abschnitt 4.28.3 dieses Codes.

#### **Anleitungshinweis:**

Die vorstehend beschriebene Spannungs-Summenbildung ist durch Zusammenfassung jeder Spannungskomponente ( $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\tau_{xy}$ ) vorzunehmen und danach ist die Vergleichsspannung auf der Basis der resultierenden Spannungskomponenten zu berechnen, wie in nachfolgendem Beispiel angegeben.

$$\sigma_L + \sigma_b = \sqrt{(\sigma_{Lx} + \sigma_{bx})^2 - (\sigma_{Lx} + \sigma_{bx})(\sigma_{Ly} + \sigma_{by}) + (\sigma_{Ly} + \sigma_{by})^2 + 3(\tau_{Lxy} + \tau_{bxy})^2}$$



4.8.3 Teile von Ladungsbehältersystemen, bei denen die Belastungen hauptsächlich durch Biegung von Trägern, Steifen und Platten aufgenommen werden, müssen die folgenden Grenzzustands-Kriterien erfüllen:

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} \leq 1,25F \quad (\text{siehe Anmerkungen 1 und 2})$$

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} \leq 1,25F \quad (\text{siehe Anmerkung 2})$$

$$\sigma_{ms} + \sigma_{bp} + \sigma_{bs} + \sigma_{bt} + \sigma_g \leq 3,0F$$

Anmerkung 1: Die Summe der Querschnitts-Membran-Vergleichsspannung und der Membran-Vergleichsspannung in der Primärkonstruktion ( $\sigma_{ms} + \sigma_{bp}$ ) sind normalerweise unmittelbar von den Analysen nach der dreidimensionalen Methode der Finiten Elemente erhältlich.

Anmerkung 2: Der Koeffizient 1,25 kann durch die Verwaltung oder eine in ihrem Namen handelnde anerkannte Organisation unter Berücksichtigung des Entwurfskonzeptes, der Gestaltung der Konstruktion und der angewendeten Methodik für die Berechnung der Spannungen geändert werden.

Hierbei sind:

$\sigma_{ms}$  = Querschnitts-Membran-Vergleichsspannung in der Primärkonstruktion,

$\sigma_{bp}$  = Membran-Vergleichsspannung in der Primärkonstruktion und Spannung in der Sekundär- und Tertiärkonstruktion, die durch Biegen der Primärkonstruktion verursacht ist,

$\sigma_{bs}$  = Querschnitts-Biegespannung in der Sekundärkonstruktion und Spannung in der Tertiärkonstruktion, die durch Biegen der Sekundärkonstruktion verursacht ist,

$\sigma_{bt}$  = Querschnitts-Biegespannung in der Tertiärkonstruktion,

$\sigma_g$  = Sekundär-Vergleichsspannung,

$$f = \frac{R_e}{\gamma_{d1} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

$$F = \frac{R_e}{\gamma_{d2} \cdot \gamma_m \cdot \gamma_c}$$

Die Spannungen  $\sigma_{ms}$ ,  $\sigma_{bp}$ ,  $\sigma_{bs}$  und  $\sigma_{bt}$  sind in Abschnitt 4.8.4 definiert; für eine Definition von  $\sigma_g$  siehe Abschnitt 4.28.3 dieses Codes.

### Anleitungshinweis:

Die vorstehend beschriebene Spannungs-Summenbildung ist durch Zusammenfassung jeder Spannungskomponente ( $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$ ,  $\tau_{xy}$ ) vorzunehmen und danach ist die Vergleichsspannung auf der Basis der resultierenden Spannungskomponenten zu berechnen.

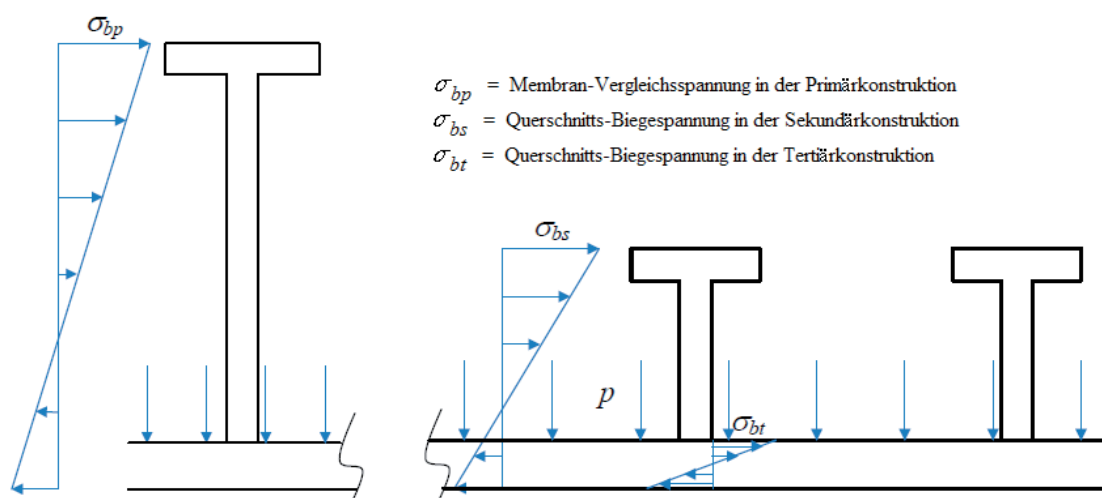
Die Beplattung ist in Übereinstimmung mit den Anforderungen der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation zu bemessen. Wenn die Membranspannung erheblich ist, muss die Auswirkung der Membranspannung auf die Plattenbiegungs-Belastbarkeit zusätzlich entsprechend berücksichtigt werden.

#### 4.8.4 Querschnitts-Spannungskategorien

Normalspannung ist die Komponente der Spannung senkrecht zur Bezugsebene.

Querschnitts-Membran-Vergleichsspannung ist die Komponente der Normalspannung, die gleichmäßig verteilt ist und dem Durchschnittswert der Spannung über den Querschnitt der unter Betrachtung stehenden Konstruktion entspricht. Wenn dieses ein einfacher Außenhautquerschnitt ist, ist die Querschnitts-Membranspannung identisch mit der in Absatz 4.8.2 dieser Norm definierten Membranspannung.

Querschnitts-Biegespannung ist die Komponente der Normalspannung, die linear über einen Profilquerschnitt verteilt ist, der einem Biegevorgang ausgesetzt wird; wie es in Abbildung 1 dargestellt ist.



**Abbildung 1: Definition der drei Querschnittsspannungskategorien**  
(Die Spannungen  $\sigma_{bp}$  und  $\sigma_{bs}$  sind senkrecht zum gezeigten Querschnitt)

4.9 Sofern nicht anderweitig in der angewendeten anerkannten Norm für Beulung angegeben, sind für die Dimensionierung gegen Beulung die gleichen Faktoren  $\gamma_C$ ,  $\gamma_m$  und  $\gamma_{si}$  zu verwenden. In jedem Fall darf das Gesamtsicherheitsniveau nicht geringer sein, als das durch diese Faktoren angegebene Niveau.

## 5 Ermüdungs-Grenzzustände

5.1 Die Konstruktions-Ermüdungsanforderung, wie sie in Abschnitt 4.18.2 dieses Codes beschrieben ist, muss, soweit zutreffend, in Abhängigkeit vom Konzept des Ladungsbehältersystems eingehalten werden. Eine Untersuchung der Ermüdungsfestigkeit ist für die Ladungsbehältersysteme erforderlich, die nach Abschnitt 4.27 dieses Codes und dieser Norm ausgelegt sind.

5.2 Die Lastfaktoren für die Ermüdungs-Grenzzustände (FLS) sind für alle Belastungskategorien mit 1,0 anzunehmen.

5.3 Der Faktor der Auswirkungsklasse  $\gamma_C$  und der Widerstandsfaktor  $\gamma_R$  sind mit 1,0 anzunehmen.

5.4 Ein Ermüdungsschaden muss so berechnet werden, wie es in den Absätzen 4.18.2.2 bis 4.18.2.5 dieses Codes beschrieben ist. Das berechnete kumulative Ermüdungsschaden-Verhältnis für die Ladungsbehältersysteme muss kleiner sein als die in Tabelle 3 angegebenen Werte oder diesen Werten gleich sein.

**Tabelle 3: Maximal zulässiges kumulatives Ermüdungsschaden-Verhältnis**

$C_w$	Auswirkungsklasse		
	niedrig	mittel	hoch*
	1,0	0,5	0,5

\*Anmerkung: Entsprechend der Absätze 4.18.2.7 bis 4.18.2.9 dieses Codes ist in Abhängigkeit von der Feststellbarkeit eines Defektes oder Risses usw. ein niedrigerer Wert anzuwenden.

5.5 Geringere Werte können von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation festgesetzt werden, zum Beispiel für die Tankkonstruktionen, bei denen eine erfolgreiche Entdeckung eines Schadens oder Risses nicht sichergestellt werden kann und für Schiffe, die gefährlichere Ladung befördern.

5.6 Die Untersuchungen des Rissfortschritts sind entsprechend den Absätzen 4.18.2.6 bis 4.18.2.9 dieses Codes erforderlich. Die Untersuchung ist in Übereinstimmung mit Methoden durchzuführen, die in einer von der Verwaltung oder einer in ihrem Namen handelnden anerkannten Organisation anerkannten Norm festgelegt sind.

## 6 Unfall-Grenzzustände

6.1 Die Unfall-Konstruktionsanforderung, wie sie in Abschnitt 4.18.3 dieses Codes beschrieben ist, muss, soweit zutreffend, in Abhängigkeit vom Konzept des Ladungsbehältersystems eingehalten werden.

6.2 Verglichen mit dem End-Grenzzustand können die Last- und Widerstandsfaktoren abgeschwächt werden, unter Berücksichtigung, dass Schäden und Verformungen akzeptiert werden können, solange dieses das Unfall-Szenario nicht ausweitet.

6.3 Die Lastfaktoren für die Unfall-Grenzzustände (ALS) sind für ständige Belastungen, funktionale Belastungen und umgebungsbedingte Belastungen mit 1,0 anzunehmen.

6.4 Die in Abschnitt 4.13.9 (Belastungen durch statische Krängung) und in Abschnitt 4.15 (Kollision und Belastungen infolge Flutung in Schiffen) dieses Codes genannten Belastungen brauchen nicht miteinander oder mit den in Abschnitt 4.14 dieses Codes definierten umweltbedingten Belastungen kombiniert zu werden.

6.5 Der Widerstandsfaktor  $\gamma_R$  ist generell mit 1,0 anzunehmen.

6.6 Die Faktoren der Auswirkungsklasse  $\gamma_C$  sind generell wie in Absatz 4.4 dieser Norm definiert anzunehmen, sie können jedoch unter Berücksichtigung der Art des Unfall-Szenarios abgeschwächt werden.

6.7 Der charakteristische Widerstand  $R_k$  ist generell wie für den End-Grenzzustand anzunehmen, er kann jedoch unter Berücksichtigung der Art des Unfall-Szenarios abgeschwächt werden.

6.8 Zusätzliche Unfallszenarien von Bedeutung sind auf der Basis einer Risikoanalyse festzulegen.

## **7 Prüfung**

7.1 Ladungsbehältersysteme, die entsprechend dieser Norm baulich ausgeführt sind, müssen im gleichen Umfang wie im Abschnitt 4.20.3 dieses Codes beschrieben, soweit anwendbar, in Abhängigkeit vom Konzept des Ladungsbehältersystems geprüft werden.